



Časopis "UKORAK S VREMENOM"

Izdavač:

UDRUGA POMORSKIH STROJARA - SPLIT, RH
MARINE ENGINEER'S ASSOCIATION - SPLIT,
CROATIA

Suizdavač:



Ukorak s vremenom

Glasilo 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

Glasilo 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 =

Glasilo br. 51/52 - Split, 6.12. 2015.

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 i

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. - mr. sc. Mirko Grljušić, - Ante

Guić, telegrafista - Ivica Kartelo, dipl. ing. - Ante

Kurtović, tehničar - Igor Merdžo, dipl. ing. - Arsen

Musulini, dipl. ing. - Margita Pavišić - Mirjana Radanović

- Ante Roje, kap. d.p. - Bruno Šegvić, dipl. ing. svi iz

Splita,



PODUPIRUĆE TVRTKE I USTANOVE

- + ANTIPIROS d.o.o. - Split
- + ATLANTSKA PLOVIDBA d.d. - Dubrovnik
- + BRODOSPAS d.o.o. - Split
- + BRODOSPLIT d.d. - Split,
Brodogradilište d.o.o.
- + BRODOSPLIT d.d. - Split,
B S O - Brodogradilište specijalnih
objekata d.o.o.
- + BRODOSPLIT d.d. - Split,
Tvornica dizel motora d.o.o.
- + BRODOTROGIR d.d. - Trogir
- + CIAN d.o.o. - Split
- + CROATIA LLOYD Ltd. - Zagreb
- + CROATIA OSIGURANJE d.d. - Zagreb,
Poslovnica Split
- + DET NORSKE VERITAS - Hrvatska
- + SVEUČILIŠTE U SPLITU
F E S B - Fakultet elektrotehnike, strojarstva i
brodogradnje
- + HRVATSKI HIDROGRAFSKI INSTITUT - Split
- + HRVATSKI REGISTAR BRODOVA - Split
- + JADROPLOV d.d. - Split
- + LLOYD'S REGISTER EMEA - Split
- + LUČKA UPRAVA SPLIT
- + LUČKA UPRAVA SPLITSKO-DALMATINSKE
ŽUPANIJE
- + MARINE KLUB - Rijeka
- + MARITIME CONNECTOR - Rijeka
- + PLOVPUT d.o.o. - Split
- + SVEUČILIŠTE U SPLITU
Pomorski fakultet
- + SINDIKAT POMORACA HRVATSKE - Rijeka
- + SPLITSKA PLOVIBA d.d. - Split
- + POMORSKA ŠKOLA SPLIT
- + SSM - SPLIT SHIP MANAGEMENT Ltd. - Split
- + TANKERSKA PLOVIDBA d.d. - Zadar

SADRŽAJ

Str.

7 - 42

- NOVOSTI I DOGAĐANJA POMORSKOM I TEHNIČKOM SVIJETU

- 7 - Vladin program sufinanciranja ukrcaja vježbenika
- 7 - Potpisan ugovor o gradnji obalnih ophodnih brodova
- 8 - DNV GL-ov softver olakšava konstruiranje pomoću simulacije
- 8 - HHI objavio da su razvili sustav za odabir ruta i izbjegavanje sudara
- 8 - 9 - Europske odobalne vjetrofarme i dalje u porastu
- 9 - 10 - Umjetnost izrade propelera
- 10 - 11 - Preporođeni Flettner rotor – dodatna propulzijska snaga
- 11 - 12 - MES dobio prvu narudžbu za ME-GI stroj
- 12 - 13 - Nakon testa prevrtanja motor i dalje radi
- 13 - Raytheon Anschütz „ShipGuard“
- 13 - 14 - SMM 2014 izložba u Hamburgu
- 14 - 15 - MHI „Sayarigo StaGE“ LNG tanker nove generacije (New Panamax)
- 15 - MOL „Fe-easy Checker 26“
- 15 - Najskuplji brod na svijetu
- 16 - 17 - Ulstein PX121- uspješan tip PSV opskrbljivača platformi srednje veličine
- 17 - 19 - PGS-ovi Ramform brodovi za seizmičko istraživanje podmorja
- 19 - 20 - Transfer na moru preko kompenzirajućeg siza
- 20 - Požar u luci Metro Vancouver
- 20 - 21 - Tri tvrtke udruženo grade prvi RSD CNG tegljač
- 21 - 22 - ABB će isporučiti komplet elektropropulzijske opreme za Tallink-ov novi brzi trajekt koji će trošiti LNG
- 22 - 23 - Zamakona Shipyards S.A. Bilbao isporučio drugibrod za ulov i smržavanje tuna „Ljubica“
- 23 - 25 - „Pioneering Spirit“ (ex „Pieter Schelte“), ogromni brod za polaganje podvodnih cijevi i postavljanje ili uklanjanje platformi
- 25 - 26 - STENA GERMANICA – prvi brod koji troši Metanol
- 26 - 28 - Tvrtka MAN uspješno predstavila ME- LGI – dvokretni dizelski stroj na metanol
- 28 - 29 - Da li je ograničen rast kontejnerskih „mega“ brodova ?
- 29 - 30 - Ispušni plinovi glavnog motora pogone plinske Turbogenerator
- 30 - 31 - Nova generacija tankera za prijevoz kemikalija i naftnih proizvoda
- 31 - 32 - Bakterijama protiv obraštanja trupa

- 31 - Otkrivena velika količina nafte na britanskom otoku
- 32 - 34 - Neobični novi tipovi motora na unutarnje izgaranje
- 34 - 35 - ABC motori iz Belgije
- 35 - 36 - Isporučen prvi iz serije od šest „ECO-BOX“ teretnih brodova
- 36 - 37 - Novi dizajn tankera sa smanjenim balastnim kapacitetom
- 37 - Rosneftova ekspedicija „Kara-Winter“ 2015 za istraživanje arktičkog leda
- 37 - 39 - ABB pobvećava učinkovitost dizelskih strojeva na najvećim nosačima kontejnera
- 39 - 40 - Što se sve radi i proizvodi u Brodosplitu
- 40 - Posjet grupe NATO brodova luci Lora
- 41 - 42 - Još jedna neobična ideja

43 - 49 - U ŽARIŠTU POZORNOSTI

- 43 - 45 - NAKILAT – gigant LNG brodarstva
- 45 - 46 - Bio-oporavak; rješenje za uljna zagađenja?
- 46 - 47 - Počinju se nazirati bioenergetska rješenja za obnovljivu energiju
- 47 - 48 - Kina bi 2030. mogla nadmašiti Grčku i postati vodeća broderska nacija
- 48 - 49 - Brodovi građeni 2013. navodno za 10 % manje učinkoviti u potrošnji goriva nego oni građeni 2009. – ICS odlučno odbacuje ove tvrdnje

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

50 - 64 - RAZVOJ DIZELSKO – ELEKTRIČKE PROPULZIJE

pbb Tino Sumić, dipl. ing., Hrvatsko vojno učilište, dekanat Split
mail: tinosumic@net.hr

prof. dr. sc. Gojmir Radica, Sveučilište u Splitu, Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje, Split, R. Boškovića bb; e-mal gojmir.radica@fesb.hr

Branko Lalić, dipl.ing. Sveučilište u Splitu, Pomorski fakultet, Split, Zrinsko-Frankopanska 38, e-mal: blalic@pfst.hr

67 - 77 - KARAKTERISTIKE MODERNIH PROPULZORA

78 - 85 - VREMEPLOV

Franjo Zeljak: - Preteča plovne dizalice „Veli Jože“
Dinko Poduje: - Plovni dok ABSD - 3
Boris Abramov: - „Split Prvi“
- Porodica Nobel

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

**86 - 94 - SUSTAVI KOMBINIRANE
BRODSKE PROPULZIJE**

95 - 101 - NOVE KNJIGE

Josip Luzer i Aristide Spinčić:
ENCIKLOPEDIJSKI BRODOSTRO-
JARSKI RJEČNIK
Ana Grabovac: **BRODSKI DNEVNIK**

Frane Martinić, dipl.ing, pom. str. I klase, Upravitelj Stroja

**102 - 113 - PLINSKO-DIZELSKI
MOTOR WÄRTSILÄ
MODEL 50DF**

**114 - 117 - DOKTORIRAO mr.
ANTE MRVICA**

118 - 119 - IN MEMORIAM

Uvodna riječ

Cijenjeno čitateljstvo,

Poštovani pomorski strojari,

S nakanom da vam predstavim novi dvobroj našeg časopisa srdačno vas pozdravljam sa željom za dobro zdravlje uz ispravne zvuke vaših motora. Radosno vas obavještavam da je dugogodišnja potpora Sindikata pomoraca Hrvatske našoj Udruzi još više uznapredovala, jer smo postali stalni suradnici u njihovom Pomorskom vjesniku. Kako ste vjerojatno primijetili nezavisno glasilo sindikata dobilo je novo, svečanije ruho, bogato zanimljivim i aktualnim temama kojeg preporučamo svim pomorcima i onima koji to žele postati. Imajte na umu da udruženi jače branite radne, društvene i pravne interese svakog pojedinačno .

Poticani dobrim namjerama uložili smo i ovog puta trud da časopis učinimo korisnim te skrećemo pažnju na slijedeće. Zanimljivo je upoznati povijest dizel električne propulzije na brodovima koja je usko povezana sa počecima Rudolfa Diesela 1897 g. i firme MAN koji su uspješnim testiranjem ove vrste motora postigli da i danas to ostane najekonomičniji stroj na svijetu. Međutim u tim počecima veliki nedostatci bili su veliki gabariti te omjer težine prema snazi (221 kg/KS - danas 7,5 kg/KS). Još jedna velika prepreka u primjeni tadašnjih motora za propulziju brodova bila je nesposobnost prekretanja tih motora. To je navelo konstruktore da se posvete dizel – električnoj propulziji. Švedski poduzetnici braća Nobel sticajem okolnosti pokrenuli su projekt s ruskim riječnim tankerom „Vandale“ gdje su tri dizelska motora pogonila svaki svoj DC generator, a električna snaga se preko kablova prenosila na DC motore koji su pogonili svaki svoj propeler. Pojavom izravnog prekreta dizelskih strojeva djelomično je zamrlo zanimanje za dizel – električnu propulziju koju je tada jedino koristila američka mornarica. Međutim dvadesetih godina ponovno je poraslo zanimanje za takvu propulziju, posebice za ledolomce i putničke brodove. Kad uronite u „Vremeplov“ dotaknut ćete ne tako davnu prošlost koja i danas živi, ali suvremenija i korisnija.

Dobru vijest koju želimo podijeliti je izlaženje Enciklopedijskog brodstrojarskog rječnika vrijednih i poštovanih autora profesora Josipa Luzera i Aristidea Spinčića s Pomorskog fakulteta u Rijeci. Punih 16 godina su marljivo i stručno stvarali ovo sveobuhvatno i korisno djelo kojeg zdušno preporučamo. Kad smo kod novih knjiga pažnju privlači Brodski dnevnik Ane Grabovac, supruga našeg člana Jakova Grabovca koja je 33 godine plovila sa svojim suprugom, stoički prihvaćajući takav život. Krilaticu koju je istaknula "Ako želiš naučiti moliti, otisni se na more" mnogo govori, ali što to zapravo znači - odgovor na to morate pronaći u samoj knjizi.

Poznato vam je da umjetnost izrade propelera nije jednostavna, ali kako je je provincijska tvrtka Mecklenburger Metallguss GmbH iz Njemačka postala najuspješnija u svijetu pročitajte u zanimljivostima.

Kao Udruga pozdravljamo Vladin program za sufinanciranje vježbenika na brodovima s nadom da se program proširi.

U „Žarištu pozornosti“ pronaći ćete tvrtku Qatar Gas Transport Company Ltd. poznatu kao "Nakilat" (nosač) koja ima 54 LNG nosača za prijevoz ukapljenog zemnog plina i koristi Q – Flex i Q – Max tipove brodova.

Pouzdana tehnologija danas osigurava nesmetan rad motora sa plinskim i tekućim gorivima pa vam nudimo članak o motoru Wartsila 50DF našeg ustrajnog i vrijednog autora Frane Martinića.

Sa zadovoljstvom i posebnim poštovanjem donosimo osvrt o tome kako je naš uvaženi član mr. Ante Mrvica stekao akademski stupanj doktora znanosti. Od srca čestitamo želeći mu dobro zdravlje, s nadom da će društvo prepoznati njegov potencijal više koristeći njegove vrijednosti.

Dragi pomorci, neka sv. Nikola uspava vjetrove i valove te omogući sretan povratak obiteljima, a svima želim dobro zdravlje, čestit Božić i Sretnu novu 2016. godinu!

S poštovanjem,

*Predsjednik Udruge
Ivica Jelača*



Novosti i događanja u pomorskom i tehničkom svijetu

Vladin program sufinanciranja ukrcaja vježbenika

Vlada je na sjednici od 17/12/2014 usvojila „Program sufinanciranja ukrcaja vježbenika palube, stroja i elektrotehnike na brodove u međunarodnoj i nacionalnoj plovidbi za 2015. i 2016. godinu“. Nadležno ministarstvo sredstvima iz proračuna sufinancirati će slijedeće troškove ukrcaja vježbenika: plaće, pomorski dodatak, hranarinu, putovanja do broda i sa broda, mentorski rad te zaštitnu odjeću. Temeljem programa hrvatski brodari bi mogli ukrcati 426 vježbenika, s tim da vježbenički staž traje najmanje 183 dana godišnje.

Ukrcaj vježbenika će se sufinancirati u iznosu od 73 kune dnevno po ukranom vježbeniku u međunarodnoj plovidbi, odnosno 50 kuna dnevno po ukranom vježbeniku u nacionalnoj plovidbi, što predstavlja udio od 24,4 % ukupnih troškova brodarstva na ovoj osnovi.

RH ima oko 22.000 pomoraca, od čega oko 14.500 njih plove u međunarodnoj plovidbi na brodovima hrvatskih i stranih zastava. Hrvatski pomorci su jedni od najtraženijih na svjetskom pomorskom tržištu. Naši pomorci se školuju u 8 srednjih pomorskih škola, 4 pomorska visoka učilišta i 21 pomorsko učilište za izobrazbu pomoraca.

mppi.hr/default.aspx?id=18411

Potpisan ugovor o gradnji obalnih ophodnih brodova

Nakon provedenog javnog natječaja u Muzeju Brodosplita 02/12/14 ministar obrane Ante Kotromanović i predsjednik Uprave brodogradilišta Brodosplit Tomislav Debeljak potpisali su ugovor o



Credit : N1info.com

gradnji pet obalnih ophodnih brodova.

Posao je vrijedan 385,4 milijuna HRK. Ministar A. Kotromanović čestitao je brodogradilištu izrazivši zadovoljstvo potpisanim ugovorom i naglasivši da se nakon više od 20 godina stanke opet grade brodovi za potrebe oružanih snaga. Time će HRM dobiti nove sposobnosti, a ovo hrvatsko brodogradilište konkurentan proizvod koji ćemo eventualno plasirati dalje u svijet.

Zapovjednik Obalne straže RH komodor Marin Stošić ovom je prilikom izjavio da će ti brodovi dugi 43 m i široki 8 m biti opremljeni temeljnim naoružanjem svih obalnih straža danas, a to su automatski top od 30 mm, dvije ručnouppravljane strojnice od 12,7 mm te četiri prijenosna ručna protuzrakoplovna raketna sustava. Brodovi će imati brzinu od 28 čv i biti će vrlo prikladni za progonjenje brodova. Imat će velik doplov i 10 dana autonomije na moru, a posada će brojati 14 ljudi.

Ophodni brodovi će se graditi u za to prikladnoj zatvorenoj hali BSO-a. Model broda ispituje se u bazenu zagrebačkog Brodarskog Instituta. Za trup broda trebat će 70 tona čelika i 5 tona aluminija. Rezanje prvih limova očekuje se u svibnju o.g., a isporuka prvog broda možda u svibnju 2016.

morh.hr/hr/vijesti-najave-i-priopćenja/...
hr.n1info.com/a40246/Vijesti/...

DNV GL-ov softver olakšava konstruiranje pomoću simulacije

Kao jedan od rezultata spajanja dvaju osiguravajućih zavoda **DNV**-a i Germanischer Lloyd (GL) sada se osnažuje zajednički dizajnerski i inženjerski softver. Proširuje se portfelj **SESAM**-a („Software Engineering Simulation by Animated Models“) i kombinira s proizvodom **CAESES** („Computer Aided Engineering System Empowering Simulation“) koji podržava prethodnu optimizaciju inovativnih načina konstruiranja u pomorskoj, off-shore, strojarskoj i industriji automobila. U konstruiranju brodova ovakav alat pomaže korisnicima da poboljšaju performanse broda koji se kreće u vodenom i zračnom fluidu, u cilju smanjenja otpora što se suprotstavlja kretanju broda. Ovo rezultira višom energetsom učinkovitošću brodskog trupa, strojeva i turbina te poboljšava ekološke i poslovne performanse.

marinelink.com/news/simulation-software371207.aspx

HHI objavio da su razvili sustav za odabir ruta i izbjegavanje sudara

Sustav nazvan **HiCASS** („Hyundai Intelligent Collision Avoidance Support System“) napravljen je kako bi se postigla maksimalno sigurna plovidba brodova. Sustav ispituje optimalne morske rute i sprječava sudare automatskom identifikacijom potencijalnih prepreka, kao što su drugi brodovi i hridi, sve u krugu od 50 km. Dodatno, pojačana točnost sustava omogućuje brodovima da uoče opasnost na osnovama tipa broda, vremenskih uvjeta, valova i vjetra. Sustav je još opremljen zvučnim upozorenjima - „**Oprez**“, „**Hitnost**“ i „**Opasnost**“. Ovaj sustav, instaliran zajedno sa sustavima **ARPA**, **AIS** i **ECS**, analizira pozicije i prepreke prema Međunarodnim odredbama o sprječavanju sudara na moru (**COLREGS**). Sustav je ispitan na jednom većem nosaču kontejnera i jednom LNG tankeru. Komercijalizacija ovog proizvoda planira se u 2016. godini kada završe ispitivanja performansi i stabilnosti na dužim rutama.

english.hhi.co.kr

Europske odobalne vjetrofarme i dalje u porastu



Odobalna vjetroelektrana - foto: Siemens

Europska udruga za vjetroenergiju („European Wind Energy Association“ – **EWEA**) objavila je da ukupni kapacitet odobalnih vjetrofarmi instaliranih kroz 2014. godinu iznosi 1.483 MW, što predstavlja oko 5 % manje u odnosu na rekordnu 2013. godinu kada je instalirano 1.567 MW.

Odobalna vjetroenergetska industrija početkom ove dekade je doživjela eksponencijalni rast, ali sada se nalazi u prirodnoj stabilizaciji tog progressa. U 11 europskih zemalja sada ima 74 odobalne vjetrofarme s ukupno instaliranim kapacitetom od 8.045 MW, što pokriva 1 % ukupnih europskih potreba za električnom energijom. Postojeća stabilizacija će se protegnuti kroz ovu i slijedeću godinu. S 12 projekata koji se planiraju instalirati ili se već instaliraju, povećat će se ukupni kapacitet odobalnih vjetrofarmi za daljnjih 2.900 MW - na ukupnih 10.900 MW europskih morskih vjetrofarmi. Iako su vlade europskih zemalja počele smanjivati subvencije za poticaj gradnje odobalnih vjetrofarmi, komunalni sektor i investitori ostaju privrženi ulaganju u odobalnu vjetroenergiju kao brzorastuću energetska tehnologiju.

ewe.org/press-releases/detail/2015/01/30/offshore-wind-installations-stabilise-in-2014-following-record-figures-the-previous-year/

Umjetnost izrade propelera



Mecklenburger Metallguss GmbH

U sjevernonjemačkoj tvrtki „**Mecklenburger Metallguss GmbH – MMG**“ u saveznoj državi Mecklenburg-Vorpomern već 65 godina izrađuju se propeleri za najveće i najbrže brodove na svijetu. Iako se izgradnja trgovačkih brodova i propulzijskih sustava uglavnom preselila na Daleki Istok, talionice u mjestu Waren an der Müritz gdje je i sjedište tvrtke stalno su zaposlene. Dapače, do dana današnjeg posao se sve više širi. Čak 95 % svih izrađenih propelera isporučuje se u dalekoistočna brodogradilišta.

MMG je svojevremeno izradio za tadašnji najveći kontejnerski nosač od 13.400 TEU propeler težine 130 tona, promjera 10 metara. Pred dvije godine Manfred Urban CEO i 235 zaposlenika ugovorili su s južnokorejskim brodogradilištem isporuku propelera za 20 velikih Maersk kontejneraša od 18.000 TEU. Propeleri su izrađeni i isporučeni, a posao je bio posebno povoljan, jer ti brodovi imaju dva propelera umjesto jednoga. U MMG-u su vrlo zadovoljni jer će, kako kažu, u 2014. isporučiti 148 propelera, a u knjizi narudžbi za 2015. imaju već zabilježeno njih 160-tak. U čemu je tajna ovog uspjeha? Recimo, u procesu izrade propelera teških i do 130 tona traži se delikatna ruka i mnogo strpljivosti, ali, ne radi se samo o tome. Najprije, MMG nije od jučer. Tu je tradicija, znanje i iskustvo koje traje već 135 godina. Još je 1875. godine osnovana tvrtka „**Maschinenbauanstalt mit Eisengießerei**“. Naziv je promijenjen 1913. u „**Eisenwerk Waren**“. Počevši od 1948. izrađivani su prvi veći propeleri za flotu bivšeg

DDR-a. Konačno, 1991. osnovan je **MMG** koji se je investiranjem i pametnom poslovnom politikom postupno razvijao i izrastao u najveću i najsuvremeniju tvornicu propelera na svijetu.

Pravljenje propelera koji pogone brod po moru je mješavina umjeća, znanosti i iskustva. Odabir materijala nije tajna. Radi se o slitini od 80 % bakra i 20 % drugih kovina, kao što su aluminij, željezo, mangan i nikal. U MMG-u dizajniraju propelere oslanjajući se na više od 65 godina akumuliranog iskustva. Do danas je više od 2.400 brodova opremljeno propelerima izrađenim u Warenu na obalama jezera Müritz. Izrada propelera je završni korak u gradnji brodova bilo koje veličine ili oblika, jer je propeler najvažnija veza između vode i snage stroja. Prema tome, propeler je kritičan čimbenik u sveukupnoj učinkovitosti broda. Propeler tjera brod preko oceana vrteći se na velikim kontejnerskim nosačima 140 tisuća okretaja na dan, a još i više na kruzerima.

U eri CAD-CAM-a i kompjutorske simulacije, gdje se kompjutorski izračunava čitav kompleksni tok vode oko propelerskih krila, ipak se svi nacrti provjeravaju na modelima u za to napravljenim bazenima. Time se provjeravaju izračuni čvrstoće kako bi se osiguralo da propeler može izdržati sve stresne situacije. U današnjoj nepovoljnoj tržišnoj situaciji i sve strožoj međunarodnoj legislativi oštećenje propelera, kao što je, recimo, gubitak jednog krila, predstavlja za nekog brodarara, pa i za vodećeg, velike glavobolje i gubitak novčanih sredstava i vremena.

Glavni upravitelj Manfred Urban koji je i doveo tvrtku na današnju vrhunsku poziciju upitan kako je došlo do toga da provincijska tvrtka srednje veličine iz Mecklenburške provincije postane prvak na svjetskom tržištu propelera za velike brodove, između ostalog objašnjava slijedeće;

„Osim godinama stjecanog umjeća izrade propelera čije su glavne osnove dizajn, ljevanje i mehanička obrada postoji i nekoliko trikova. Međutim, osim tehnološke intuicije i optimalne kakvoće, glavni uzrok je povjerenje koje klijenti iskazuju u njihove proizvode i koje se godinama stalno povećava. Ne treba zanemariti ni poštivanje rokova isporuke, a ni umjerene cijene.“

Testiranje propelera ne može se napraviti u stvarnim uvjetima, pa sve treba biti ranije do kraja provjereno. Jedna od tajni propelera iz Mecklenburga je da MMG kombinira najsuvremeniju informatičku i procesnu tehnologiju sa zanatskim vještinama. Primjerice, vodeću i stražnju oštricu krila propelera koje su posebno osjetljiva područja, njihovi majstori ručno obrađuju, čak i na najvećim propelerima. Pritom se stalno uzimaju mjerenja dok se sve ne dovede do savršenosti. Iza toga, nakon što prođe sve testove propeler se postavlja na prikladnu ispitnu osovinu kako bi se utvrdilo da se on glatko i bez zastoja okreće. Na koncu, Urban još otvoreno kaže da je njihovu tehniku ljevanja i pedesetak godina iskustva teško kopirati i da zato tvrtke u Japanu, Koreji i Kini još ne mogu uspostaviti neku ozbiljniju konkurenciju u izradi velikih propelera „**Made in Germany**“.

magazines.marinelink.com/Magazines/MaritimeReporter
January 2015 edition of Maritime Reporter & Engineering News
bpress.cn/im/tag/Mecklenburger-Metallguss/

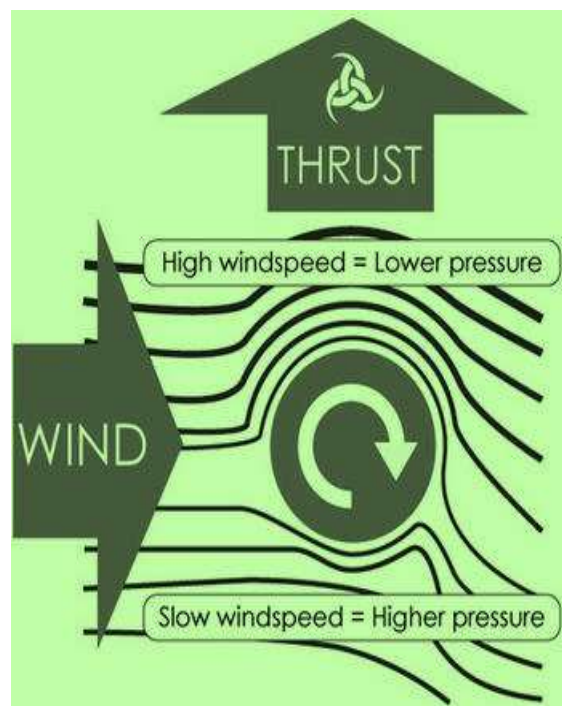
Preporučeni Flettner rotor - dodatna propulzijska snaga

Finska tvrtka **Norsepower Oy Ltd.** objavila je 24/06/14 da je razvila pomoćni sustav za vjetrenu propulziju kojeg su nazvali **Norsepower Rotor Sail Solution**, a zasniva se na staroj zamisli **Flettnerovog rotora**.

Flettnerov rotor radi na principu **Magnus učinka**. Kada vjetar puše na vrteći rotor on ubrzava protok zraka na jednoj strani rotora dok na drugoj strani rotora protok se smanjuje. Rezultirajuća razlika u tlakovima stvara potisak u smjeru koji je pod pravim kutom na smjer vjetra.

Pomoću istog učinka postiže se i uzgon zrakoplova s njegovim krilima. Originalnu osnovnu tehnologiju otkrio je finski inženjer **Sigurd Savonius**, a tu je tehnologiju kasnije, 1926., **Anton Flettner** prešavši pomoću nje Atlantik i demonstrirao.

U originalnom osnovnom tehničkom rješenju malo je sofisticiranih elemenata, dok je Norsepower u svoje rješenje „**Rotor Sail**“ ugradio najsuvremeniju tehnologiju tako da se ovaj sustav aktivira pritiskom dugmeta s mosta, a sve ostalo se automatski kontrolira. Sustav smanjuje snagu stroja za onu vrijednost potisne snage koja se stvara putem



Magnus učinak

vjetra i rotora. Rotore vrte elektromotori spojeni na brodsku električnu mrežu.

Ovim sustavom „rotirajućeg jedra“ postiže se ušteda na potrošnji goriva u rasponu od 5 do 30 %, bez smanjivanja operativne brzine broda.

Norsepower rješenje rotacijskog jedra namijenjeno je uglavnom za primjenu na tanke-rima, bulkerima i ro-ro brodovima, jer na istima na palubi ima dovoljno mjesta za montažu rotora koji neće ometati rad dizalica i opreme za rukovanje teretom. Po prirodi posla ti brodovi znatan dio plovidbe provo-

de na oceanima gdje prevladavaju povoljni vjetrovi.

Potreban broj rotora i njihova veličina izračunava se na izmjerama, brzini i operativnom profilu svakog broda. Rotori se izrađuju u tri veličine s visinom od 18, 24 ili 30 metara, a njihov broj može biti od jednoga pa naviše. Uz rotore koji su opremljeni temeljnim postoljem i elektromotorom za njihovu vrtnju te potrebnim kablovima za spajanje na brodsku električnu mrežu isporučuju se i senzori za vjetar i GPS koji se nalaze na pramčanom signalnom jarbolu i koji šalju podatke o stvarnoj brzini i smjeru vjetra na automatsku kontrolnu jedinicu smještenu ispod palube. Ista kontrolna jedinica dobiva i podatke o brzini i kursu broda. Kontrolna jedinica na zapovjednom mostu omogućava potpuni nadzor nad djelovanjem i performansama rotacijskih jedara. Automatska kontrolna jedinica upravlja optimiranjem potiska jed-



Izgled tankera sa šet Flettner rotora

ra u smjeru vožnje i odgovarajućim smanjenjem opterećenja propulzijskih dizelskih motora.

Norsepower će sustav rotacijskog jedra isporučivati kao sveobuhvatno rješenje, što uključuje i trajno održavanje obaju komponenti – hardvera i softvera. Rotacijska jedra primjenjuju se na novim brodovima, ali isto tako mogu se bez problema ili velikih zastoja naknadno lako ugraditi na već postojeće brodove.

Prototip rotora najprije je ispitana na kopnu, a zatim praktično na teretnom brodu. 01/12/14 Norsepower je objavio da su započeli s pokusnim vožnjama rotacijskog jedra na teretnom ro-ro brodu „Estraden“ na kojemu će se provjeravati i potvrditi komercijalna isplativost ovakvog rješenja. „Estraden“ je ro-ro teretni brod dug 163 metra od 9700 dwt, propulzijske snage 2 x 7240 kW i servisne brzine od 19 čv. Rotor od 18 x 3 metra ugrađen je na kućište krmene rampe za vrijeme teretnih operacija u luci, s time da je postolje za rotor ugrađeno već ranije, tijekom dokovanja.

U Norsepower Oy Ltd. računaju da je njihovo rješenje rotacijskog jedra prikladno za naknadnu ugradnju na preko 20 tisuća brodova svjetske trgovačke flote. U povoljnim uvjetima vjetra to rješenje je sposobno ostvariti do 20 % uštede na potrošnji goriva s rokom otplate investicija kraćim od 4 godine. Uz to, ne treba zaboraviti ni odgovarajuće smanjenje emisija štetnih plinova.

norsepower.com

MES dobio prvu narudžbu za ME-GI brodski stroj

„Mitsui Engineering & Shipbuilding Co., Ltd. – MES“ primio je prvu narudžbu elektronski upravljanog ME-GI broskog stroja s uštrcavanjem plina. Radi se o dva MAN B&W 8S70ME-C8.2-GI dvokretna sporohodna stroja na dvojno gorivo što će se ugraditi u dva ConRo broda od 2.400 TEU + 400 vozila, a koji će se graditi u američkom brodogradilištu „VT Halter Marine Inc.“ za američkog brodarka „Crowley Maritime Corp.“

U postojećih se četvorokretnih strojeva na dvojno gorivo ustanovilo da imaju dosta poteškoća u radu sustava izgaranja plinskog goriva, kao što su pojave lupanja u cilindrima ili neurednog paljenja. Te su pojave uglavnom povezane s fluktuacijama u op-

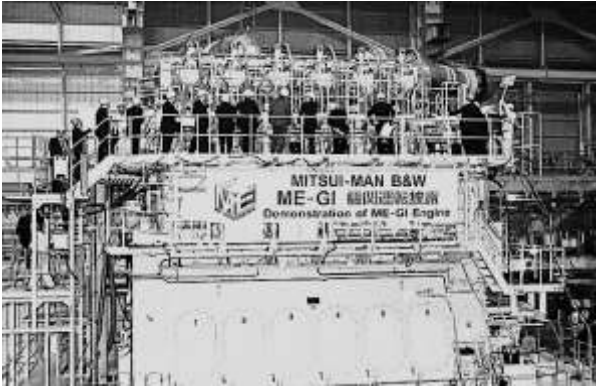


Photo: MES

terećenju stroja koje rezultiraju ograničenjem izlazne snage stroja. One su posljedica same prirode principa Ottovog toplotnog ciklusa. Suprotno tome, takve poteškoće **ME-GI** stroj nema, a prednost mu je i u tome da se može izravno spojiti na propelersku osovinu, što je najbolji način mehaničkog prijenosa snage.

Izgaranje prirodnog plina, osim toga što donosi značajne redukcije emisija CO₂, SO_x, i NO_x plinova te PM čestica, donosi i financijski probitak. U posljednje vrijeme sljedom intenzivne eksploatacije škripljevačkog plina u SAD-u. Stoga, prirodnom plinu opada cijena, pa isti za brodare sve više postaje vrlo privlačna alternativa.

mes.co.jp/english/press/2014/20140723.html

Nakon testa prevrtanja čamca motor i dalje radi

„Kraljevska holandska institucija za spašavanje na moru **KNRM**“ ima vlastitu mrežu od 44 postaja za spasilačke čamce. U jako uzburkanom moru otvorenog oceana često se zna dogoditi da se spasilački čamac prevrne, ali ti čamci su građeni tako da se sami vraćaju u ispravan položaj. Međutim prilikom prevrtanja motori prestanu funkcionirati jer ulje iz kućišta okretnog mehanizma preko ventilacijskog sustava dospije u cilindre motora i time razbije ili onesposobi motor. Godine 2013. **KNRM** je uvela novu klasu brzog spasilačkog 20-metarskog čamca tipa „**Nh 1816**“ kojeg pogoni 8-cilindarski **MTU**

motor tipa **2000 M84L** brzinom od 31 čv.

Ukupni doplov tog čamca iznosi 348 Nm i ima kapacitet od 120 putnika. Čamac je razvijen uz sudjelovanje **Tehničkog sveučilišta u Delftu**, **Damen** brodogradilišta i pomorskih strojara tvrtke **De Vries Lentsch**. Prvi ovakav čamac isporučen je u travnju 2014. Ovi će spasilački čamci zamijeniti 10 postojećih čamaca klase „**Arie Visser**“.

MTU robustni motor iz serije 2000 je, da bi se postiglo rješenje, zasnovan na iskustvu koje je **MTU Benelux** stekao u partnerstvu s britanskom „Kraljevskom institucijom za spasilačke čamce“ (**RNLI**) koja rabi istu seriju MTU motora. Strojarski stručnjaci iz MTU-a riješili su problem umetanjem jednog ventila u ventilaciju kućišta mehanizma koji ovisno o inklinaciji broda spriječava dotok ulja u usisni kolektor motora. Ventil se otvara čim se brod vrati u uspravan položaj. Radi ispitivanja MTU Benelux je napravio posebno ispitno ležište koje je dizajnirano tako da brzo završi sekvenciju okretanja za 360°. Nekoliko se-



Testiranje čamca na prevrtanje - photo credit: **KNRM-com**

kundi je prosječno vrijeme u kojem čamac može izvesti kompletno prevrtanje u ekstremnim uvjetima. Dovoljna metacentarska visina čamca **Nh 1816** uz balon smješten na kormilarnici koji se puni zrakom pridonose sposobnosti da se ovaj čamac brzo vrati u uspravan položaj. Na priloženoj fotografiji vidi se jedan od prizora testiranja prevrtanja kompletnog čamca izvedenog u četiri različita testa. Testiranje je izvršeno u **Damen Shipyards Group** u Gorinchemu. Rezultati su bili izvanredni; čamac se, kako se i očekivalo, vratio u uspravan položaj nakon samo nekoliko sekundi, a motor je svaki put proradio kao i sva električna i elektronička oprema.

knrm-com/news/?contentID=6AA8B2AF roll373417.
marinelink.com/news/performs/engine-
seaplant.com/latest-updates/latest news/...

Raytheon Anschütz „ShipGuard“

Na „SMM 2014“ izložbi u Hamburgu predstavljen je učinkovit brodski zaštitni sustav „ShipGuard“ (ili „SynGuard“) kojeg je razvio „Raytheon Anschütz“, renomirani njemački proizvođač integriranih brodskih sustava.

Danas se sve više ukazuje potreba za povećanjem sigurnosti brodova i brodskog prometa. ShipGuard uspješno integrira postojeće brodske navigacijske sustave kao što su AIS i rano otkrivanje i prepoznavanje objekata koji mu se približavaju, zatim intuitivno razvrstavanje i uspješan nadzor u okviru alarmne zone, zaštita uže okoline broda te lak nadzor nad vlastitim i prijateljskim objektima na moru, kao što su brodovi za podršku ili razvoz, zatim uljne i plinske platforme, odobalne vjetrofarme, kruzeri i teretni brodovi.

Zahvaljujući fleksibilnoj arhitekturi „Synopsis“ sustava ShipGuard se lako može proširiti za mnoge druge zadatke uz dodavanje posebne opreme kao što su Geo-Tiff mape, dodatni radari i sonari, sustav za praćenje malih ciljeva, linkovi za razmjenu podataka brod-brod ili brod-kopno-brod, integrirani nadzor nad reflektorima ili čak i nadzor nad sredstvima za suzbijanje pirata, kao što su akustične naprave, vodeni topovi ili laserske bljeskalice.

maritimejournal.com/news101/.

SMM 2014 izložba u Hamburgu

U Hamburgu je od 3. do 9. rujna 2014. pod pokroviteljstvom njemačke kancelarke dr. Angele Merkel održana tradicionalna Međunarodna pomorsko-trgovinska izložba „SMM 2014“, uz sudjelovanje 2.100 izlagača iz 67 zemalja. Proizvodi su predstavljeni u 26 nacionalnih paviljona. Naglasak izložbe je bio na tehnološkim inovacijama. Izložci su pokrivali širok spektar, od brodograđevnih i strojar-skih proizvoda do brodske opreme te od sustava ru-

rukovanja teretom i drugih brodskih tehnologija do raznih specijaliziranih usluga. Po prvi put na izložbi su sudjelovale i tvrtke iz Egipta, Libanona i Shri Lanke, a Dubai je postavio vlastiti paviljon. Azijsko tržište je bilo dobro predstavljeno - posebno Kina i Japan - sa svojim impresivno velikim portfeljima.

Naravno, njemačke tvrtke su bile među najjačim izlagačima, a njemački brodovlasnici i operatori bili su najviše ciljane ključne grupe. Investirajući milijarde i milijarde u novu vrhunsku tehnologiju za primjenu na novogradnjama i naknadnu ugradnju na već postojećim brodovima, njemačka brodska industrija pokazuje visoku razinu tehnološkog razvoja. Njemačka se smješta kao treća svjetski najjače razvijena nacija u pomorskoj industriji.



Ovu vrlo uspješnu izložbu smještenu na površini od približno 90.000 m² razgledalo je 50-ak tisuća zainteresiranih posjetilaca iz brodske industrije. Sklopljeno je i nekoliko značajnijih poslova.

Primjerice, američka broderska grupacija „Carnival Corporation“ iz Miamijsa, najveća svjetska tvrtka putničkih brodova za krstarenje sklopila je ekskluzivni ugovor s njemačkom brodograđevnom grupom „Blohm + Voss“ za popravke i naknadna poboljšanja čitave svoje europske flote, uključujući brodove „Club tvrtki“; Aida Cruises, Costa Crociere, Cunard Line i P&O Cruises. MAN Diesel & Turbo SE potpisao je novi lincacijatorski ugovor s kineskom tvrtkom „Qingdao Haixi Marine Diesel Co. Ltd. - QMD“ koji pruža mogućnost bolje ponude klijentima na prevažnom tržištu sjeverne Kine.

Zaštita morskog okoliša i poboljšanje energetske učinkovitosti brodova bile su među istaknutim temama u programu ove izložbe. Isto tako sve veća potražnja za korištenjem ukapljenog zemnog plina kao goriva bila je još jedna od vrhunskih tema. Ali, nisu samo izložbeni prostori bili uspješni. SMM 2014 se ovaj put odlikovala i vrlo uspješnim programima posebnih pratećih događanja, a posebno programom integriranih konferencija s većim brojem učesnika.

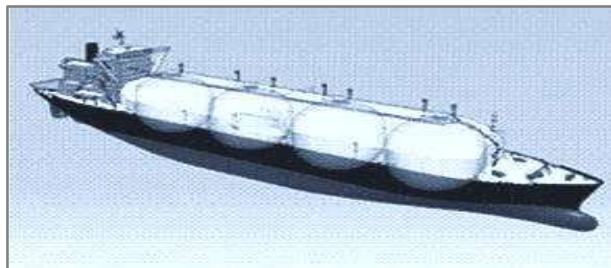
Naša zemlja je u vlastitom paviljonu izlagala svoje brodograđevne mogućnosti i iskustva, kao i diverzifikaciju proizvodnje. I još nešto; kao tematski simbol ispred glavnoga ulaza u izložbeni prostor kočio se ogroman propeler s logotipovima glavnih izlagača nalijepljenim na krilima (vidi sliku!).

smm-hamburg.com/en/press-service/press-releases/press-release/article/schluss

MHI „Sayaringo STaGE“ LNG tanker nove generacije (New Panamax)

Koncem studenog 2014. iz „**Mitsubishi Heavy Industries Ltd. – MHI**“ objavili su da je dovršen razvoj LNG nosača slijedeće generacije kojeg su nazvali „**Sayaringo STaGE**“ („**New Panamax**“ kategorije) namijenjenog za mogućnost prolaska kroz novo-prošireni Panamski kanal. Prošireni kanal se otvara početkom 2016.

Ovaj novi tip LNG nosača razvijen je kao sljednik njegova uspješnog prethodnika tipa „**Sayaendo**“, o kojem smo već pisali u ovom časopisu. Do danas je naručeno ukupno 8 takvih tipova LNG nosača. Nosače tipa **Sayaendo** karakterizira pokrov od čeličnog lima u obliku mahune graška koji potpuno pokriva sferične aluminijske tankove. Ovaj pokrov je integriran sa strukturom trupa, a pojedinačni sferični tankovi **Moss** tipa ispod njega podržani su cilindričnim štitnicima u obliku „suknje“. Te su konstrukcije tako-



Sayaringo STaGE“ LNG nosač“ - image MHI

đer integrirane s trupom. Gornji dio tankova zaštićeni su s polusferičnim čeličnim pokrovim spojenim za glavnu palubu. Za razliku od tipa **Sayaendo** novi **Sayaringo** tip LNG nosača imat će sferične tankove **Moss** tipa, ali u obliku **jabuke** (jap. „**ringo**“ = jabuka)

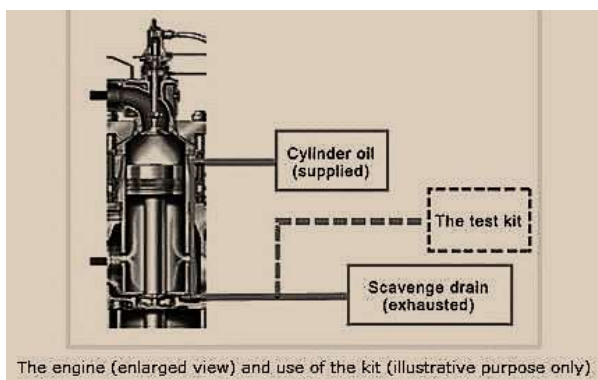
Gornje polovice tih tankova izviruju van palube više nego donje. Na ovaj način kapacitet nosivosti LNG-a povećan je za 16 % bez da se mijenja širina broda.

To je bilo potrebno radi nastojanja da se tim brodovima omogući prolaz kroz prošireni Panamski kanal, a da se zadrže maksimalno moguće glavne izmjere trupa i time maksimalna nosivost. **Sayaringo** tipovi LNG nosača s četiri sferična tanka u obliku jabuke imat će slijedeće glavne izmjere: LOA = 297,5 m, W = 49 m, H = 27 m i D = 11,5 m.

Posebno je zanimljiv hibridni propulzijski sustav **STaGE** kojeg je ovom nosaču. Kratica **STaGE** znači: „**Steam Turbine and Gas Engine**“. Sustav se sastoji od relativno novorazvijene visokoučinkovite MHI turbine tipa „**Ultra Steam Turbine Plant – UST**“ koja koristi otpadnu toplinu za međuzagrijavanje pare (ista je također ranije opisana u ovom časopisu) i dizelskog stroja na dvojno gorivo te električnog propulzijskog motora. Prema MHI-u, u usporedbi sa **Sayaendom** ovakav hibridni propulzijski sustav smanjit će potrošnju goriva za više od 20 %.

MOL „Fe-easy checker 26“

„**Mitsui O.S.K. - MOL**“ objavio je 20/01/15 da je tvrtka razvila i komercijalizirala aparat koji visokom točnošću omogućava brodskoj posadi brzu i sigurnu



Fe-easy checker 26

Credit: mol.co.jp

analizu ukupnog sadržaja željeza u drenažnom ulju iz cilindra glavnog motora.

Ne treba ni spominjati kako je za siguran rad motora održavanje glavnog motora u najboljim operativnim uvjetima prijeko potrebno.

U nekoliko prethodnih godina slijedom dizajniranja sve viših tlakova u cilindrima zapaženo je mnogo slučajeva niskotemperaturne korozije uzrokovane sumpornom kiselinom. Naime, kondenzirana voda unutar cilindra u spoju sa sumporom iz goriva izazvat će koroziju i time ubrzano trošenje košuljica cilindra. Stoga je prijeko potrebno analizirati cilindarsko ulje koje zaobiđe stapne prstenove i cijedi se u ispirni prostor.

Nužno je mjeriti ne samo uobičajene magnetske željezne čestice nego isto tako i ukupan sadržaj željeza u iscijeđenom ulju, uključujući i **ione željeza**.

Primjenom fotoelektričnog kolorimetra „**Fe-easy checker 26**“ jednostavno, brzo i vrlo precizno analizira ukupan sadržaj željeza u drenažnom ulju ispirne komore ispod cilindra i prikazuje rezultat u PPM (Parts per Million).

Rezultati mjerenja tijekom plovidbe broda ocjenjuju se u upravi prema MOL-ovim „Safety Standard Specifications“, s kojima je ovaj aparat sukladan i zadovoljava specifikacije, pa se na osnovi tih nalaza donose odgovarajuće odluke o potrebnim intervencijama.

www.mol.co.jp/en/pr/2015/15004.html

Najskuplji brod na svijetu



U kolovozu prošle godine u „**Vessel-Value.com**“ je objavljeno da je trenutno naj-skuplji brod na svijetu Qmax LNG nosač „**Zarga**“, čija je cijena 221,8 US\$. Ovaj „Nakilat“-ov LNG nosač 345 m dug i kapaciteta 266.433 m³ plina sagrađen je 2010. godine u J. Koreji, u brodogradilištu Geoje Samsung HI Co. Ltd. te je unajmljen na duže vrijeme tvrtki Qatargas Operating Co. Ltd. Brod je zaposlen u transportu LNG-a po svijetu, a u ožujku ove godine doveo je teret ukapljenog plina u britanski prijemni terminal u South Hooku.

Na stranicama Vessels.Value.com grafički je prikazano što se sve može kupiti za cijenu tog broda (vidi sliku!).

Uz silhouetu tog broda stoji silhoueta nogometnog igrača, Velšanina **Garetha Balea**, kojeg je Barcelona otkupila od Tottenhamu za rekordnih **145** milijuna US\$; znači, cijena broda predstavlja **1,5** puta vrijednost otkupnine vrhunskog nogometnog igrača. Ili se za tu sumu može kupiti **13** komada **12-karatnih ružičastih dijamanta**, svaki vrijedan **17** milijuna US\$, ili **49** vrhunskih automobila **Lamborghini „Veneno Roadster“**, po cijeni od **4,5** milijuna za svakog.

mhi-global.com/news/story/1411271858.html

Ulstein PX121 – uspješan tip PSV opskrbljivača platformi srednje veličine

Ulstein Verft u veljači 2015. isporučio je norveškoj tvrtki „Blue Ship Invest“ opskrbeni brod za platforme PSV „Blue Queen“ tipa PX121. Ovaj tip opskrbnog broda u praksi se pokazao vrlo uspješan u svakom pogledu. Ukupno je izgrađeno, naručeno ili se



Ulstein – Blue Queen



ULSTEIN POWER™ je kompletan paket distribucije električne snage i elektropropulzijskih sustava za sve tipove brodova

gradi 30 brodova ovog tipa u raznim brodogradilištima po svijetu, a „Blue Queen“ je deveti koji je izgrađen u vlastitom brodogradilištu „Ulstein Verft“.

Povratne informacije primljene od posada tih brodova pokazuju oduševljenost „user-friendly“ rješenjima, visokim standardom i komforom nastambi te odličnom sposobnošću obavljanja operacija čak i u nepovoljnom stanju mora i vjetra, najviše zahvaljujući patentiranom **Ulstein XBOW®** obliku pramca te odgovarajućem obliku trupa koji je učinkovit bez obzira na gaz ili trim, a koji se na PSV-ima često mijenjaju. U tranzitu s nasuprotnim valovima X-Bow dolazi do izražaja, jer siječe valove i sprječava udaranje pramcem o iste te smanjuje buku i vibracije, što vodi do boljih performansi, povećava komfor posade i smanjuje potrošnju goriva. Brod je dugačak 83,4 m, širok 18 m, nosivosti 4.000 tona. Ima bočno zaštićenu te-

retnu palubu površine 840 m². Opremljen je sustavom **DP II** za pozicioniranje te ima nastambe za 30 ljudi. S dizoelektričnim integriranim propulzijskim sustavom ukupne snage 4400 ekW brod postiže maksimalnu brzinu od 16,5 čv.

Kao i na svim tipovima tih brodova primjenjen je univerzalni sustav snage **ULSTEIN POWER™** koji uključuje sve komponente od generiranja snage pa do potrošnje iste. Paket električne snage pokriva oba naponska sustava tj. onaj do 1 kV i propulzijski od 10 do 11 kV te ima optimiziranu garnituru generatorskih kompleta i električnih propulzijskih jedinica. Ukupna maksimalna snaga propulzijskog sustava iznosi 6.688 kW. Ima dva dizelska agregata svaki s MCR 2.350 kW (2.250 ekW / 2.500 kVA) pri 1.800 o/min i dva manja dizelska agregata svaki s 994 kW (940 ekW / 1044 kVA). Dva propulzijska električna motora kontrolirana preko pretvarača frekvencije svaki sa 0 – 2.200 ekW pri 0 – 1.200 o/min vrte u svojim podtrupnim usmjerivim jedinicama FP propelere. Svaki od njih ima 2.200 kW vučne snage pri 0 – 210 o/min.

Sustav „**Power & Control**“ potpuno je integrirani sustav za upravljanje snagom nazvan **ULSTEIN POWER™** koji se tipično sastoji od ovih komponenata: generatori, glavna rasklopna ploča, pomoćne rasklopne ploče, pretvarači frekvencije, električni motori, transformatori, starteri, dizelski agregat za nuždu i slično. Ovome još treba dodati i **ULSTEIN BRIDGE™** - instrumentaciju i kontrolne konzole na zapovjednom mostu, **ULSTEIN BAS®** alarmni sustav na mostu, **ULSTEIN IAS®** - integrirani sustav automatike te **ULSTEIN COM®** - integrirani komunikacijski sustav.

ulstein.com/kunder/ulstein/mm.nsf/inpdocuments/...
dwt.com/new-building/offshore-vessels/...

PGS-ovi „Ramform“ brodovi za seizmičko istraživanje podmorja

Norveška tvrtka „**Petroleum Geo Services ASA - PGS**“ jedna je od najdinamičnijih i najnaprednijih tvrtki koje se bave seizmičkim istraživanjem ugljikovodika u podmorju. U posljednjih nekoliko godina razvili su posebnu vrstu brodova za ovaj posao i nazvali je „**Ramform**“. Ustvari radi se o deltoidnom obliku trupa broda sinusoidalnih vodnih

linija. Deltoidni trup je najširi na krmi. Ovaj neobičan oblik trupa zasnovan je na obliku trupa norveškog ratnog broda za motrenje i obavještanje „*Marjata*“. Tvrtka PGS je od norveške mornarice ishodila pravo na korištenje ovog dizajna broda.

U ugljikovodičnoj industriji klasična refleksionska seizmologija izvodi se posebno opremljenim brodovima koji tegle za sobom jedan ili više fleksibilnih kablova („*streamers*“) u kojima se na konstantnim razmacima nalaze senzori (**hydro-phones**). Kablovi sa sensorima se vuku ispod površine mora na određenom razmaku od broda. Potreban izvor zvuka može biti različit, ali danas se rado koristi jedan ili više zračnih topova koji se u različitom poretku vuku ispod površine mora i smješteni su iza broda. Izvori zvuka mogu biti udvostručeni da bi se postiglo brže odašiljanje zvučnih signala.

Practicira se i odašiljanje jakih elektromagnetskih signala koji prodiru u Zemljinu koru slično kao i zvučni signali. Svaki „*streamer*“ može biti dugačak od 6 do 8 km. U njemu su na stotine senzora, a seizmički signal se odašilje u Zemljinu koru svakih 15 do 20 sekundi slično kao i zvučni signali. Zvuk prodire duboko u morsko dno, odbija se od različitih unutarnjih slojeva i reflektira se natrag. Ti signali koje hvataju senzori dalje se kompjuterski obrađuju dok se ne dobije slika koja pokazuje eventualna ležišta ugljikovodika. Naravno, ovo je pojednostavljen prikaz te tehnologije. Sve je daleko kompliciranije. Razvojem različitih metodologi-



PGS „*RAMFORM SOVEREIGN*“

ja i načina dobivanja i obrade seizmičkih podataka te njihovom interpretacijom danas se dolazi do savršeno pouzdanih rezultata, prikazanih u visokoj rezoluciji.

Prvi brod takvog tipa „*Ramform Explorer*“, izgrađen je 1956. godine. Taj je brod odmah postigao zapažene uspjehe u 3D performansama. Iza njega je slijedio brod blizanac „*Ramform Challenger*“. Zatim slijede četiri V-type Ramform broda - „*Ramform Valiant*“ i „*Ramform Viking*“ te „*Ramform Victory*“ 1958. i „*Ramform Vanguard*“ 1959. godine. Nakon toga odlučeno je da se izgradi zaista impresivni „*Ramform Sovereign*“ dugačak 102 m, širok po krmi 40 m, sposoban za rad s 22 streamera i 26 streamer bubnjeva. Širina od 40 m je ostala ista kao i u postojeća 4 Ramforma V-klase, ali je zato brod 40 m duži, čime se dobio prostor za smještaj većih strojarica i trećeg reda bubnjeva za namatanje streamera. Veći paravani s poboljšanim rukovanjem omogućavaju raspon streamera veći od 1,3 km. Postrojenje za proizvodnju električne snage od ukupno **22,16 MW** sastoji se od 6 agregata s **Rolls Royce** dizelskim strojevima smještenim u dvije potpuno odvojene strojarice. Pomoćni strojevi smješteni su odvojeno od tih strojarica. Propulzija je električna s dva elektromotora koji pogone svaki svoju osovinu s **VP** propelerom u sapnici. Dodatno, na pramcu je uvlačiv električni potisnik za olakšano manevriranje.

Tranzitna brzina iznosi 16,5 čv. Čelični trup ovog broda građen je od 09/2006 do 06/2007 u **Akerovom** brodogradilištu **Tulcea** u Rumuniji. Kada je završen spušten je u vodu pomoću sinkrolifta.

Odatle je odtegljen u Stavanger gdje je stigao 08/2007 i tamo su mu ugrađeni propeleri i potisnik, a nakon toga je premješten u **Akerovo** brodogradilište u **Langstenu**, gdje je dovršena ugradnja strojeva, elektronike i navigacijskih i kontrolnih sustava, seizmičke i sve ostale opreme. Uređene su nastambe i brod je obojen. Na koncu, nakon uspješnih probnih vožnji brod je u Ålesundu kršten i predan u eksploataciju. Bio je to ogroman korak naprijed u visokoj tehnologiji, kao što su: **3D**, **4D**, **multi-azimuth**, **wide-azimuth** i **HD3D** načini istraživanja podmorja.

Slijedio ga je „**Ramform Sterling**“, brod blizanac iste **S**-klase. Oba broda imaju vrlo komforne nastambe te opservacijsku panoramsku galeriju za uočavanje i iz-



PGS „Ramform Titan“

bjegavanje velikih morskih sisavaca. Zatim, kao kruna svemu, u japanskim brodogradilištima **MHI** u Nagasaki naručena su četiri broda klase **Titan**. Radi se o četvrtoj generaciji Ramform brodova. Ova četiri broda su kulminacija dugotrajnog procesa usavršavanja i poboljšavanja svih sustava seizmičkog istraživanja podmorja. Dva takva broda već su isporučena: „**Ramform Titan**“ 2013. a „**Ramform Atlas**“ 2014. godine, dok će preostala dva biti isporučena ove godine. Ramform brod Titan klase dugačak je 104 m, a širok 70 m. S ovako širokom krmom ima dovoljno mjesta za instaliranje ogromnih količina seizmičke opreme, bez da se ugrozi prostor za rad ili sigurnost ljudi. Tu se nalaze automatizirana seizmička oprema sa 6 kranova za rukovanje grupom odašiljača zvuka i 16 vitala za spuštanje ili brzo skupljanje opreme iz mora. Brod može u dva niza tegliti jedan za drugim 24 (18 + 6) streamera sa senzorima dugačkim do 12 km, što pokriva površinu od preko 12 km² i poprilično odgovara površini od 1.500 nogometnih igrališta.

Ocjenjuje se da su ovi brodovi najsnažniji i najučinkovitiji seizmički brodovi na svijetu koji rabe vrhunsku seizmičku tehnologiju uključujući i značajno unaprijeđeni seizmički paket zasnovan na PGS-ovom najnovijem vlastitom **GeoStreamer® GS** sustavu.

Brod također ima veliki kapacitet tankova za gorivo (preko 6.000 tona) što mu omogućava 150 dana autonomije ili tranzita (tranzitna brzina 16 čv) bez do-

punjavanja goriva – dovoljno da dva puta oplovi svijet. Ova klasa broda ima sličan elektropropulzijski sustav kao i **S**-klasa Ramforma, samo ima nešto manju ukupnu propulzijsku snagu (18 MWe). Međutim, zato ima tri propulzijska elektromotora od po 6.000 kW svaki koji gona svaki svoju propelersku osovinu s VP propelerom u sapnici. Brod je sposoban za normalnu operaciju samo sa dva propelera, pa je time postignuta trostruka redundancija snage, jer ima dvije potpuno odvojene dizel-agregatske strojarne, svaka s tri dizelska agregata od 3.840 kW. Ovim je omogućen popravak ili održavanje agregatskih strojeva bez prekida operacija. Za druge popravke na brodu ili čišćenje podvodnog dijela trupa nije potrebno prekidanje operacija. Razmak između dva dokovanja iznosi 7,5 godina.

Osim dva suvremena čamca za spašavanje ima u krmenim nišama dva radna čamca za asistenciju pri rukovanju seizmičkom opremom u moru. Ne treba ni spominjati da, kao i brodovi **S**-klase, ova klasa broda ima vrlo komforne nastambe koje se sastoje od 60 jednokrevetnih i 10 dvokrevetnih kabina te sportsku dvoranu od 225 m², igralište za loptanje, gimnastičku prostoriju, kino i konferencijsku dvoranu te dvoranu za TV i kompjutorske igrice.

Na „Jadranskom naftnom i plinskom samitu“ („**Adriatic Oil & Gas Summit – AOG**“) održanom 10/11 ožujka o.g. u Budvi PGS je predstavio njihovu vrhunsku tehnologiju te objasnio koliko ista može povećati uspjehe u istraživanju.

[pgs.com/Geophysical-Services/...](https://www.pgs.com/Geophysical-Services/...)

[pgs.com/TechLink/24_TechLink_ramform_sovereign_A4_std.pdf](https://www.pgs.com/TechLink/24_TechLink_ramform_sovereign_A4_std.pdf)

Transfer na moru preko kompenzirajućeg siza

Pristup nekoj vanobalnoj fiksnoj strukturi je uvijek problematičan zbog pomicanja broda u odnosu na tu strukturu. To postaje još više problematično ako se radi o transferu s broda na brod.

Nizozemska tvrtka „**Ampelman**“ napravila je sizove koji kompenziraju pomicanja nekog broda (ili

brodova) nazvane **Motion Compensated Gangways (MCG)**. Oni služe za siguran transfer posade s broda ili barže po sustavu „Walk to Work - W2W“. na neku strukturu, ili pak na drugi brod. Podjednako kao na simulatoru letenja, Ampelman je eliminirao bilo koje relativno pomicanje trenutnim mjerenjem tog pomicanja, te odgovarajućim kompenziranjem preko šest hidrauličnih cilindara. Kao rezultat toga kompenziranja vrh Ampelmanova siza ostaje potpuno nepomičan u odnosu na strukturu. Pomoću kliznog dijela siza on se produži dok se čvrsto ne nasloni na strukturu. Tada ljudi mogu šetajući sigurno pristupiti na nju ili silaziti s nje čak i u uvjetima visokih valova.

Transfer posade s broda na brod je međutim malo kompliciraniji. Kao što znamo brod na moru ima šest sloboda kretanja (**Directions of Freedom - DOF**).

Kretanje u ravnini:

- kretanje gore-dolje (**Heaving**)
- kretanje lijevo-desno (**Swaying**)
- kretanje naprijed-natrag (**Surging**)
- ljulja se naprijed-natrag (**Pitching**)
- valja se sa strane na stranu (**Rolling**)

Rotacija:

- zakreće se lijevo-desno (**Yawing**)

U slučaju transfera s broda na brod treba dodati još jedan parametar, a to je kretanje broda kojemu se pristupa. Stoga je na njega potrebno prethodno montirati još jedan senzor koji emitira signale gibanja tog broda bežičnim putem na upravljački sustav siza pristupajućeg broda. Ampelman sizovi se mogu montirati u roku od najviše 8 sati na bilo koji brod koji ima raspoloživ prostor na palubi. Oni operiraju samostalno jer imaju vlastiti izvor snage.

Ampelman je osmislio dva tipa kompenzirajućih sizova; **A-type** i **E-type**. U osnovi ti sizovi imaju bazu i samostabilizirajući heksapod sa šest hidraulič-



Ampelman gangway A-type

nih cilindara. A-tip ima cilindre od 2 metra hoda i sposoban je kompenzirati gibanja od 2,5 m, dok su u E-tipa ti cilindri 1,5 puta veći pa je sposoban djelovati pri jačem stanju mora i valova, a podnosi veća opterećenja (do 100 t) i služi za transfer većeg tereta, kao što su, primjerice, generatori. Može poslužiti i za rukovanje crijevima za transfer goriva ili isplake te za održavanje ravnog položaja helipada.

A-tip može također poslužiti za transfer manjeg tereta, do 100 kg. Tome služi posebna košara (**KIB**) koja se montira na vrh siza, a kontrolirana je pomoću dva hidraulična aktuatora. Sadržaj košare može se dostaviti na visinu od 20 m iznad razine mora koristeći maksimalnu inklinaciju siza od 45°.

ampelmans.nl/products

Požar u luci Metro Vancouver

04/03/2015 u 13 30 h buknuo je požar u jednom od kontejnera u „Centerm“ kontejnerskom terminalu istočno od centra Vancouvera. Požar se s jednog upaljenog kontejnera brzo proširio na tri susjedna. Odmah su pozvani vatrogasci koji su imali poteškoća doći do tog kontejnera jer je bio zakopan duboko usred hrpe drugih, po šest redova sa svake strane. Problem je bio u tome što se u zapaljenom kontejneru koji je uzrokovao požar nalazila triklorizocijanurična kiselina (sredstvo za bijeljenje i indus-

trijski dezinfektant). Pare ove kiseline mogu biti vrlo opasne ako se udahnu, a osim toga su i eksplozivne. Kad izgara, ova kemikalija ispušta klor, također vrlo otrovan.

Odmah je evakuirano svo osoblje koje se našlo u okolini požara, luka je zatvorena, a susjednom stanovništvu koje stanuje u okolini terminala omeđenoj trima ulicama dan je nalog da zatvore sve prozore i vrata te ostanu u kućama i slušaju radio radi daljnjih upozorenja i naputaka. Ako neophodno moraju izaći tada trebaju pokriti nos i usta mokrom tkaninom. Najmanje tri osobe upućene su u bolnicu na provjere, dok učinak na stotinama tisuća ljudi koji su više ili manje bili izloženi dimu i parama ostaje da se utvrdi.

Kontejner s kiselinom je gorio najmanje jedan sat. Vatrogasna i spasilačka služba je ovladala vatrom i okružila kontejner zidom od tri reda kontejnera. Vatra je konačno ugašena poslije više od 24 sata izgaranja, tako da su istražitelji mogli pristupiti i utvrditi uzrok požara te odrediti odgovarajuće mjere dekontaminacije. Slijedećeg dana uvečer vatrogasna služba je objavila da je vatra ugašena i da je izvanredno stanje ukinuto te da će otpustiti vatrogasce kad oni ne budu više potrebni za nadzor. Na lice mjesta došli su i stručnjaci; profesionalni higijeničar te stručnjak za zaštitu okoliša kako bi se potrebnim mjerama umanjio učinak na okružje i morski habitat. Ovaj požar zbog zatvorenog dijela grada uzrokovao je i poremećaj u putničkom pro-metu. To se odnosi na autobusni promet i na otkazanu „West Coast Express“ željeznicu koja povezuje luku s prigradskim mjestima.

Chemical fire at Vancouver's Port..../CTV News

Tri tvrtke udruženo grade prvi RSD CNG tegljač

Tri renomirane tvrtke, nizozemska **Damen Shipyards**, njemački proizvođač dizelskih strojeva **MTU** iz Friedrichshafena (**Rolls-Royce Power Systems AG**) i danska tvrtka - **Svitzer** udružili su snage u zajedničkom osmišljavanju novog „Eco-friendly“ lučkog tegljača koji se planira lansirati u 2016-oj. Novi

RSD CNG tegljač kombinira jaku snagu s nižim potroškom goriva i značajnim smanjenjem štetnih emisija. Ovakav koncept tegljača je idealan za asistenciju brodovima u luci.

Novi Damen tegljač RSD serije, sposoban je da djeluje jednakom snagom pramcem ili krmom (iste su visine), trenutačno se razvija u tri varijante; **RSD 2210** s 50 tona snage, **RSD 2512** – sa 70 t, a **RSD 2914** - s 90 tona na vučnoj bitvi.

Vrlo visoko ubrzanje i upravljivost čini ovaj brod „zelenim“, čistim i učinkovitim. Novi Damen reverzibilni sustav propulzije krmom „**Reverse Stern Drive – RSD**“ u biti je kombinacija propulzije s podešivom brzinom („**Adjustable Speed Drive – ASD**“) i tegljača s vučnim propelerom na pramcu („**Tractor tug**“).



Izgled budućeg RSD CNG tegljača.

Novi 16-cilindarski čisto plinski motor (**Otto cycle**) snage 2.000 kW razvijen u **MTU** tvornici u Friedrichshafenu („**Rolls-Royce Power Systems AG**“) zasniva se na dokazanoj seriji **4000 M63**. Bit će opremljen ubrizgavanjem plina u više točaka, dinamičnim upravljanjem uz učinkovit sigurnosni sistem. Motor je osmišljen za ekstremni profil opterećenja jednog lučkog tegljača uz sukladnu akceleraciju, i pokrivat će IMO Tier 3 limite ispušnih emisija jer troši komprimirani prirodni plin (**CNG**).

Ovaj motor karakterizira visoka gustoća snage i niska potrošnja goriva. Danska tvrtka **Svitzer** kao jedna od vodećih tegljačkih operatora investirala je u ovaj pothvat, jer drži da je u njenom pa i svačijem interesu ušteda na gorivu i sigurne i okolišu naklonjene operacije koje nudi ovakav koncept tegljača.

Tijekom proteklih godina oni su i sami razvili vlastiti tip ECO tegljača, a novi CNG tegljač je očit korak u nastojanju da ostanu tegljačka kompanija s dokazanom brigom za zaštitu okoliša.

P.S. : Kako znamo, **CNG** je prirodni plin koji se nalazi obično povrhu uljnih ležišta, glavni sastojak mu je metan, a taj se plin distribuira u plinovitom stanju pod visokim tlakom (205 do 275 bar) u čvrstim okruglim čeličnim tankovima. Uglavnom se rabi za pogon cestovnih vozila. Pošto je u plinovitom stanju ne otapa ulje u kućištu mehanizma čime se produžava vijek trajanja mazivog ulja.

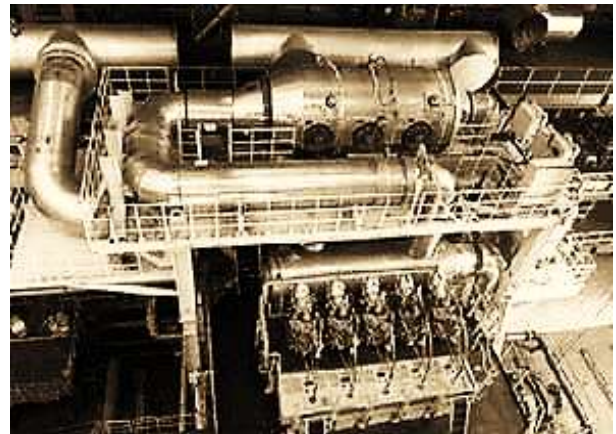
professionalmariner.com/Web-Bulletin

U Kini Wärtsilä proizvela prvi dvokretni motor s SCR sustavom

Wärtsilä je lansirala prvi dvokretni motor s ugrađenim sustavom visokotlačne selektivne katalitičke redukcije (**SCR**). Radi se o petorocilindarskom dvokretnom sporohodnom dizelskom motoru **Wärtsilä RT-Flex 58T-D** kojeg je izradio „**Hudong Heavy Machinery - HHM**“ u Kini.

Ovaj sustav **HHM** je razvio u kooperaciji s „**Winterthur Gas & Diesel - WinGD**“ te u zajedničkom pothvatu Wärtsilä-e i „**China State Shipbuilding Company – CSSC**“, a biti će ugrađen u novi višenamjenski brod koji se gradi u brodogradilištu **Quhua** po narudžbi brodaru „**China Navigation Co. - CNco**“. Bit će isporučen u drugom kvartalu ove godine. Wärtsilä tvrdi da je ovo prvi SCR sustav koji je sposoban zadovoljiti IMO-ove Tier III limite za NO_x emisije.

To je postignuto na način da je SCR reduktorska jedinica smještena između ispušnih ventila i ulaza plinova u turbopuhalo. U nju se injektira otopina ureje koja reagira i eliminira NO_x sadržaj u ispušnim plinovima. Ovaj kompaktan i učinkovit sustav je konstruiran tako da ne ometa djelovanje di-



SCR reaktorska jedinica ugrađena u RT-Flex 58TD sporohod – ni dizelski stroj – image Winterthur Gas & Diesel

zelskog stroja, ili utječe na potrošnju goriva. Na svečanoj ceremoniji održanoj 23/01/15 u tvornici **CSSC-MES Diesel (CMD)** u Lingangu u Shanghaiju održana je prezentacija novog sustava SCR reduktorske jedinice na koju su ponosni i proizvođači i konstruktori. Svi oni smatraju da ovo rješenje predstavlja važnu prekretnicu, ali se neće stati samo na tome. I dalje će se tražiti nova rješenja i poboljšanja na svim područjima u postizanju sukladnosti s Tier III limitima. U brodarskoj kompaniji **CNCo** izjavljuju da će na svih 15 brodova koji se za njih grade i na kojima će biti ugrađeni suvremeni Wärtsilä RT-Flex motori proizvedeni u HHM biti primjenjeno ovo rješenje. Smatraju da će to biti najučinkovitiji brodovi toga tipa i veličine.

ship-technology.com/news

ABB će isporučiti komplet elektropropulzijske opreme za Tallink-ov veliki brzi trajekt koji će trošiti LNG

Novi ogromni trajekt kojeg je naručila estonska brodarska tvrtka **Tallink Group AS** imati će dizel-električnu propulziju, a kao gorivo trošit će LNG. Saobraćati će na redovnoj liniji Tallin – Helsinki. Ovaj brod od 49.000 BRT i dug 212 metara moći će prevoziti 2,800 putnika servisnom brzinom od 27 čv.

Linija Tallin – Helsinki je jedna od najznačajnijih na Baltiku. Godine 2013. linija je imala promet od 7,4 milijuna putnika. S obzirom da će brod trošiti prirodni ukapljeni plin zadovoljit će nove striktno propise za ECA pod-ručja u koja je uključen i Baltik.

U prosincu 2014. Tallink i finsko brodogradilište **Meyer Turku Oy** potpisali su pismo namjere (Letter of Intent – LOI) o gradnji tog broda, isporuka kojeg je planirana u 2017.



Crtani prikaz novog Tallink trajekta
Credit: Meyer Turku Oy

Istovremeno, poznata tvrtka **ABB (Asea Brown Boveri)** objavila je da je zaprimila narudžbu za isporuku kompletnog postrojenja za proizvodnju električne snage, sustava električne propulzije i rješenja za upravljanje energijom za ovaj brzi „ropax“ trajekt.

Između ostalog oprema će sadržavati generatore srednje voltaže, potisne propulzijske sinkrone motore s **ACS600SD** pretvaračima, propulzijskim transformatorima i rasklopnim pločama.

ABB će također isporučiti inženjering, upravljanje projektom i usluge primopredaje uključujući i daljinske dijagnostičke usluge, sveobuhvatnu izobrazbu posade te pristup ABB globalnoj servisnoj mreži, što će osigurati stručnu servisnu službu u obje ukrajne luke.

Energetska učinkovitost novog trajekta bit će

ojačana s ABB sustavom **EMMA** za upravljanje energijom. Time će se gubici energije svesti na najmanju moguću mjeru, jer će posada sama moći upravljati procesima povezanim s energijom i donositi odgovarajuće odluke.

Prilikom konstruiranja ovog „zelenog“ broda u projekt su s velikom pomnjom uvršteni redukcija svih emisija te smanjenje svih otpadaka uz pojačano recikliranje istih.

Od godine 2002. do 2009. Meyer Turku je isporučio Tallinku seriju od šest novih naprednih trajekata. Na osnovi iskustva s ovim brodovima Tallink ima potpuno povjerenje da će i ovaj put to brodogradilište dokazati svoj vrhunski kvalitet.

ingworldnews.com/abb-tech-ordered

Zamakona Shipyards S.A. Bilbao isporučio drugi brod za ulov i smrzavanje tuna „Ljubica“

U listopadu prošle godine **Zamakona Yards S.A.** iz Bilbaoa isporučio je i drugi brod za oceanski ulov i smrzavanje tuna „**Ljubica**“ za naručitelja **Jadran Grupu** iz Ekvadora i Paname (**Pesqueria Miriam SA**). Ceremoniji primopredaje koja je održana u Getxo (Bizkaia) nazočilo je oko 200 ljudi uključujući predstavnike vlasti i goste. Tu je bila i kuma broda 7 - godišnja djevojčica Matea Perić, zatim Diego Miletić predsjednik Jadran Grupe i Pedro Garaygordobil predsjednik Zamakona Yards Grupe.



„**Ljubica**“, ribarski brod za ulov i smrzava-



Ceremonija primopredaje „Ljubice“, govori predsjednik Zamakone, iza njega stoji vlasnik D. Miletić s malom kumom Mateom

nje tuna dug je 89 m i širok 14 m. Opremljen je tankovima za ribu od 2 tisuće m³, opremom za ribarenje na lovnim područjima Pacifika pomoću sustava lovnih zapreka („fence“).

Brod vrijedan 35 milijuna US\$ opremljen je s velikom količinom vrhunske sofisticirane tehnologije kako bi se zadovoljili svi zahtjevi naručitelja. Konstruirala ga je tvrtka „Cintranaval- Defcar S.L.“. Ima komforne nastambe za smještaj 35 osoba. Ovaj brod uvjerljiv je dokaz stupnja specijalizacije kojeg je Zamakona Yards postigao u gradnji ribarskih brodova.

Glavni propulzijski motor **MAK 9M32C**, od 4.500 kW, 750 o/min pogoni **Reintjesov** propeler promjenjiva uspona. Ima i pramčani tunelski potisnik od 500 kW, te uređaje i kompresore za brzo zamrzavanje tuna.

zamakonayards.com

„Pioneering Spirit“ (ex „Pieter Schelte) – ogromni brod za polaganje podvodnih cijevi i postavljanje ili uklanjanje platformi

„*Pioneering Spirit*“ (Pieter Schelte) je novi brod u floti tvrtke **Allseas S.A.** globalnog predvodnika u polaganju off-shore cjevovoda, te radovima na podvodnim strukturama. Uprava tvrtke je u Švicarskoj, a na čelu joj je **Edward Heerema**. Tvrtka ima operacijske podružnice u Belgiji i Holandiji te predstavništva po svijetu. Neki su ovaj ogromni brod okrstili najvećim brodom na svijetu, što je upitno, jer ocjena ovisi o tome kako definiramo „brod“, a kako definiramo „najveći“. Ovaj brod je ustvari malo kraći ali i znatno širi nego Maersk Tripple E-Class nosač kontejnera. Međutim, nije njegova veličina ono što zadivljuje, već ono što taj brod može uraditi.

Može se reći da je „*Pioneering Spirit*“ križanac između broda i divovskog vrlo spretnog robota. U osnovi, to su dva razmaknuta brodska trupa spojena s širokom centralnom radnom platformom (slično katamaranu) koja nosi i nadgrađe. Brod je dijelom namijenjen polaganju podvodnih cjevovoda, a dijelom postavljanju i uklanjanju platformi. To znači da platforme mogu biti izgrađene na obali i isporučene na njihovu lokaciju; kad ih se više ne treba mogu se premjestiti na neku novu lokaciju, ili se mogu odvesti na obalu radi razgradnje.

Brod na pramčanom dijelu ima međupramčani razmak koji je dovoljno širok (59 m) i dug (112 m) za podizanje cijelih platformi. U tu svrhu na trupovima je pobočno montirano osam dvostrukih nosivih horizontalnih krakova, sa svake strane po četiri. Kad se brod postavi tako da se platforma nađe među trupovima, nosivi krakovi se hidraulički produže i čvrsto uklješte na nogare platformi. Pri tome se brod zahvaljujući svom aktivnom kompenzacijskom **DP3** sustavu održava u savršeno ravnom imirnom položaju, čak i u uvjetima nemirnog mora i valova visokih do 3,5 metra. Nakon što se krakovi spoje za vertikalne nosače platformi, tada brod debalastiranjem izvuče platformu iz njenog postolja. Operacijski gaz broda iznosi između 10 i 25 m. Poslije toga stražnja dizalica



Prednja strana broda s nosivim krakovima – image Allse



Prednja strana broda s nosivim krakovima – image Allseas



Brod s podignutom platformom na sebi – image Allseas

s nagibnim podiznim krakovima izvlači postolje platforme i polaže ga vodoravno na stražnji dio broda. Kapacitet podizanja za platforme iznosi 48.000 t, a za postolje 21.000 t. Mogu se podizati platforme s razmakom nogara do 58 m i postolja visoka do 70 m. I platforme s gravitacijskim postoljima (obično betonskim) mogu se podizati, ali tada se na kliješta horizontalnih krakova umetnu posebni podmetači. Osim horizontalnih nosivih krakova na prednjem dijelu broda, na krmi se nalaze dvostruki pregibni podizni krakovi za rukovanje postoljima platformi, a služe i kao dizalica za podizanje i spuštanje raznih modula, mostova i slično. Zahvaljujući svom obliku i veličini ovaj se brod i bez sustava dinamičkog pozicioniranja dosta mirno ponaša na uzburkanom moru. Allseas je najavio da, nakon što se brod u praksi potvrdi, imaju namjeru graditi još veći brod od ovoga kako bi se moglo rukovati i s najvećim postojećim platformama. Taj bi brod mogao biti spreman za operacije negdje u 2015. godini.

Pioneering Spirit, građen u južnokorejskom brodogradilištu **Daewoo (DSME)** Geoje, dug je 382 i širok 124 m. Nakon izgradnje i ugradnje sofisticirane opreme brod je vlastitom snagom doplovio 08/01/2015 u **Alexiahaven, Maasvlakt, Europort – Rotterdam**. Tu je roterdamska luka iskopala za njega poseban bazen, gdje će mu se montirati osam dvostrukih hidrauličnih podiznih krakova (koje u Italiji gradi tvrtka **Cimolai**), i gdje će se nakon montaže krakova raditi testovi podizanja. Očekuje se da će završno opremanje i testovi biti dovršeni negdje u trećem kvartalu 2015. kada će brod biti potpuno spreman za operacije. Prema izjavi Edwarda Heereme sveukupna cijena ovog broda će iznositi oko 2,4 milijarde eura.

Brod je originalno imenovan po brodom strojaru **Pieteru Scheltea Heerema**, osnivatelju ove tvrtke i ocu Edwarda Heereme, sadašnjem vlasniku tvrtke Allseas. Ime njegova oca izazvalo je prijepore u javnosti, jer je Pieter Schelte Heerema do kolovoza 1943. služio u Waffen-SS postrojbama, a zatim se tajanstveno pridružio pokretu otpora u Nizozemskoj. Poslije rata bio je uhićen i osuđen na tri godine zatvora zbog toga jer je bio pomoćnik upravitelja jedne nizozemske tvrtke koja je prikupljala radnike za prisilni robovski rad u njemačkoj ratnoj industriji. Kad je sve to u javnosti postalo poznato sa svih strana podigli su se oštri protesti, tražeći da se brod preimenuje. Edward Heerema se tome isprva protivio, ali je u poslovnom interesu ipak bio prisiljen preimenovati ga. Pieter Schelte je u zatvoru proveo samo pola presuđenog vremena, a ostatak mu je oprošten zbog njegove važne uloge u nizozemskom pokretu otpora.

Propulzija je dizelelektrična. Brod je opremljen sa osam MAN dizelskih agregata od po 11,5 MW i jednim 4 MW lučkim agregatom. Agregati su smješteni u četiri odvojene strojarnice. Agregati s ukupno raspoloživom snagom od **95 MW**, preko pretvarača napajaju **12** zakretljivih podtrupnih potisnika. Oni prvenstveno služe za precizno dinamičko pozicioniranje (**DP3**), a onda i za plovidbu. Najveća tranzitna brzina iznosi 14 čv. U nastambama s dvo-krevetnim kabinama ima mjesta za smještaj 571 osobe.

Spajanje i spuštanje podvodnih cijevi obavlja se uzduž centralne linije broda. Cijevne sekcije dugačke 12 m ukrcavaju se vlastitim dizalicama i slažu na palubu ili izravno u jednu od radionica za dvostruko varenje spojeva (var izvana i iznutra). Tu se odvijaju razni procesi (ukošenje krajeva cijevi, zagrijavanje, automatsko zavarivanje krajeva cijevi izvana i iznutra, hlađenje, pjeskarenje i ultrazvučno ispitivanje spoja, postavljanje zaštitnih obloga, dovođenje na izlaznu liniju nazvanu „**firing line**“ i spajanje pripremljene sekcije cijevi s već gotovim cjevovodom kojeg podržavaju 4 „**tensionera**“ od po 500 tona.

Kad su svi ovi procesi dovršeni cjevovod se polagano spušta u more preko naprave zvane „žalac“ (**stinger**) tj. podvodne vodilice za polaganje cjevovoda. Taj zakrivljeni „žalac“ dug 170 m ovješten je na pramcu u otvoru između dvaju trupova, a kad brod treba raditi na platformama onda se on skida i polaže na teretnu baržu. Svi navedeni procesi obavljaju se uglavnom automatski, ali ipak potrebna je ljudska prisutnost radi svih onih poslova koji se ne mogu izvršiti automatski, te radi rukovanja uređajima i stalnog nadzora i upravljanja svim procesima preko monitorskih zaslona. Maksimalni promjer cijevi skupa sa oblogom iznosi od 2 do 60 inča.

Pioneering Spirit je sposoban rekordnom brzinom polagati podmorske cjevovode u plitke ali i duboke vode, te ih ukopavati i zaštititi. Brzina polaga-

nja cjevovoda premašuje sve do sada viđene brzine na drugim sličnim brodovima. Kapacitet ukrcanih cijevi na palubi iznosi 27 tisuća tona. Opisana oprema za polaganje podmorskih cjevovoda na ovom brodu posljednja je riječ ove specifične tehnologije. Brod nosi i **ROV** podvodnu ronilicu potrebnu za nadzor radova na morskom dnu.

allseas.com/uk
en.wikipedia.org/wiki/allseas

STENA GERMANICA – prvi brod koji troši metanol

Ro-pax trajekt „*Stena Germanica*“ nakon dvomjesečne rekonstrukcije u poljskom brodogradilištu „**Remontova**“ u Gdansku ponovno je zaplovio 27/03/2015. U tom su brodogradilištu njegovi propulzijski dizelski motori preinačeni da troše metanol. To je prvi trgovački brod na svijetu koji kao glavno gorivo troši metanol.

Ovaj veliki trajekt za krstarenje tipa „**Seapacer**“ sagrađen je 2000. godine u Španjolskoj kao zadnji iz serije od četiri trajekta istog tipa.

Trenutačno je najveći trajekt Stena Line-a na skandinavskom području koji od kolovoza 2010. plovi u službi na redovnoj liniji Gothenburg – Kiel. Dug je 240 m, širok 29 m s gazom od 6,1 m i tonažom od 51.837 BRT. Ima kapacitet od 1.300 putnika i 300 vozila. Brzina broda je 21,5 čv.

Pogonsko postrojenje ima četiri propulzijska dizelska motora **Sulzer 8ZAL40S** ukupne snage 24 MW koji pogone dvije propelerske osovine s vijcima promjenjiva koraka.

Projekt konverzije na metanol ostvaren je tehničkom suradnjom između tvrtki „**Stena Teknik**“, „**Wärtsilä**“ i „**Metanex**“. Tehnički nacrti metanol insta-



„Stena Germanica“ - Credit: Stena Line

lacija dovršeni su 2013., a prethodni laboratorijski pokusi na modificiranom **6ZAL40S** motoru u trajanju od 3 dana završeni su u studenom 2014. Lloyd Register je također obavio prethodne studije projekta i izdao odobrenja, a preuzeo je i klasifikaciju broda.

Stena Teknik je izvela instalacijske radove na brodu, prilagodbu tankova teškog goriva za skladištenje metanola te instaliranje odgovarajućih cjevovoda i sigurnosnih sustava, dok je Wärtsilä preuzela preinaku dizelskih strojeva na uporabu dvojnog goriva (**DF**) i to metanola kao glavnog goriva te dizelskog goriva **MDO/MGO** kao pomoćnog. U tu svrhu ugrađene su nove sapnice namijenjene za uštrcavanje jednog ili drugog goriva. Svaki stroj je opremljen visokotlačnom (650 bar) metanolskom pumpom. Nadgradnju broskog sustava automatike izgradila je tvrtka „**Metso**“. Projekt je koštao oko 22,5 milijuna eura, od čega polovicu pokriva Europska Unija putem svog „**Trans-European Transport Networks - TEN-T**“ programa. Za ostvarenje ovog projekta bilo je potrebno osmisliti i instalirati opskrbeni sustav za metanol, osigurati odgovarajuće brodove za bunkiranje metanola i skladišne tankove tog goriva u obje luke.

Alkoholna goriva - metanol jednako kao i etanol, kad se rabe kao gorivo u benzinskim motorima s paljenjem na iskru, izgaraju na nižim temperaturama od benzina. Oba su manje hlapljiva, a startanje motora je otežano pri niskim temperaturama. U usporedbi s

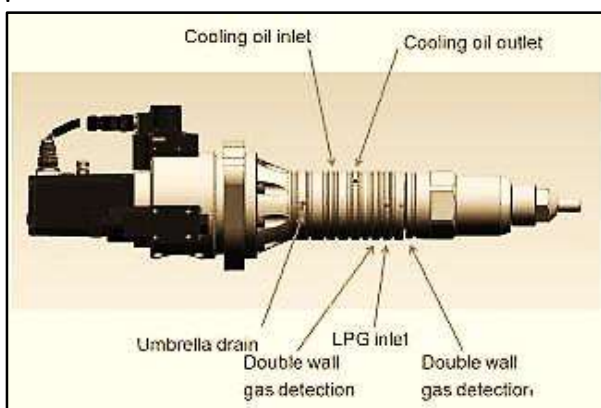
benzinom, uporaba metanola u ovakvim strojevima može dati povećanu toplotnu učinkovitost i pojačanu izlaznu snagu zbog svog visokog oktanskog broja (114) i visoke topline isparavanja. Za izgaranje metanola u dizelskim strojevima potrebno ih je posebno prilagoditi.

Metanol je bezbojna tekućina koja se može lako proizvesti iz prirodnog plina, ugljena, bio-mase ili ugljičnog dioksida. Emisije štetnih plinova ugrubo su podjednake onima koje nastaju pri izgaranju LNG-a. Druga prednost metanola kao goriva je ta da je on pri ambijentalnim temperaturama u tekućem stanju, tako da se može uskladištiti u normalne tankove koji nisu pod tlakom. U svijetu se metanol proizvodi u velikim količinama jer služi kao sirovina u industriji. Mreža isporuke metanola vlakovima, kamionima ili brodovima već je dosta raširena po svijetu. Mane metanola su da je vrlo toksičan, a i korozivan prema nekim metalima, pa je u njegovoj primjeni potrebno poduzeti posebne zaštitne i sigurnosne mjere.

gcaptain.com/stena-germanica-worlds-first-methanol-powered-ship-enters-service/
[en.wikipedia.org/wiki/MS_Stena_Germanica_\(2001\)](http://en.wikipedia.org/wiki/MS_Stena_Germanica_(2001))
ship-technology.com/projects/stena-germanica-ropax-ferry/

Tvrtka MAN uspješno predstavila ME-LGI – dvokretni dizelski stroj na metanol

17/03/2015 u svom „**Diesel istraživačkom središtu**“ u Kopenhagenu tvrtka **MAN Diesel & Turbo** (u daljnjem tekstu **MAN**) uspješno je predstavila svoj **ME-LGI** koncept dvokretnog sporohodnog dizelskog stroja koji može trošiti tekuća goriva s niskom temperaturom plamišta, kao što su metanol, **LPG**, dimetilni eter (**DME**), (bio)-etanol i druga. Predstavljanju su bile prisutne sve zainteresirane strane; klijenti i partneri – uključujući **Westfal-Larsen**, **Marinvest**, **Waterfront Shipping / Methanex**, **MES**, **HHI-EMD**, **MOL** i **Minaminippon**. U ovu svrhu, za ispitivanje **ME-LGI** koncepta prilagođen je probni stroj **50MX**.



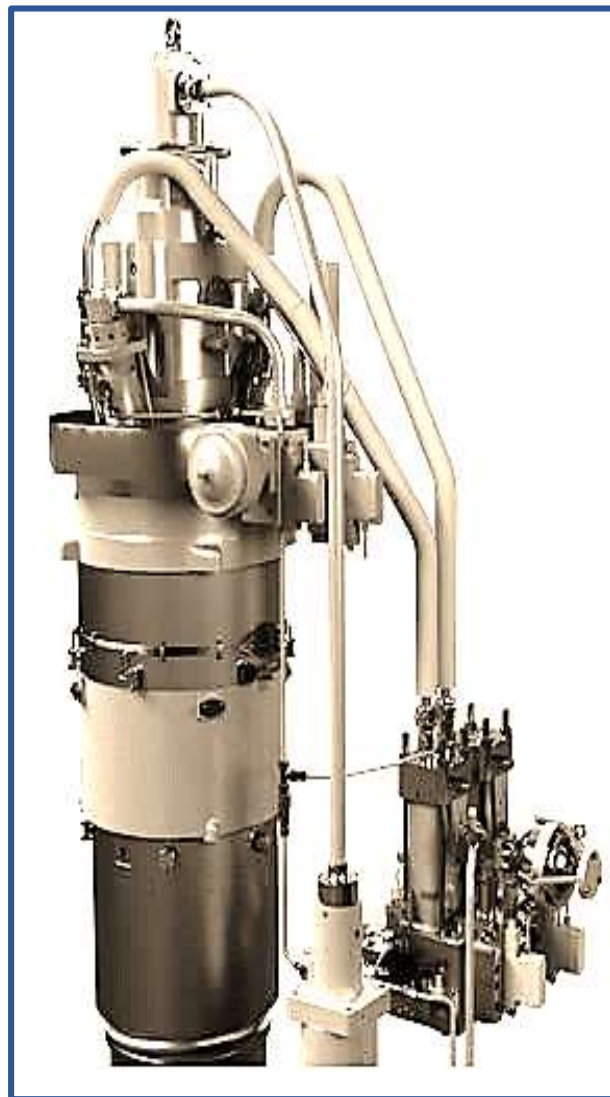
BFIV ventil za ubrizgavanje metanola – Credits: man.eu

Do danas, MAN je dobio narudžbe za 7 ME-LGI strojeva (u varijantama **7S50ME-LGI** i **6G50 ME-LGI**) od tvrtki „Mitsui O.S.K. Lines“, „Marinvest“ i „Westfal-Larsen“. Prvi od tih strojeva proizvesti će „Mitsui Engineering & Shipbuilding Co. Ltd. – MES“ za brod koji „Minaminippon Shipbuilding Co., Ltd.“ trenutačno konstruira za „Mitsui O.S.K. Lines, Ltd.“

MAN je već najavio da pomoću dodatnih tehničkih mjera radi na verziji ME-LGI stroja koji će zadovoljavati IMO Tier-III NO_x ograničenja. Za brodove koji plove u IMO Emission Control Areas (ECAs) metanol pruža rješenje koje zadovoljava propise u pogledu sumpornih emisija u tim područjima.

Prefiks „ME“ označava da novi ME-LGI stroj koristi već uspješno dokazani koncept elektroničke kontrole, a „LGI“ je kratica za „Liquid – Gas Injection“. Ubrizgavanje goriva za ovaj stroj obavlja se s ubrizgačem nazvanim „Booster Fuel Injection Valve - BFIV“ posebno razvijenim za ME-LGI stroj.

Poteškoće koje se javljaju zbog niskog cetanskog broja i niskog plamništa metanola i njemu sličnih tekućih goriva uspješno se prevladavaju koristeći se dobro uhodanim ME-GI principom ubrizgavanja pilot goriva (MGO ili MDO). Princip rada i sigurnosni koncept ME-LGI stroja podjednak je već



Oprema cilindra za izgaranje metanola – Credits: man.eu

prihvaćenom i dokazanom konceptu ME-GI stroja. Pri ubrizgavanju goriva pomoću novokonstruiranog BFIV ventila, putem hidraulične snage podiže se tlak goriva koje se ubrizgava sa 300 bar na 600 bar.

Mnogi brodovi koji prevoze metanol ili LPG već godinama plove oceanima. S održivim, prikladnim i ekonomičnim gorivom koje se već nalazi na brodu, korištenje malog dijela tog tereta za propulziju broda ima mnogo smisla. U MAN-u ističu da očekuju kako će, osim ugradnje ME-LGI motora u nove brodove, na već postojećim brodovima po razumnim cijenama biti moguće sve njihove dvokretne sporohodne motore naknadno preinačiti tako da troše metanol ili LPG.

worldmaritimenews.com/archives/87850/denmark ...
marineinsight.com/shipping-news/man-succesfully...
marine.man.eu/two-stroke/two-stroke-engines/
/me-lgi-applications

Da li je ograničen rast kontejnerskih „mega“ brodova?

Svjedoci smo da svako malo svjetlo dana ugledaju sve veći i veći kontejnerski brodovi. Godine 2006. najveći nosač kontejnera na svijetu bio je „**Ema Maersk**“ s kapacitetom od 14.770 TEU. Prvi kontejnerski *mega-nosač* „**Maersk McKinney Møller**“ **Tripple-E** tipa, kapaciteta 18.000 TEU kontejnera krenuo je na prvo putovanje u lipnju 2013. Iza toga, u studenom 2014. na prvo putovanje krenuo je m/v „**Globe**“ kapaciteta 19.100 TEU kineskog brodarka „**China Shipping Container Lines**“ (CSCL). Pogoni ga ogromni dizelski motor **MAN B&W12S90ME-C** snage **69,720 kW** pri 84 o/min. Motor visok 17 m slovi kao najveći dizelski motor ikad sagrađen.

Ali, gle čuda, nakon samo 53 dana, 03/12/14 ulazi u eksploataciju još veći brod nosač kontejnera tvrtke „**Mediterranean Shipping Company - MSC**“ „**MSC Oscar**“ kapaciteta 19.224 TEU. Nakon samo dva mjeseca 31/03/15 slijedio ga je i njegov blizanac „**MSC Oliver**“. MSC Oscar i MSC Oliver su prva dva iz „Olimpic serije“ od šest „**Ultra Large Container Ships - ULCS**“ koji se grade u južnokorejskim brodogradilištima.

Pionir kontejnerskog prijevoza bio je američki poduzetnik **Malcolm McLean**. Prvi pokušaj bio je kada je prepravio jedan stari tanker. Nazvao ga je „**Ideal-X**“ i na njegovoj palubi 26/04/1956 od Newarka do Houstona prevezao 58 trailerskih „**boksova**“ kojima su skinuti točkovi. Taj je pothvat označio prekretnicu u prijevozu generalnog tereta koja je promijenila svijet i potaknula globalizaciju.

Slijedio je razvoj tipova brodova koji mogu krcati kontejnere ne samo na palubi nego i u utrobi



Picture: Samsung Heavy Industries

broda. Kontejneri su standardizirani, a uveden je „**intermodalizam**“, pojam koji označava uporabu vlakova, brodova i cestovnih tegljača za neometanu i što bržu dostavu kontejnera od prodavača ili proizvođača do njegova naručitelja.

Iako je već ranije bilo prekoceanskog prijevoza kontejnera preko Pacifika za potrebe američke vojske, McLeanova tvrtka „**Sea-Land**“ je 1966. godine brodom „**Fairland**“ krenula iz New Jerseya za Rotterdam s 236 kontejnera. Takvi su brodovi koji su plovili u prekoatlantskoj službi imali vlastite mostne dizalice za rukovanje kontejnerima. Prošlo je dosta vremena prije nego su izgrađeni kontejnerski terminali s praktično osmišljenim kontejnerskim dizalicama. Neki od prvih takvih brodova osim kontejnera nosili su i generalni teret u koletima. U slijedećim desetljećima prošlog i ovog stoljeća mnoge američke i europske brodarkske kompanije počele su graditi sve veće i veće kontejnerske brodove povodeći se principom „**ekonomije razmjera**“; što veći kapacitet – to jeftiniji prijevoz, pogotovu kad su se počeli graditi „**post panamax**“ kontejneraši koji su bili širi od ustava panamskog kanala. Ti su brodovi mogli prevoziti više od 4.000 kontejnera što je promijenilo međunarodnu strukturu trgovanja i omogućilo nastavak trenda stalnog porasta kapaciteta kontejnerskih brodova. Isto tako, na strateški odabranim pozicijama izgrađeni su prostrani čvorišni terminali za velike prekoceanske kontejnerske brodove, dok se saobraćaj s manjim satelitskim terminalima odvija kontejnerskim brodovima manjeg kapaciteta, u tzv. „**shuttle-service**“, tj. „**feeder**“ službi.

Danas se u svijetu 90 % generalnog tereta prevozi u kontejnerima, uključujući i rashlađena dobra, a prijevozni troškovi su svedeni na ispod 1% maloprodajne cijene prevezenih dobara, što je zanemarivo u usporedbi s ranijih desetak postotaka - u ona prijašnja vremena kada se takav teret prevozio u koletima, vrećama, sanducima, na paletama i slično. Danas se u gradnji kontejnerskih mega-brodova velika pažnja posvećuje i energetske učinkovitosti te zaštiti okoliša.

Mnogi stručnjaci su mišljenja da su u natjecanju brodara za izgradnju kontejnerskih brodova sve većeg i većeg kapaciteta u tom pogledu već dostignute granice tehničke izvodivosti. Da bi se omogućilo pristajanje ovih divovskih brodova moralo se produbiti pristane na čvorišnim terminalima i proširiti površine za slaganje kontejnera te osigurati željezničke i cestovne terminale za njihovu nesmetanu otpremu ili dopremu. Neki današnji mega-kontejneraši već su toliko veliki da ne mogu pristati u nijednom terminalu u SAD-u, pa trenutačno plove samo na relacijama Azija – Europa i Mediteran. Kapacitet tih brodova sada se podiže dodavanjem još jednog gornjeg sloja kontejnera.

Tvrtka „**CMA-CGM**“ naručila je od korejskog „**Hanjin Heavy Industries & Construction - HHIC**“ tri kontejnerska **ULCC** mega-broda kapaciteta 20.600 TEU-a koji će se graditi u njihovom filipinskom brodogradilištu „**Subic Shipyard**“. Ovo brodogradilište ima najveći dok na svijetu dugačak 550 m i širok 135 m, pa je sposobno graditi dva takva broda odjednom. Njihova isporuka započet će u drugoj polovici 2017.

Nedavno je vodeći graditelj kontejnerskih brodova južnokorejski **Samsung Heavy Industries** objavio je da je od brodara „**OOCL**“ iz Hong Konga 01/04/2015 primio narudžbu za izgradnju šest ultravelikih kontejnerskih nosača kapaciteta 21.000 TEU-a, i to nakon što je mjesec dana ranije od japanske tvrtke „**MOL**“ dobio narudžbu za izgradnju 4+2 broda kapaciteta 21.150 TEU-a. Prva isporuka tih brodova očekuje se koncem također u 2017-oj.

Izum kontejnera - te dosta jednostavne čelične kutije - učinio je prijevoz dobara mnogo jeftinijim i time promijenio karakter svjetskog gospodarstva. Na koncu, može se slobodno reći da je „**era kontejnerizacije učinila svijet manjim, a svjetsku ekonomiju većom**“, kao što reče **Mark Levinson**, autor knjige „**The Box**“ o kontejnerima.

costamare.com/industry/shipping_container_history
[marineinsight.com/shipping-news/...](http://marineinsight.com/shipping-news/)
gcaptain.com

Ispušni plinovi glavnog motora pogone plinske turbogeneratore

MAN Diesel & Turbo osmislio je novi način korištenja otpadne topline svojih dvokretnih sporohodnih dizelskih strojeva i nazvao ga je **TCS-PTG** („**Turbo Compound System with Power Turbine and Generator**“). Prva primjena ovih uređaja ostvarena je u **Panami** na proširenju električne centrale u **Mirafloresu**.

Proširenje te elektrane sačinjavaju dva **12K80MC-S** stroja s visokoučinkovitim **TCA88** turbopuhalicama. Svaki motor je opremljen turbo-komponentnim sustavom **TCS-PTG22** s turbogeneratorom. Obje ove jedinice ukupno dodavaju još **3 MW** snage na **80 MW** električne snage koliko iznosi proširena snaga elektrane u Mirafloresu.

Usporedno s uspješnom primjenom na kopnenom energetskom postrojenju u Panami, u MAN-ovoj **proizvodnoj jedinici u Augsburgu pod nadzorom DNV GL** zavoda uspješno su prošle tvorničku provjeru prihvatljivosti dvije manje jedinice (**TCS-PTG20**) koje će se ugraditi na motore dvaju brodova nosača kontejnera od 4.700 TEU koje trenutačno za njemačkog brodara „**Reederei Horst Zeppenfeld**“ gradi kinesko brodogradilište „**Samjin Shipbuilding**“ u Weihai.

Svaki ovaj brod bit će pogonjen sporohodnim motorom **MAN B&W 6S80ME-C9.2** od 27.060 kW s **TCA88** turbopuhalicama i s **TCS-PTG20** jedinicom. Svaka ta jedinica slati će u električnu mrežu dodatnih **920 kW**.



WHR jedinica TGS-PTG20, u pozadini jedinice TGS-PTG22 – image credit man-eu

Ovim načinom brodar će ne samo uštedjeti na gorivu već će također reducirati troškove na dizelskim agregatima, jer će moći smanjiti njihovo opterećenje, ili ih potpuno iskopčati kada TCS-TPG jedinice rade punom snagom.

„MAN SE“ vidi u ovome rastući potencijal za Waste Heat Recovery (WHR) sustave poput ovoga s kojim se može oporaviti do 5% toplotne energije iz ispušnih plinova i tako poboljšati indeks energetske učinkovitosti (EEDI). Treba naglasiti da je ovaj način oporavka topline iz ispušnih plinova omogućen visokom učinkovitošću ispušnih turbopuhala; što veća učinkovitost turbopuhala to se više ispušnog plina može odvojiti za TCS-PTG jedinicu i proizvesti više električne energije.

corporate.man.eu/en/press-and-media/presscenter/Waste-Heat-Recovery-Advances-on-Land-and-at-Sea-109761.html

Nova generacija tankera za prijevoz kemikalija i naftnih proizvoda

„Stena Image“, tanker od 50.000 dwt, prvi u seriji od deset tankera zasnovanih na IMOIMAX konceptu, predan je 08/04/15 tvrtki „Concordia Maritime“ u kineskom brodogradilištu „Guangzhou Shipbuilding International - GSI“. Isporuka slijedećeg

broda blizanca „Stena Important“ slijediti će u zadnjem kvartalu 2015. Brodove iz serije IMOIMAX dizajnirale su tvrtke „Stena Bulk“ i „Stena Weco“, a zajedno ih razvili „Stena Teknik“ i kinesko brodogradilište GSI. Brodovi su naručeni još 2012., u vrijeme kad su cijene bile povoljne. Ovi tankeri biti će među najsofisticiranijim na tržištu i u pogledu energetske učinkovitosti i u pogledu raznolikosti tereta, a namjerava ih se uposliti na „spot“ tržištu.

„Stena Image“ je tanker MR (Medium Range) tipa, dug je 183 m i širok 32 m. Opremljen je s 18 tankova jednakog kapaciteta od 3.000 m³ svaki i sposoban je prevoziti biljna ulja, kemikalije ili naftne proizvode. Svi su tankovi sposobni prevoziti bilo koji od ovih tereta te imaju učinkovit sustav ispiranja s mogućnošću ispiranja četiriju tankova odjednom. Time se znatno skraćuje vrijeme između iskrcaja i ukrcaja.

U usporedbi s drugim takvim tankerima iste veličine, inovativni tehnički dizajn omogućio je u plovidbi servisnom brzinom smanjenje potrošnje goriva za 10 do 20 %.

To je postignuto na slijedeće načine:

- Prvenstveno, sustavom automatskog podešavanja procesa izgaranja koji se kontinuirano odvija u svakom cilindru glavnog motora. Na pomoćnim motorima također je optimirano podešavanje pri djelomičnim opterećenjima.
- Brod je opremljen s tzv. „multi inlet“ kompozitnim kotlom koji koristi otpadnu toplinu iz ispuha glavnog i pomoćnih motora. Dodatno, za lučke potrebe, taj kotao ima i sekciju s uljnim rasprskaćem, tako da je izbjegnuta potreba za posebnim većim bojlerima loženim samo na uljno gorivo.
- S obzirom da svi propeleri gube ponešto od porivne energije rotacijskim vrtloženjem vode iza propelera, taj gubitak djelomice je poništen postavljanjem propelerske glavčine s apsorbirajućim lopaticama za smanjivanje vrtloženja.

- U usporedbi s drugim tankerima iste veličine, primjenom aerodinamičnog nadgrađa u IMOII-MAX tankera smanjuje se otpor vjetru koji u uvjetima teškog nevremena može biti značajan.

Sve navedeno rezultira vrlo štedljivom potrošnjom energije. To će, uz ranije navedene prednosti u fleksibilnom korištenju tankova i raznolikosti tereta kojeg oni mogu ponijeti, omogućiti uspjeh u konkurenciji na tržištu tankera za prijevoz biljnih ulja, kemikalija i naftnih proizvoda.

concordiamaritime.com/en/news/news/2015/...

Otkrivena velika količina nafte na britanskom otoku

Kako javlja **AFP**, jedna naftna istraživačka tvrtka objavila je da je u podzemlju, odmah do zračne luke Gatwick blizu Londona pronašla naftu u količini od 100 milijardi barela. Iako se čini da će se moći izvaditi samo 3 do 15 % navedene količine, tvrtka „**UK Oil & Gas Investment - UKOG**“ je mišljenja da je ovo najveće naftno ležište otkriveno na zemljištu britanskog otoka u zadnjih 30 godina i vrlo je značajno za UK. Otkriće se pojavilo usprkos tvrdnjama vladine organizacije „British Geological Survey“, koja je prošle godine izvijestila da ležišta na britanskom otoku mogu imati samo između 2,2 i 8,5 milijardi barela. Za usporedbu, iz ležišta nafte u Sjevernom moru od 1964. s britanske strane do danas je ukupno izvađeno oko 42 milijarde barela.

U stvari, počevši od 19-tog stoljeća pa do danas na britanskom otoku izbušeno je oko 2 tisuće uljnih vrela, a 250 njih još proizvode između 20 i 25 tisuća barela dnevno. Osobito je važno ležište površine 88 km² u Surreyu, gdje za vađenje ulja neće biti potrebno primijeniti kontroverznu metodu „**frackinga**“, kao što to rade danas u Americi.

Ovi početni nalazi na lokaciji blizu Londona sugeriraju vrlo velik volumen ulja, ali su potrebna daljnja istraživanja da bi se utvrdilo koliko se ulja može

izvući. Ukoliko istraživanja budu povoljna UK bi mogao smanjiti rastući uvoz nafte i poboljšati britansku energetske sigurnost i platnu bilancu, izjavljuju iz industrijskog tijela „**United Kingdom Onshore Oil & Gas - UKOOG**“.

news.yahoo.com/100-billion-barrels-oil-ground-nea-london-gatwick-115246305.html

Bakterijama protiv obraštanja trupa

Opće je poznata stvar da je podvodni dio trupa podložan biološkom obraštanju, bilo florom bilo faunom.

Tu prednjače priljepci - morski ljuskavci iz podrazreda vitičara (**cirripedia**) s tvrdom ljuskom i otvorom za hranjenje koji se u larvalnom stadiju lijepe za trup. Obrašteni dio trupa uzrokuje otpor kretanju broda. Borba protiv obraštanja broda do sada se, s manje ili više uspjeha, uglavnom svodila na primjenu posebnih zaštitnih podvodnih premaza. Međutim, neki od tih premaza su toksični i negativno utječu na morsku biosferu, što dodatno komplicira ovaj problem. Idealno bi bilo kad bi se moglo zaštititi i brod i morski ekosustav.

U tom pravcu znanstvenici i drugi stručnjaci dali su se u pronalaženje drugih načina borbe protiv obraštanja podvodnog dijela trupa broda, a koji neće štetiti morskom okolišu.

Tako su istraživači švedskog **Gothenburg Sveučilišta** otkrili molekule poznate kao „**makrociklični laktoni**“, a proizvode ih bakterije. Zapaženo je da smeđa alga koristi navedene molekule da bi spriječila hvatanje ciripeda za njeno lišće. Dodavanjem određene količine tih molekula u današnje podvodne premaze spriječava se hvatanje larvi tih nametnika za podvodni dio trupa. Ovo je u praktičnim eksperimentima bez dvojbe i dokazano. Švedski znanstvenici tvrde da će jedan premaz takve boje tretirane molekulama spriječiti obraštanje za više godina.

S druge strane njemački „**Biomimetički inovacijski centar**“ krenuo je u eksperimente razvoja

zaštitnog premaza koji koristi površinu sličnu dlakavoj strukturi „lebdećeg sjemenja“ i djeluje tako da ne dozvoljava trajno nastanjivanje nametnika na jednom mjestu. U tu svrhu izučavani su kemijski sastav i odlike vanjske površine oko 50 vrsti lebdećeg sjemenja iz Sjevernog mora kako bi mogli kopirati i kreirati sličnu površinu, ali s umjetnim vlaknima uz dodatak silikona. Iako je prva mješavina stvorena i iskušana s pozitivnim rezultatima, do učinkovite primjene ovog zaštitnog sloja na brodski trup još treba uložiti dosta vremena i istraživanja.

Poznat je još jedan način za spriječavanje obraštanja trupa, a to se postiže dodavanjem gljivica („**streptomyces avermitilis**“) u podvodne premaze.

Osim broskog trupa, zagađenje nametnicima (morski crvi, školjke, priljepci, tvrdi ljuskavci, kao što su zvonasti priljepci) događa se i u cjevovodima sustava hlađenja morskom vodom.

Ukoliko su temperatura, „ph“ vrijednost, hranjive tvari itd. povoljni, nametnici nađu povoljan smještaj u cjevodu te mogu narasti u ogromne grozdove koji spriječavaju protok rashladnog mora, osobito ako se radi o dagnjama. Mlade dagnje kada se otkinu putuju cjevovodom i zabiju se u ulazne cijevi raznih izmjenjivača topline. Posljedice su svakome jasne, a to su pregrijavanje strojeva i ubrzana korozija cijevi.

Nasreću, izumljen je učinkovit sustav za spriječavanje tog fenomena, a zasniva se na principu elektrolize. Sustav ima dvije elektrode uronjene u usisnu komoru ili tamo gdje je glavni ulazni protok mora. Kontrolna jedinica dostavlja nametnutu struju na elektrode i nadzire sustav. U operaciji, bakrena elektroda proizvodi ione koji se protokom vode odnose dalje u cjevovod i strojeve. Koncentracija bakrenih iona u otopini je manja od 2 ppm, ali je dovoljna da spriječi morsku faunu i floru da se priljepi za stijene cjevovoda i strojeva. Nadalje, struja na aluminijskoj ili željeznoj anodi proizvodi ione koji se šire po sistemu i proizvode jedan antikorozivni film u cijevima, izmjenjivačima topline, ventilima, te uređa-

jima za hlađenje provijanta i klimatizacijskim jedinicama.

Usput, spomenimo da je otkriveno kako su ljuštura, tj. ploče i „zubi“ zvonastih priljepaka najtvrdja tvar u životinjskom svijetu, daleko tvrdja nego niti paukove mreže.

marineinsight.com/tech/molecules-from-bacteria-to-help-prevent...

Neobični tipovi motora na unutarnje izgaranje

Izumitelji i razni stručnjaci tvrtke „**Duke Engines**“ iz **Aucklanda**, Novi Zeland već su nekoliko godina ozbiljno angažirani u konstruiranju i ispitivanju četverokretnog motora na unutarnje izgaranje aksijalnog tipa bez ventila ili koljenčaste osovine.

Umjesto usisnih i ispušnih ventila upravljanih bregastom osovinom ili pneumatikom u ovom stroju cilindarski blok okružuje pogonsku osovinu i djeluje paralelno s njom. Klipovi u cilindarskom bloku pogone tzv. „**reciprocator**“ – zvjezdastu napravu koja se ljuđa oko pogonske osovine, slično vrtećoj kovanici koja se smiruje na stolu. Središnja točka reciprokatora služi za pokretanje pogonske osovine koja rotira u suprotnom smjeru od reciprokatora.

Ta obrnuta rotacija drži pogonsku osovinu u glatkoj vrtnji, bez torzijskih oscilacija. 5-cilindrični blok rotira čvrsto se prislanjajući na nepo-mičnu okruglu ploču s otvorima u njoj. Otvori služe za usis, ispuh, smještaj svjećica na iskru te ubrizgača goriva.

Na ovaj način motor eliminira složenu operaciju s ventilima i svu težinu koljenčastog mehanizma te sa samo s tri svjećice i tri ubrizgača pokreće motor od pet cilindara. Dukeov stroj proizvodi isto toliko radnih koraka kao i klasični 6-cilindarski stroj, ali s ogromnom uštedom na težini te sa smanjenim gabaritima i brojem dijelova motora.

Opitni 3-litarski 5-cilindarski model ovog stroja već sada s 4.500 o/min proizvodi snagu od čita-

vih 215 KS uz okretni moment od 339 Nm i neznatno nadmašuje performanse dvaju klasičnih 3-litarskih motora, čija je težina skoro 20 % veća i skoro su 3 puta većih dimenzija. Također, ovaj stroj je pokazao visoku neosjetljivost na detonacije s obzirom da operira na nižim temperaturama od usporedivih klasičnih strojeva. Sposoban je raditi s visokim kompresijskim omjerom (14:1) s običnim 91-oktanskim benzinom. U „Duke Engines“ se nadaju kako će daljnjim usavršavanjem postići da stroj koristi alternativna goriva. Stroj je isproban u radu s kerozinskim gorivom za mlaznjake i radio je bez problema čak i bolje nego s benzinom. Za daljnja istraživanja potrebno je prikupiti fondove. Duke je u partnerstvu s američkom tvrtkom „Mahle“ (prijašnji „Cosworth“, UK) spreman komercijalizirati ovu tehnologiju čim se pojavi pravi kupac ili sponzor.

Ovaj stroj izgleda podesan za široku lepezu primjena, od aeronautike, prenosivih generatora i vanbrodskih motora pa sve do „**produživača dometa**“ u „plug-in“ hibridnih vozila. U bliskoj budućnosti to sigurno neće biti automobilska industrija, jer su proizvođači vozila već utopili mnogo novca u njihovu vlastitu tehnologiju novih strojeva.

Ima dosta skeptika koji smatraju da su ovakvi noviteti u duljoj praktičnoj primjeni podložni razotkrivanju ozbiljnih svojstvenih mana. Sve može izgledati idealno na papiru i probnim modelima, ali u većini slučajeva u praktičnoj primjeni iskažu se svi nedostaci, a takvih je slučajeva bilo previše u povijesti inovativnih tehnologija motora na unutarnje izgaranje. Očiti primjeri su **Wankel** i **Stirling** motori.

U slučaju Dukeovog stroja neki misle da bi među ostalim to moglo biti neučinkovito brtvljenje između cilindarskog bloka i fiksne ploče te habanje između klipova i košuljica uslijed njihova vodoravnog položaja.

Glavna zapreka koja zadržava šire prihvaćanje električnih vozila su skupe i teške baterije relativno niskog kapaciteta koje trenutačno stoje na raspolaganju, a njihov daljnji razvoj odvija se puževom brzinom. Tzv. „**Produživači dometa**“ omogućavaju

primjenu manjih i jeftinijih baterija koje mogu zadovoljiti svakodnevnu rutinsku vožnju gradom, dok se za duže vožnje uključuje motor s unutarnjim izgaranjem koji vrti generator za nadopunu baterija.

U svrhe produžavanja dometa u plug-in hibridnih vozila sada se pojavio i linearni tip motora. Taj se motor sastoji od dva klipa koji rade u zajedničkoj komori izgaranja. Klipovi su sa suprotne strane montirani na tzv. „zračnim oprugama“.



Linear motor – Credit: Gizmag

Mehanizmi koji se s druge strane stapala pomiču naprijed – natrag generiraju električnu struju za dopunu baterija. Kao dodatna pogodnost ovaj dizajn omogućava da se komora izgaranja i njen omjer kompresije u nedogled prilagođavaju, bez potrebe za izmjenom dijelova, tako da linearni motor može trošiti razna goriva uključujući dizel, zemni plin ili vodik.

Iako sadašnji „Duke“ stroj trenutačno postoji samo kao model, stručnjaci instituta koji ga razvija vjeruju da se njegova težina može svesti na pedesetak kila s izlaznom snagom od 40 KS. Nekoliko ovih „generatora“ mogu se instalirati jedan uz drugoga da bi zadovoljili zahtjeve raznih vozila.

Kad smo već kod neobičnih tipova motora, valja spomenuti najnoviji motor **DIG-T R 1,5** kojeg je razvio „Nissan“ i ugradio kao drugi dio hibridnog pogonskog postrojenja u svoj električni bolid „Zero Emission On Demand Racing Car - ZEOD RC“. Taj se bolid u lipnju prošle godine s djelomičnim uspjehom natjecao u utrci izdržljivosti „**24 sata Le Mana**“.

DIG-T R ogoljeni trocilindrični stroj teži samo 40 kg. Visok je 500 mm, dugačak 400 mm i širok 200 mm, ali proizvodi impresivnih 298 kW uz najveći okretni moment od 380 Nm pri 7.500 o/min. Nissan tvrdi da njihov motor proizvodi više snage po kilogramu (10 KS / kg) nego motor „formule 1“. Razvijen

žje u suradnji s tvrtkom za maziva „Total“ radi pronalazjenja rješenja za smanjivanje trenja.



40 kg = 400 KS - image credit: Nissan

Na utrci 24 sata Le Mans u Francuskoj prošle godine **Nissan ZEOD RC** bolid postigao je samo djelomičan uspjeh. Prije utrke bolid je uspješno odvezio jedan puni krug rabeći samo električni pogon. U slijedećem pokušaju na ravnom dijelu staze (Mulsanne Straight) njihov bolid premašio je brzinu od 300 km/h. Ali, nažalost, u utrci izdržljivosti nakon odvoženih pet krugova nešto se u reduktorskoj kutiji pokvarilo.

Tipično, oba izvora snage – kompaktni benzinski motor DIG-T R i dva elektromotora od 110 kW s 40.000 o/min - radila su bez zastoja, ali zakazala je reduktorska kutija, upravo klasičan dio pogonskog strojenja.

gizmag.com/duke-engines-axial/3363e/nissan-unveils-revolutionary-engine-...

foxnews.com/leisure/2013/03/13/new-internal-combustion-engine-could-boost-electric-cars/

nissannews.com/en-US/nissan/usa/relies

ABC motori iz Belgije

„**Anglo Belgian Corporation – ABC**“ jedna je od vodećih europskih tvrtki koja proizvodi robustne i pouzdane mehanički upravljane dizelske motore bez elektronike ili samo ako je neophodna i uz nisku potrošnju goriva i maziva. Njihovi se motori odlikuju trajnošću, lakim pristupom radi servisiranja i nižim troškovima održavanja.

Tvrtka je osnovana još 1912. i kroz dugogodišnji rast razvila je motore koji su stekli svoju reputaciju zbog pouzdanosti i trajnosti. Radi jednostavnosti instaliranja i rukovanja te njihove dugovječnosti vrlo su traženi za riječne brodove, obalne ribarice, tegljače, lokomotive te razne primjene u proizvodnji električne energije. Zbog svoje jednostavnosti laki su i za servisiranje. Popravci ili izmjene dotrajalih dijelova te podešavanje ovih motora ne mogu biti lakši niti jednostavniji nego što jesu.

Tvrtka proizvodi više tipova motora i to ove serije: **DX, DZ, (V)DZ, DL36, GENSET, HF/BIO i DUAL FUEL**. Ti motori mogu biti u rednoj (3, 6 ili 8 cilindara) ili „V“ izvedbi (12 ili 16 cilindara).



6DL36 - Image credit: ABC

Najpopularnija je **DZC** serija snage do 2000 kW, koja može trošiti HFO ili razna druga goriva; biodizel dobiven iz biljnih ulja, otpadna ulja iz restorana, životinjske masti ili slično. Proizvodi se već tri desetljeća, a više od 1.500 DZC strojeva još uvijek rade na zadovoljstvo klijenata. Svi strojevi zadovoljavaju

slijedeće ekološke zahtjeve: IMO Tier-2, CCNR, EU3A i EPA Tier 3.

Nova serija **DL36** namijenjena je za propulziju većih brodova kao što su trajekti, obalni i ratni brodovi, jaružala i veliki tegljači. Rabi „**common rail**“ tehnologiju ubrizgavanja goriva i udovoljava IMO Tier-3 zahtjeve. Može se izvesti i s direktnim ubrizgavanjem ili u „dual fuel“ tehnologiji. S motorom **8DL36** (5.200 kW) i sa slijedećom „V“ verzijom koja se priprema (do 10.400 kW) ABC će biti u mogućnosti opskrbiti brodogradilišta s motorima za bilo koji tip ili veličinu broda. U području energetike serija DL36 će moći pokriti snage centrala u rasponu od 20 do 80 MW.

Primjer dosadašnje primjene ABC motora za proizvodnju električne energije po sustavu „**ključ u ruke**“ je električna centrala u **Brazavilleu**, Kongo, od 32,5 MW koja je sagrađena u suradnji s nekoliko tvrtki iz „**Ogepar**“ grupe. Centrala ima instaliranih 10 ABC **16VDCZ** strojeva koji troše HFO. Postrojenje ima park tankova s 3 skladišna tanka od 2.000 m³, zatim dva taložna, dva servisna tanka i dva tanka plinskog ulja od po 30 m³ svaki. 5 separatora i 2 booster sustava za HFO smješteni su u odvojenoj strojarnici. Svaki od generatora proizvodi 3,25 MWe napona 6,6 kV. Taj se napon dalje transformatorima povisuje na 30 kilovolti radi distribucije do lokalne električne mreže. Dva pomoćna transformatora služe za napajanje 400-voltne mreže za potrebe pomoćnih strojeva i uređaja.

abcdiesel.be/en/...

Isporučen prvi iz serije od šest „**Ecobox**“ teretnih brodova

26/03/2015 holandsko brodogradilište „**Ferus Smit**“ isporučilo je brodaru „**Symphony Shipping**“ brod m/v „**Nordana Sky**“, prvi iz serije od 6 posebnih **ECOBX** brodova nove generacije za opći i projektni teret.

Taj je brod dug 122,5 m i širok 17,0 m, ima gaz

7,8 m i istisninu 10.550 dwt. Posebnost mu je što ima samo jedno veliko skladište u obliku kutije zapremnine 429 tisuća cft. Takvo skladište namijenjeno je za posebne terete veće visine, s kojim se po potrebi može ploviti s otvorenim skladišnim poklopcima („**open top**“). Pramac mu je bez bulba (**tipa ECO**), posebnog „**kanu**“ oblika čije su performanse u nemirnom moru vrlo dobre, s umjerenim ubrzavanjima te zadovoljavajućom brzinom u velikim valovima. Nadgrađe je postavljeno na pramcu. Za rukovanje teretom ima dvije dizalice od po 50 i 85 tona smještene na lijevom boku. Propeler promjenjiva koraka i smješten u sapnici.

Na svojem prvom putovanju brod je krenuo za Skandinaviju ukrcaši u Esbjergu djelove za vjetroelektrane, a u Kristiansandu je ukrcao na palubu veliku 500-tonsku dizalicu s zglobnim kranom za SAD. S tim teretom krenuo je na putovanje preko Atlantika. Na priloženoj fotografiji vidi se taj ukrcaji palubni teret.

Holandsko brodogradilište „**Ferus Smit**“ koje postoji već 100 godina ima pogone u **Vesterbroeku**, Groningen. Navoz s bočnim porinućem dug je 145 m. Mostovi i ustave prema moru ograničavaju širinu na 15,87 m, pa je zbog toga Ferus Smit 2000. god. otvorio drugo brodogradilište u susjednoj Njemačkoj, neposredno preko granice u **Leeru**. Brodovi se grade s gotovim opremljenim sekcijama i sastavljaju na navozima. Nordana Sky je sastavljen, porinut i dovršen u Leeru. Ustave u Leeru imaju dimenzije 192 x 26 m.

Današnja suvremena brodogradilišna postrojenja Ferus Smita raspolažu svim potrebnim sredstvima; od 3D modeliranja, CAD-CAM-a pa do vlastitih stručnjaka na poljima hidrodinamike, strukturnog dizajna, IT rješenja, dizajniranja sustava, detalja i opremanja. Dugotrajno stjecanje znanja praksom na koncu se isplatilo, jer je sve to skupa omogućilo da se brodovi grade značajno brže i učinkovitije i na taj način da se konkurira zemljama s jeftinom radnom snagom, a da se pritom zadrži zapadno-europska kvaliteta i pravovremena isporuka.



m/v NORDANA SKY – picture credit Flying Focus

ferus-smit.nl/nb-417-nordana-sky-in-full-operation/

Novi dizajn tankera sa smanjenim balastnim kapacitetom

U višegodišnjem industrijskom projektu „Dalian Shipbuilding Industry China - DSIC“, u bliskoj suradnji s brodarom „Dalian Ocean Ship-ping Co.“ i Lloyd's Registerom dovršen je razvoj ove serije VLCC tankera Suezmax i Aframax tipa sa značajno smanjenim balastom.

U Kini su uvozni naftni terminali smješteni na glavnim rijekama. Prilikom iskrcaja nafte pu-njenjem balastnih tankova riječnom vodom neizbježno se unese i značajna količina blata i pijeska. Količina tog unesenog taloga u tankovima može doseći i do tisuću tona. Rezultat je smanjeni teretni kapacitet, a kao posljedica toga slijedi ekonomski gubitak uslijed prijevoza blata umjesto nafte.

Dodatno, tu su i eventualni troškovi uklanjanja tog blata, kao i poteškoće s nepovoljnim utjecajem na sustav obrade balastne vode. Svi ovi negativni rezultati projektom „Clear Advantage“ umanjeni su redukcijom balastnog kapaciteta tankera za 40 % uz poboljšanje ekoloških, operativnih i financijskih performansi.

U ovom projektu CFD analiza i testiranje na modelima igrali su ključnu ulogu. Primjenjene su i učinkovite naprave za uštedu energije. Uz optimizirane linije trupa tu je i inovativna podjela tankova i bolji

strukturalni dizajn kao i prikladniji razmještaj cjevovoda.

Tankeri s „Clear Advantage“ dizajnom sada su spremni za izgradnju. Ti će tankeri biti podesni ne samo za kineske luke s blatnom vodom nego i općenito za tankere, jer mogu značajno smanjiti utrošak energije na balastnim putovanjima uz smanjenje ispušnih emisija, što brodarima donosi prednosti u tržišnom natjecanju.

maritime-executive.com/article/new-tanker-designs-...

Rosneftova ekspedicija Kara-Winter 2015 za istraživanje arktičkog leda

Iz Murmansk je na ledolomcu „Yamal“ krenula i treća ekspedicija za istraživanje površinskog arktičkog leda koju je organizirao ruski naftni div „Rosneft“ uz podršku „Arktičkog i antarktičkog Instituta“. Svrha ekspedicije je istraživanje površinskog leda, ledenih brijegova i grebena, u okviru programa ovlaštenog iskorištavanja pronađenih uljnih nalazišta u ruskom području Arktika.

Ova ekspedicija najveća je do sada u smislu vrsti istraživanja i broja učesnika (52 uključujući peljare). Uz standardna istraživačka djelovanja na raspolaganju će im biti i bespilotne letjelice, podvodno vozilo „Gnom“ s TV kamerom te radarsko oslikavanje leda.

Studiranje leda u Arktiku je od vitalne važnosti jer ledeni brijegovi predstavljaju veliku opasnost za infrastrukturne objekte koje Rosneft planira postaviti u svrhe bušenja i eksploatacije ugljikovodika. Predstavnik Rosnefta Constantine Kornishina je izjavio da se u Arktiku planira neprekinuta eksploatacija ugljikovodika tijekom cijele godine.

Zanimljive činjenice:

Ruski Arktik sa svojom zaštićenom ekonomskom zonom i epikontinentalnim pojasom zauzima 30 % ukupne površine te zemlje. 43 % površine arktičke regije našeg planeta pripada ruskom sektoru što predstavlja približno 9 milijuna m². Na tom području živi više od 2,5 milijuna ljudi, što iznosi samo 2 % populacije Rusije, ali 40 % populacije čitavog Arktika.

85 % proizvodnje prirodnog plina u Rusiji, ili 20 % svjetske proizvodnje tog plina odvija se u Jamalo-Neneckoj autonomnoj pokrajini. Ta pokrajina ima 234 otkrivena ležišta plina, od kojih je samo 86 do sada komercijalno razvijeno. Sredinom 21. stoljeća 40 do 55 % svjetske potrošnje plina može se pokriti plinom proizvedenim u arktičkom području.



Picture credit: commons wikimedia. org

Nadalje, 22 % pronađenih svjetskih rezervi ulja i prirodnog plina nalaze u arktičkim područjima Rusije, Norveške, Grenlanda, SAD-a i Kanade. Arktičko područje ima najveću razliku između zimskih i ljetnjih temperatura; sve do 100° C (temperature zraka zimi mogu biti i do -70° C, ljeti i do +30° C).

I na koncu, jedna zanimljivost; najzagonetniji fenomen na Arktiku su tzv. „sferuliti“. To su savršeno okrugla kamenja promjera od par centimetara pa do nekoliko metara. Nalaze se rasuti u velikim količinama po otoku Champ u otočju „Franc Josefova zemlja“. Još nije utvrđeno kako su sferuliti

¹ Vidi članak na str. 28 – 30 (Da li je ograničen rast kontejnerskih mega-brodova?)

nastali, ali postoji nekoliko teorija od prirodnog nastanka pa sve do teorije o izvanzemaljskom podrijetlu.

arctic-info.com/news/10-04-2015/rosneft-expedition-..

ABB povećava učinkovitost dizelskih strojeva na najvećim nosačima kontejnera¹

ABB, jedna od vodećih industrijskih grupa u području snage i automatike sa sjedištem u Badenu u Švicarskoj, dizajnirala je nove tipove turbopuhala za najveće kontejnerske brodove u svijetu: „*Globe*“ (brodar CSCL) i „*MSC Oscar*“ (brodar MSC). Zajedno s brodom blizancem „*MSC Oliver*“ to su tri najveća kontejnerska broda bilo kojeg tipa trenutačno u službi. Sva tri imaju ugrađene MAN B&W sporohodne dvokretne dizelske strojeve s ABB turbopuhalima iz serije A100-L.

Ta turbopuhala podižu učinkovitost propulzijskog stroja, smanjuju potrošnju goriva i emisije štetnih plinova, tj. znatno smanjuju emisije ugljičnog dioksida, a zadovoljavaju i IMO Tier 1, Tier 2 i Tier 3 limite kao i emisije NO_x-a. Brod nosač kontejnera kineskog broдача „*China Shipping Container Lines – CSCL*“ m/v „*Globe*“, kapaciteta 19.000 TEU i dugačak 400 m, ima ugrađen gigantski stroj MAN B&W 12S90ME-C Mark 9.2 visine 17,2 m.

To je najveći dizelski stroj ikad do sada izgrađen.

Ovaj vrhunski dvokretni sporohodni dizelski stroj izgrađen je u južnokorejskoj „*Hyundai Heavy Industries – HHI*“. Stroj proizvodi maksimalnih 69.720 kW. snage pri 84 o/min, ali mu je najvećanaga spušte-

na na 56.800 kw Buka i vibracije koje ovaj visoko učinkovit dizelski stroj proizvodnjačajno su smanjene, usljed toga što mu je spuštena maksimalna snaga.

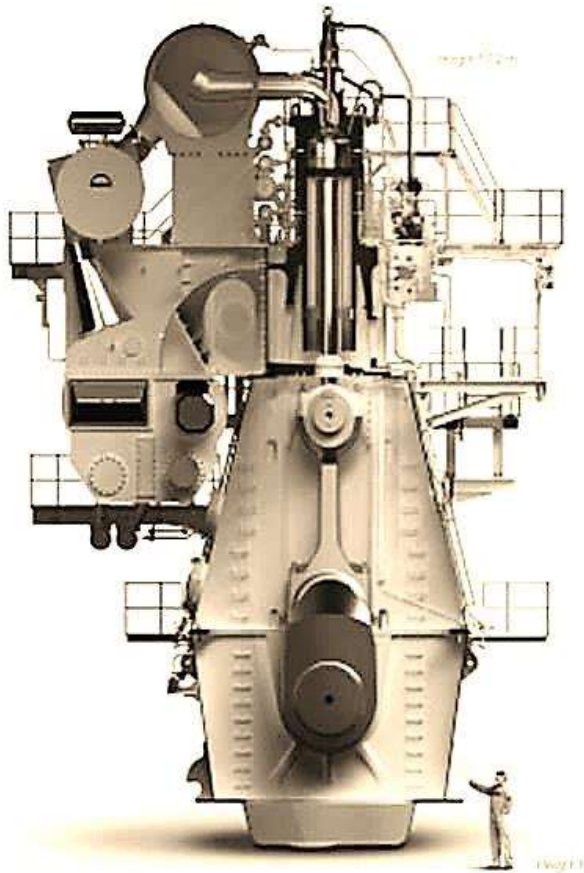


Image credit: MAN Diesel Š Turbo SE

Uz pomoć tri najnovija ABB turbopuhala tipa **A-185-L** stroj je štedljiv i na potrošnji goriva.

Učinkovitost ovog stroja postignuta je i načinom funkcioniranja sustava upravljanja. Taj sustav automatski upravlja potrošnjom goriva sukladno brzini i stanju mora.

Na dva nosača kontejnera kapaciteta 19.224 TEU - „**MSC Oscar**“ i „**MSC Oliver**“ kompanije „**Mediterranean Shipping Company - MSC**“ ugrađen je također dvokretni sporohodni dizelski stroj **MAN B&W 11S90ME-C Mark 10.2**, visine 15,5 m i 25 m dug. Stroj razvija najveću trajnu snagu (MCR) od 62.500 kW pri 82,2 o/min i normalnu trajnu snagu od

56.250 kW pri 79,4 o/min. Ugrađena su tri ABB turbopuhala tipa **180-L** napravljena u **HHI** pod **ABB** licencijom.

Jedinstveni dizajn ovih brodova, osim velike širine od 59 m i dužine od 395,4 m (za približno 5 m kraći od „**Globe-a**“) uključuje okvirnu konstrukciju (tzv. „**torsion box**“) ugrađenu ispod glavne palube oko cijelog broda koja služi za sprječavanje izvijanja trupa.

Stroj ima **Lukoil „iCOLube“** sustav za podmazivanje cilindara i rabi **Lukoil NAVIGO 100 MC** alkalno cilindarsko ulje. Na lopatici kormila postavljen je bulb nasuprot glavčini propelera.

Propeler promjera 10.5 m ima pet krila. Veća krila koja se sporije okreću mnogo su učinkovitija od manjih koja se brže okreću. Propulzijski sustav omogućuje najveću brzinu broda od 22,8 čv.

Ograde grotla izrađene su od limova debljine i do 100 mm. Brodovi imaju dvostruku oplatu trupa u obliku slova **U**. Ovi brodovi su u početku bili određeni da imaju kapacitet od 18.000 TEU-a, ali s dodavanjem još jednog sloja kontejnera povrh postojećih dobio se sadašnji kapacitet od 19.224 TEU, od toga 1,800 rashlađenih kontejnera; 1,470 na palubi i 330 u skladištu.

Ključna uloga **ABB A100-L** serije turbopuhala je štednja na gorivu, a turbopuhala iz te serije ugrađena na sva tri spomenuta mega-kontejnerska broda potpuno ispunjavaju tu ulogu. Pri maksimalnoj brzini broda od 22.8 čv ovi brodovi pređu 547 Nm ili 1.000 km i pritom potroše 280.000 litara goriva. Znači da se potroši manje od 1,5 l na 100 km po kontejneru. To je daleko više ekonomično i okolišu naklonjeno nego li je to u cestovnom transportu. Prosječno cestovno vozilo - prevozeći dosta manje od jednog kontejnera – troši 9 litara goriva na 100 km! Ustvari, MSC tvrdi da su ova dva njihova mega-broda energetske najučinkovitija na planetu, jer troše 35 % manje goriva i prema tome proizvode isto toliko manje ugljičnog dioksida. Slijedi još 6 brodova iz iste serije.



Turbopuhalo A100-L – Picture credit: ABB

Dakle, može se zaključiti da su mega-brodovi bitni za operatore ukoliko imaju namjeru ostati konkurentni.

ship-technology.com/projects/...
abb.com/turbocharging/maritime-cargo-vessels/...
[abb.com/cawp/seitp202/.](http://abb.com/cawp/seitp202/)

Što se sve danas radi i proizvodi u Brodosplitu

Prema listi „Hrvatske brodogradnje“ na dan 31/01/2015 u svojoj knjizi narudžbi **Brodosplit** ima ukupno 17 brodova, a to su:

- Nov. 474 - Jumbo K-2 C.V.- The Netherlands **Heavy lifter** 14.000 dwt – dovršavanje te isporuka u 2015.
- Nov. 475 – Premier Cruises Ltd. – Brit. Virgin Islands – **riječni kruzer** 450 dwt, isporuka 2015.
- Nov. 476 – Burin Wind Cruise Shipping Inc., Brit. Virgin Islands, **General cargo ship** 21.300 dwt, isporuka 2017.
- Nov. 477 – Garbin Wind Cruise Shipping Inc., Brit. Virgin Islands, **General cargo Ship** 21.300 dwt, isporuka 2018.
- Nov. 482 – Plovput d.o.o. Split Hrvatska. **Radni brod** za cementiranje, 305 dwt, isporuka 2015.
- BSO Nov. 524 – BS Star Shipping Inc., Marshall Islands, **Jahta „Katina“** 253 dwt. Isporuka 2015.

- BSO Nov.525 –Maestral Wind Cruise Shipping Inc., Marshall Islands, **trojarbolna škuna 48m**, 50 dwt., isporuka. 2015.
- BSO Nov. 526 –Levant Wind Cruise Shipping Inc., Marshall Islands, **trojarbolna škuna 48m**, 50 dwt., isporuka 2015.
- BSO Nov. 536 – Obrt „Berekin“ Hrvatska, **brod za naut. turizam**, 80 dwt (trup i nadgrađe), isporuka 2015.
- BSO Nov. 528 -Garbin Wind Cruise Shipping Inc., Marshall Islands, **trojarbolna škuna 48m**, 50 dwt, isporuka 2016.
- BSO Nov. 527 – Burin Wind Cruise Shipping Inc., Marshall islands, **trojarbolna škuna 48m**, 50 dwt, isporuka 2016.
- BSO Nov. 529 – Pulenat Wind Cruise Shipping Inc., Marshall Islands, **trojarbolna škuna 48m**, 50 dwt, isporuka 2016.
- BSO Nov. 540 - MORH, **obalni ophodni brod**, isporuka 2016
- BSO Nov. 541 - MORH, **obalni ophodni brod**, isporuka 2017.
- BSO Nov. 542 - MORH, **obalni ophodni brod**, isporuka 2017.
- BSO Nov. 543 - MORH, **obalni ophodni brod**, isporuka 2018.
- BSO Nov. 544 - MORH, **obalni ophodni brod**, isporuka 2018.

Ukupno: 17 brodova – 57.938 dwt – 77.908 cGT

No, u Brodosplitu se bave i drugim zamašnim poslovima od kojih treba istaknuti:

- Ugovoreni su i grade se ili su već isporučeni razni drugi projekti i narudžbe kao što su: stupovi za vjetroelektrane, silos za cementare, generator vrućeg plina (temperature iznad 900 °C i toplinskog kapaciteta 53 MW), kliješta za podmorski podizač naftovoda koji na 3,000 može podizati cjevovode teške i do 25 tona, barže za transport teških tereta za naftna postrojenja u ledenim morima, čelične komponente za mostove itd.

- Gradi se 41 komad čeličnih vratiju dimenzija 29 x 24 metra, debljine 6 metara i težine 300 tona svaka, za talijansku tvrtku tvrtku **COMAR** koje će biti instalirane na prolazu Malamoco i Chioggia radi zaustavljanja utjecaja plime na grad Veneciju. Na ovome će dvije godine biti angažirano više stotina radnika, a vrata će

se isporučivati po troja odjednom.

- Izgradnja sekcija trupa tzv. grand-blokova opremljenih cjevarskim i bravarskim komponentama kao i elektro trasama za kruzere koje talijanska **Grupacija Fincantieri** gradi u svojim brodogradilištima.

--Ugovorena je izgradnja portalno-okretne lučke dizalice za njemački konzorcij „**Kran-union**“. Za njemačkog naručioca **Kirow Ardelt** u Eberswaldeu već je izgrađena i isporučena dizalica tipa „**Tukan 3000**“.

- Brodosplitova **Tvornica Dizel Motora d.o.o. (TDM)** ugovorila je isporuku dvaju glavnih sporohodnih dizelskih motora novije generacije za „**Hrvatsku brodogradnju d.o.o. Trogir**“. Ti motori su namijenjeni za ugradnju u tankere za prijevoz naftnih proizvoda i kemikalija. Jedan motor već je ispušten.

brodosplit.hr/PRESSCENTAR/tabid/1512/page/0/Default.aspx
hb-hr/wp-content/uploads/2014712/ob-web.pdf

Posjet grupe NATO brodova luci Lora

Skupina **NATO** brodova **SNMG2** (Standing NATO Maritime Group 2) predstavlja multinacionalne integrirane pomorske snage različitih zemalja. U veljači o.g bila je u višednevnom posjetu ratnoj luci Lora.

Ova skupina brodova je stalno angažirana u Sredozemlju u svojstvu pomorskih snaga posvećenih očuvanju mira i stabilnosti u regiji, a sastavljena je od slijedećih brodova: američki zapovjedni brod – krstarica **USS Vicksburg** (CG 69), turska fregata **TCG Turgutreis** (F 241), kanadska fregata **HMCS Frederickton** (FFH 337), talijanska fregata **ITS Aliseo** (F57A), španjolska fregata **ESPS Canarias** (F86), španjolski opskrbeni brod **ESPS Patino** (A14), francuski **FS Marine** (A630) te njemački tanker **FGS Spessart** (A1442).

Zapovjednik skupine komodor **Brad Williamson** tijekom boravka posjetio je Splitsko-dalmatinsku županiju, Poglavarstvo grada Splita te Zapovjedništvo Hrvatske ratne mornarice, gdje ga je primio zapovjednik **HRM-a** komodor **Predrag Stipanović**. Tom prilikom komodor Stipanović je izrazio zadovoljstvo nastavkom uspješne suradnje u međuoperativnosti između NATO snaga i HRM. što se postiže zajedničkim uvježbavanjem.

Uspješno uvježbavanje NATO i HRM brodova održano je u akvatoriju srednjeg Jadrana. Od snaga HRM u uvježbavanju su sudjelovale raketne topovnjače **RTOP 12** i **RTOP 21** te dva gumena broda. Uvježbavanje je obuhvatilo niz vježbovničkih aktivnosti vezanih uz protivpodmorničku i protivpovršinsku borbu, gađanje ciljeva iza horizonta, elektronsko ratovanje, protivzračnu odbranu, popunu na moru, manevriranje, odbijanje napada malih brzih čamaca te komuniciranje.

Program boravka u Splitu obuhvatio je i prijem na američkoj krstarici **USS „Vicksburg“** kojemu je domaćin bio zapovjednik skupine **SNMG2** komodor **Brad Williamson**, a pripadnici snaga **SNMG2** održali su i humanitarnu akciju u Centru za odgoj i obrazovanje „**Juraj Bonačić**“ gdje su uređivali zgradu i okoliš Centra.

morh.hr/hr/vijesti-najave-i-priopćenja/priopćenja/10934...

Još jedna neobična ideja

Svestrani norveški inženjer **Terje Lade** došao je na ideju korištenja vjetrene energije s brodom čiji trup djeluje kao jedno veliko jedro i nazvao ga je **Windskip™**. Za razvoj ovog projekta 2010. godine osnovao je tvrtku **Lade AS** u Ålesundu. Već u 2012. ovaj napredni projekt drži dva patenta, norveški i međunarodni (**WIPO-PCT**). Radi se o dizajnu hibridnog trgovačkog broda s održivom kombiniranom propulzijom, koja koristi vjetrenu i LNG propulziju. Putem ovog inovativnog koncepta postižu se sutrašnji zahtjevi za maksimalnom uštedom goriva i

nadzorom nad emisijama primjenjujući tehnologiju koju nam već danas stoji na raspo-laganju. Vrlo visoki trup ovog broda dizajniran je u obliku simetričnog zračnog krila i koristi se kao ogromno jedro. Kada se ovaj brod kreće, svojim kretanjem stvara prividni vjetar. Taj vjetar se kreće oko trupa broda oblikovanog kao simetrično zračno krilo. Kretanjem tog prividnog vjetra oko trupa broda stvara se aerodinamička sila koja vuče brod u smjeru njegova kretanja. Nadalje ako brod naiđe na pravi t.j. prirodni morski vjetar koji puše nasuprot kretanju broda te ako se brod postavi pod malim kutom na smjer tog vjetra stvara se dodatna vučna sila koja vuče brod naprijed. Te vučne sile dizajner je nazvao „Sustavom vjetrove snage“ (**Wind Power System**).

Za postizanje određene brzine služi LNG propulzijski sustav. Ušteda potrošnje goriva postiže se aerodinamičkom vučnom silom stvorenom kretanjem broda nasuprot vjetru. Te dvije propulzijske sile (LNG i vjetrena) tvore jedan dinamički sustav kojim je moguće održavati konstantnu brzinu broda.



Windskip™ - image: LADE AS

Sudjelovanje vjetrove snage u tom dinamičkom sustavu će tijekom plovidbe varirati ovisno o jakosti vjetra, pa je potrebno instalirati „**Kontrolni sustav vožnje**“ (Cruise Control) kojim se nadzire sustav LNG propulzije, balansirajući ga s trenutačno raspoloživom snagom „**Sustava vjetrove snage**“, a u cilju održavanja konstantne željene brzine broda. To se podešava promjenom koraka **CPP** propelera, a po potrebi i promjenom broja okretaja motora i tako se dobije maksimalna ušteda na potrošnji goriva. Na ovaj način postiže se da se brod kreće brzinom od + 16

čv, a zahvaljujući vrlo niskoj potrošnji goriva sposoban je ploviti 70 dana do slijedećeg bunkeriranja u za to predviđena dva LNG tanka.

Model broda ispitan je u zračnom tunelu u **Cranfield University** (UK) s uspješnim rezultatima. Sada predstoje brojna testiranja modela u ispitnom bazenu. Tvrtka **Rolls Royce** dizajnirala je LNG propulzijski sustav za Windskip koji održava visoku razinu učinkovitosti u širokom rasponu snage, uz maksimalno smanjenje emisija NO_x i stakleničkih plinova te eliminacijom sumpornih oksida. Sustav se sastoji od glavnog dizelskog LNG motora i dva dizelska LNG agregata, hibridnog osovinskog generatora (**HSG**), kutije s zupčaničkim prijenosom i **PTO/PTI** priključcima, pretvarača za električnu propulziju, sustava za nadzor i kontrolu „**ACON**“ i „**Helicon K3**“ te „**PROMAS**“ integrirani sustav kormilo/propeler. U ovakav propulzijski aranžman još je uključen i uređaj za oporavak topline (**HR**) iz ispuha glavnog motora.

Moguća su četiri načina propulzije:

- Glavni motor mehanički pogoni propeler promje-njiva koraka (**CPP**) snagom od maksimalnih 5400 kW.

Dizelski agregati opskrbljuju strujom rasklopnu ploču.

- Glavni motor ugašen. Dizelski agregati strujom s maksimalnom snagom od 2400 kW opskrbljuju HSG koji preko PTI priključka na zupčaničkoj kutiji vrti propeler. Ovaj način je moguć samo u slučaju vožnje smanjenim okretajima ili u slučaju vrlo povoljnog vjetra.
- Glavni motor mehanički pogoni propeler s maksimalnom snagom od 4500 kW i opskrbljuje strujom rasklopnu ploču preko PTO priključka i HSG-a. Dizelski agregati ugašeni. HR sustav daje do 300 kWe besplatne energije za pomoćne strojeve i hotelska trošila.
- Glavni motor pogoni propeler, dizelski agre-

gati opskrbljuju strujom rasklopnu ploču i preko PTI priključka i HSG-a daju dodatnu snagu za vrtnju propelera. Na ovaj način maksimalna snaga koja vrti propeler iznosi 7000 kW. HR sustav daje do 300 kWe besplatne energije za pomoćne strojeve i hotelska trošila.

<http://www.ladeas.no/#>

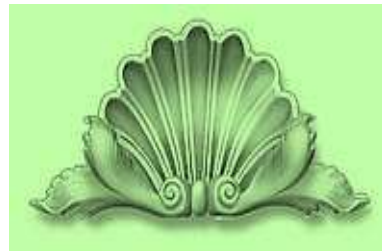
<http://wind-ship.org/vindskip/>

<http://www.fraunhofer.de/en/press/research-news/2015/january/wind-powered-freighters.html>

Da bi se maksimalno ostvarila raspoloživa snaga vjetra na oceanima potrebno je odrediti najpovoljniju plovnu rutu. Istraživači Centra za pomorsku logistiku i usluge (CML) poznatog njemačkog instituta **Fraunhofer** prihvatili su se posla i izradili poseban modul za Windskip. Uzimajući u obzir meteorološke podatke software koristi poseban algoritam za izračunavanje plovne rute s optimalnim kutem prema smjeru vjetra kako bi se potrošilo što manje goriva. Podvodni dio trupa ima sličan oblik kao nadvodni pa se isto tako i ponaša.

U LADE AS predviđaju da će u usporedbi s današnjim klasičnim teretnim brodovima ovaj brod ostvariti uštedu na gorivu od 60 % i smanjenje emisija od 80 %.

Prije nego što se posvetio zamišljanju koncepta „**zelenijeg**“ trgovačkog broda Inženjer Lade je radio u norveškoj naftnoj i brodarskoj industriji, a bio je i veliki entuzijast u brzinskom jedrenju. On se nada da će se za nekih tri do četiri godine uspjeti udružiti s institucijama, tvrtkama i brodarima koje bi poduprle i prihvatile izgradnju Windskip brodova.



U žarištu pozornosti

NAKILAT – gigant LNG brodarstva

Tvrtka Qatar Gas Transport Company Ltd. poznata kao „**Nakilat**“ – (na arapskom riječ „nakilat“ znači „nosač“) osnovana je 2004. u Dohi - Qatar. Zajednički su je osnovale ustanove države Qatar, zatim katarske broderske tvrtke i financijske institucije. Zadaća joj je pružanje usluga razvoza LNG-a te drugih usluga vezanih uz brodarstvo raznim sudionicima u katarskom sektoru ugljiko-vodika. Javna ponuda dionica (**IPO**) raspisana je 2005. godine tako da je danas ta tvrtka 50 % u vlasništvu osnivača, a 50 % u vlasništvu javnosti. Dionicama se trguje na Qatar Exchange burzi.



Qmax LNG carrier „**Mozah**“

Nakilat ima 54 nosača **LNG-a (Liquefied Natural Gas)** i najveća je LNG broderska kompanija u svijetu. Svojom veličinom i učinkovitošću među tim brodovima ističu se Q-Flex i Q-Max tipovi LNG nosača.

„**Q-Flex**“ je tip broda s tankovima membranskog (Moss) tipa za prijevoz ukapljenog zemnog plina (LNG). Osnovne izmjere su: LOA = 297,5 m, B = 46 m, H = 25,5 m i D = 11 m, a kapacitet je 210 – 216 tisuća m³. Ovaj tip broda pogone dva dvokretna sporohodna

dizelska motora brzinom od 19,5 čv. Postrojenje za preukapljivanje isparenog plina i vraćanje natrag u tankove tipa **Hamworthy** smanjuje LNG gubitke i rezultira ekonomskim i ekološkim pogodnostima. Računa se da Q-Flex nosači imaju oko 40 % manje energetske zahtjeva i istotoliko manje CO₂ emisija nego klasični LNG nosači.

Prije ulaska u službu Q-Max tipa nosača Q-Flex je bio najveći LNG nosač u svijetu s kapacitetom 1,5 puta većim od klasičnih nosača. Prvi ovakav tip broda je 2007. izgradila i isporučila korejska tvrtka „**Hyundai Heavy Industries**“, a kasnije su građeni i u drugim korejskim brodograđevnim tvrtkama kao što su primjerice „**Daewoo - DSME**“ ili „**Samsung HI**“. U 2008. godini izgrađeno je 16 ovakvih brodova, a planirano je ukupno izgraditi 31 Q-Flex broda.

„**Q-Max**“ je tip broda s tankovima membranskog (Moss) tipa za prijevoz ukapljenog zemnog plina (LNG). „**Q**“ znači Qatar a „**Max**“ najveću moguću veličinu broda koji može pristati na LNG terminalima u Qataru. To su trenutačno i najveći LNG nosači na svijetu. Osnovne izmjere su: LOA = 345 m, B = 54 m, H = 35m, D = 12 m, kapacitet = 266.000 m³. Pogone ga dva dvokretna sporohodna dizelska motora **MAN B&W 7S70ME-C** ukupne snage 21.770 kW pri 91 o/min. Imaju ugrađen sustav **Ecorel** tvrtke „**Cryostar**“ za preukapljivanje isparenog plina i vraćanje istog u tankove. Prvi ovakav brod s imenom „**Mozah**“ izgrađen je i isporučen 29/09/2008 u južno- korejskom brodogradilištu „**Samsung HI Ltd.**“ na otoku Geoje. Prvo putovanje ovog broda iz Qatara kroz Sueski kanal završeno je u luci Bilbao gdje je 11/01/2009 isporučen teret od 266.000 m

ukapljenog plina. Do danas je u korejskim brodogradilištima u razdoblju 2007. – 2010. izgrađeno ukupno 14 ovakvih brodova, koliko je i planirano. Sn Nakilat proizlazi iz njihovog osnovnog zadatka, a to je razvoz katarskog plina na svjetska tržišta. Taj posao je nazvan i „**Floating pipeline of clean energy**“. Zemni plin u Qataru pokriva velik dio svjetskih rezervi tog plina. Veliko plinsko polje „**Northern field**“ locirano je oko 50 Nm sjeveroistočno od poluotoka Qatara i pokriva oko 6.000 km² - jednaku površinu koju ima i sam Qatar.

Početak 2011. izmjereno je da to polje sadrži rezerve od oko 25,4 bilijuna četv. metara samostalnog zemnog plina koji nije pridružen zemnom ulju. To znači da država Qatar ima 14 % od svih poznatih rezervi zemnog plina u svijetu, po čemu je treća u svijetu, odmah iza Rusije i Irana.

U brodove su uložena ogromna sredstva, oko 11 milijardi US\$, a svi brodovi zajedno nose preko 8 milijuna četv. metara plina, što iznosi oko 15 % svjetskog LNG brodskog kapaciteta. Osim 54 velika LNG nosača, od kojih je 25 brodova u potpunom Nakilatovom vlasništvu, a 29 brodova u djelimičnom vlasništvu, imaju u potpunom vlasništvu i 4 vrlo velika **LPG (Liquefied Petroleum Gas)** nosača s kojima upravlja i operira Nakilatova tvrtka kćerka **Nakilat Shipping Qatar Ltd. (NSQL)** S Nakilatovim brodovima u potpunoj vlasnosti upravlja i operira tvrtka **STASCO** (Shell International Trading & Shipping Co. Ltd.), ali se radi na tome da se upravljanje postupno ali oprezno u potpunosti prenese na Nakilat. U tom smislu stvaraju se vlastiti kadrovi koji će osigurati kompletno upravljanje brodovima i u tehničkom i u kadrovskom smislu. Nakilatovi LNG brodovi su iznajmljeni tvrtkama **Qatargas** i **RasGas** pod „long-term charter“-om. Brodove u djelimičnoj vlasnosti operiraju sami suvlasnici, a to su mnogi vodeći svjetski brodari i operatori brodova. **Qatargas** sa svoje 4 proizvodne tvrtke u višestrukom vlasništvu najveći je proizvođač ukapljenog zemnog plina u svijetu. Godišnje proizvodi 42 milijuna tona LNG-a. Zajedno s tvrtkom **RasGas Co. Ltd.** godine 2010. dostignuta je godišnja proizvodnja od 77 milijuna tona. Primjerice, RasGas ima 7 paralelnih proizvodnih jedinica („**LNG train**“). Osim LNG-a RasGas

ima i postrojenja za proizvodnju helija. „**Helium 1**“ postrojenje proizvodi godišnje 19 milijuna m³, a „**Helium 2**“ proizvodi 37 milijuna m³. Sa zemnim plinom na obalu dolazi i pridruženi kondenzat, koji se odvaja od plina. Taj kondenzat služi kao sirovina iz koje se rafiniranjem dobivaju pet proizvoda za izvoz to: **Naphtha, Kerojet, Gasoil, LPG** i sumpor.

Obje tvrtke imaju svoja proizvodna postrojenja začišćenje i ukapljivanje zemnog plina u industrijskom gradu Ras Laffanu, a sjedišta su im u Dohi.



Terminale GNL Adriatico S.r.l.

RasGas dostavlja LNG i u Italiju preko Jadranskog terminala (**Terminale GNL Adriatico**). To je odobalni fiksni betonski terminal (**Gravity based structure GBS**) za skladištenje i uplinjavanje LNG-a, prvi ovakav u svijetu. Betonsku strukturu je konstruirao **Aker Kvaerner**, a odljevena je u **Algecirasu**, Španjolska. Dva velika skladišna tanka od po 250.000 m² od 9% nikalnog čelika teška po 4.800 tona svaki izrađena su u **J. Koreji (HHI)**. Iz Algecirasu 4 velika tegljača do teglili su konstrukciju na poziciju 9 Nm udaljenu izvan **Porto Levante**-a, južno od Chiogie. Pod težinom kamenja iz Hrvatske (?) terminal je položen je na morsko dno. Radna paluba s postrojenjem ostala je van razine mora, (pogledaj priloženu sliku), a plinovodima je sve spojeno s obalom.

Terminal je u zajedničkom vlasništvu „**Qatar Petroleuma**“, „**Exxon-Mobila**“ i talijanskog „**Edisona**“. Od 2009. godine, kad je terminal dostigao svoj puni radni kapacitet, sposoban je godišnje upliniti i isporučiti na obalu oko 8 milijardi četv. metara zemnog plina, što iznosi 10% potrošnje zemnog plina u Italiji.

Pogodno smješteno u sjeveroistočnom predjelu poluotoka Qatara nedaleko LNG terminala u RasLaffanu nalazi se i veliko brodogradilište **N/KOM (Nakilat Kepel Offshore & Marine Ltd.)** s dokovima i radionicama za remont, održavanje LNG brodova i naknadnu dogradnju te izradu offshore konstrukcija, uz pružanje raznih drugih specijalističkih usluga. U istom brodogradilištu u Ras Laffanu smješteno je i posebno brodogradilište **NDSQ (Nakilat Damen Shipyards Qatar)** za gradnju novih brodova svih vrsta dužine do 170 m, od trgovačkih, vojnih i patrolnih brodova pa sve do barža, pontona, jahti, tegljača i brodova za off-shore podršku. Sva ova brodogradilišna djelatnost uvodi se postupno, po fazama, od kojih su neke već dovršene, neke su u izgradnji, dok neke čekaju. Izgradnja „**Faze 3**“ – finalne faze N/KOM-a, tj. izrada off-shore konstrukcija, ovisi o eventualno mogućem moratoriju na daljnji razvoj polja „**Northern Field**“.

Nadalje, Nakilat ima i jedinicu **NSW (Nakilat SwitzerWijsmuller)**. Ta služba s 31 brodom (tegljači, pilotski brodovi i drugi lučki brodovi) pružaju u luci **Ras Laffan** i otoku **Halul** usluge tegljenja, praćenja, pristajanja, podrške u slučaju nezgoda te opću off-shore brodsku podršku, dok **Nakilat Vessel Support** jedinica pruža kompletne lučke usluge domaćim i stranim brodovima koji se nađu u katarskim vodama.

nakilat.com.qa
en.wikipedia.org/wiki/Nakilat
qatargas.com
rasgas.com
it.wikipedia.org/wiki/Terminale_GNL_Adriatico

Bio-oporavak; rješenje za uljna zagađenja?

Prijetnja uljnog zagađenja stalan je problem u brodarstvu i naftno – plinskoj industriji.

Tijekom pet-šest prošlih desetljeća, osim nebrojenih manjih zagađenja vode uljem sa brodova, platformi i kopnenih instalacija, dogodilo se i nekoliko zaista velikih i katastrofalnih uljnih zagađenja, s nesagledivim posljedicama. Industrija koja se danas bavi poslom uklanjanja prolivenog ulja u okoliš rabi sve napredniju tehnologiju (skimeri, plutajuće brane,

apsorpcijski jastuci, razne kemikalije i slično), ali sve je to ustvari zasnovano na mehaničkom uklanjanju ili ograničavanju širenja prolivenog ulja te ne rješava zagađenje u potpunosti.

Uzmimo za primjer zagađenje morskog okoliša s broda „**Exxon Valdez**“ koje se je dogodilo prije 25 godina. Ogromna sredstva su se uložila za otklanjanje posljedica tog zagađenja i spašavanje faune, ali i danas se pojavljuju dokazi da se još uvijek osjećaju posljedice u osjetljivim ekosustavima aljaških pješčanih obala. Mehaničko čišćenje nadalje zahtijeva da sakupljeno ulje i korištene alate treba negdje pohraniti, a zatim ih otpremiti na dekontaminaciju. A, što ćemo s teškim uljem koje se u obliku gruda natalože na dno mora?

Dok broderska industrija postaje sve „**zele-nija**“ brodari pri tome pokušavaju smanjiti troškove kako bi ostali konkurentni i opstali na pomorskim tržištima. Ideja o biološkoj obradi ugljikovodika na licu mjesta je svakako dobrodošla. Proces „**bio-oporavka**“ je korjenit način koji priroda rabi u rješavanju problema zagađenja. Sitni organizmi doslovno „**jedu**“ i probavljaju ugljikovodike bilo koje vrste pretvarajući ih pritom u neotrovnu kombinaciju ugljičnog dioksida i vode. Ovaj prirodni proces proizvodi i vrijedne biotriente za hranjenje biljnog i životinjskog svijeta u vodi.

Nakon takvog tretmana površine kao što su asfalt i podovi u radionicama ostaju suhe i sigurne od skliskosti, kuhinjske ploče i podovi ostaju sjajni i čisti, a hidraulička oprema izgleda kao nova. Sve to znači da gdje je bilo kakvo uljno zagađenje ono se može obraditi biološkim sredstvima sigurno i učinkovito, s povjerenjem da se neće naškoditi okolišu ili osoblju koje rukuje tim sredstvima.

Marine News Apr. 2014. page 36

Počinju se nazirati bioenergetska rješenja za obnovljivu energiju

Svjetska potražnja za energijom veća je nego ikad do sada. Sve skuplja fosilna goriva (nakon trenutnog pada cijena tih goriva one se neminovno

opet penju). Ograničenost izvora i sve skuplja eksploatacija te zabrinutost za okoliš upućuju vlade i potrošače da se okrenu obnovljivim izvorima energije i potraže rješenja koja bi zadovoljila potrebe svijeta za energijom, uz minimalan utjecaj na okoliš. Bioenergija, koja uključuje etanol na bazi škroba ili celuloze, biodizel i bioplín, dio je takvih rješenja.

Smatra se da će u slijedećim desetljećima potražnja za etanolom kao gorivom značajno porasti. Flota putničkih vozila do 2030. dvostruko će porasti, a do 2050. četverostruko. Usprkos očekivanom smanjenju potrošnje tekućih goriva zbog pojave električnih vozila i vozila koja troše zemni plin (Natural Gas Vehicles – **NGV**) ipak se očekuje da će vozila u očekivanju pronalaska alternativnih izvora energije te u očekivanom razvoju ruralne ekonomije još uvijek duže vremena trošiti tekuća goriva. Stoga je etanol dobiven iz celuloznih izvora razumna i ekonomična opcija koju će rado prihvatiti i potrošači i zakonodavci.

Danska tvrtka **Novozymes** vodeća je svjetska tvrtka koja se bavi biološkim inovacijama tj. proizvodnjom i primjenom encima radi olakšavanja i ubrzavanja procesa u područjima, poljoprivrede, biofarmacije, hrane i pića, pulpe i papira, kože, tekstila, održavanja kućanstava, apsorbenata, obrade otpadnih voda te bioenergije. Enzimi su ustvari biološki katalizatori u obliku proteina koji pospješuju kemijske reakcije u ćelijama živućih organizama. Također je poznato da digestivni enzimi igraju odlučujuću ulogu u ljudskoj i životinjskoj probavi jer razgrađuju polimerske makro-molekule iz unesene hrane u manje blokove kako bi se olakšala apsorpcija nutrijenata u tijelo čovjeka ili životinje. Enzimi koje proizvodi Novozymes već se uvelike koriste u procesima proizvodnje etanola iz žitarica koje sadrže škrob, kao što su kukuruz, ječam, pšenica, i sl. Takav etanol se već dulje vremena proizvodi u SAD-u i Brazilu.

Enzimi ubrzavaju procese likvefakcije, pretvorbe škroba u šećer, fermentacije i smanjivanja viskoziteta, a skrojeni su prema specifičnim potrebama klijenata. Od 14 milijardi galona svjetske godišnje proizvodnje etanola iz kukuruza (proizvede-

nog najviše u SAD-u) - 60 % te proizvodnje koristi enzime proizvedene u Novozymesu.

Međutim, nije daleko odluka da nema više smisla dragocjenu hranu pretvarati u energiju pokraj tolikih milijardi ljudi u svijetu koje treba nahraniti, jer su mnogi doslovno gladni. U Novozymesu već su pred 10 godina počeli tražiti rješenja za pretvaranje biomase tj. otpadnih tvari s visokim sadržajem celuloze u etanol.

Rješenje se pronašlo 2010. godine s komercijalno prikladnim encimom na kojem se zasniva prvo postrojenje u svijetu za proizvodnju celuloznog etanola. Rješenje je patentirano kao **Cellic® Ctec3**. Kompleksnu strukturu biomase mnogo je teže pretvoriti u etanol nego škrobne substrate. U takvoj pretvorbi enzimi su od ključnog značenja, a rješenja koje nudi Novozymes prave takvu tehnologiju ekonomičnom i konkurentnom.

Celulozni etanol može postati glavni izvor održive energije. Mnogo otpadnih sirovina već je na raspolaganju, uključujući kukuruzne klipove, žitnu slamu, drvenastu biomasu i čvrsti dio komunalnih otpadnih voda. Sloboda širokog izbora celuloznih sirovina smanjuje komunalne troškove te povećava sigurnost i održivost proizvodnje ne samo etanola već i biodizela. Računa se da bi celulozni etanol u usporedbi s fosilnim gorivima mogao smanjiti CO₂ emisije za čitavih 90 %. Njegov potencijal prepoznala je i vlada SAD-a koja planira da se potrošnja celuloznog etanola u zemlji do 2022. poveća na 16 milijardi galona. U SAD-u nekoliko tvrtki već naveliko proizvodi biodizel encimnom katalizacijom iz niskokvalitetnog ulja s bilo kojom koncentracijom masnih kiselina. U 2014. bio-dizelska industrija u SAD-u proizvela je 1,27 milijardi galona biodizela, a uvezeno je u zemlju 212 milijuna galona iz Argentine, Kanade i Indonezije. Po količinama, za proizvodnju biodizela kao sirovine najviše se koriste sojino ulje, zatim slijede: „žuta mast“, ulje kanole, destilirano ulje kukuruza, „bijela mast“ i loj, tim redom. U takvom procesu kao najpogodnija koristi se Novozymesova lipaza (**Callera® Trans**).

Što se tiče industrijske proizvodnje etanola iz celulozne biomase kao poljoprivrednog nusproizvoda, Novozymes se je 2012. udružio s **Beta Renewables**, svjetskim predvodnikom u proizvodnji biogoriva koji je dio talijanske grupe u kemijskoj industriji **Mossi Ghisolfi**. Kao rezultat tog strateškog udruživanja 09/10/2013 usred talijanske žitnice pokraj Torina koja zahvaća područje u krugu polumjera 70 km svečano je otvoreno najveće svjetsko postrojenje za proizvodnju celuloznog bioetanola blizu mjestašca **Crescentino**.

To postrojenje kao sirovinu koristi razne vrste poljoprivrednih otpadaka i to: žitnu i rižinu slamu i ljuske te „**arundo donax**“ (poznatu kao divovska trska),



Postrojenje Beta Renewables u Crescentinu

a taj je visokoenergetski usjev već dugo vremena uzgajan na rubnim terenima, jer farmerima osigurava dodatni profit. Biomasa se sastoji od celuloze, poluceluloze i lignina. Uz jedinstvenu primjenu vodeće industrijske tehnologije (**Beta Renewables PROESA™**) i najučinkovitijih Novozymes **Cellic®** enzima postrojenje u Crescentinu uspijeva odvojiti šećer iz celuloze i poluceluloze na vrlo ekonomičan način. Fermentacijom i drugim postupcima šećer se dalje pretvara u etanol. Od 270 tisuća tona sirovina godišnje se proizvede 75 milijuna litara etanola po konkurentnim cijenama. Voda koja se rabi u procesu stopostotno se reciklira. Od lignina koji ostane proizvodi se 13 MW električne energije, tako da je postrojenje energetski potpuno samostalno, a eventualni višak struje prodaje se lokalnoj električnoj mreži.

Danas **Mossi Ghisolfi Chemicals** (dosadašnji proizvođač plastičnih boca za Coca-Colu i Pepsi-Colu) planira otvaranje postrojenja u Kini koje bi umjesto iz nafte proizvodilo plastiku iz biljnih otpadaka. Može se zaključiti da su biogoriva među raznim rješenjima održive alternativne energije trenutačno najbolja realna opcija. U procesima dobivanja biogoriva za razgradnju biomase koriste se prirodne supstancije. Biogoriva koja su ranijih godina bila ismijavana kao „**goriva fantazije**“, danas uspješno i u značajnim količinama smanjuju emisije stakleničkog plina CO₂. Istovremeno, ova nastupajuća industrija otvara nova radna mjesta te povećava privredni rast i energetske sigurnost.

novozymes.com/en/solutions/bioenergy/Pages/default.spx

Kina bi 2030. mogla nadmašiti Grčku i postati vodeća broderska nacija

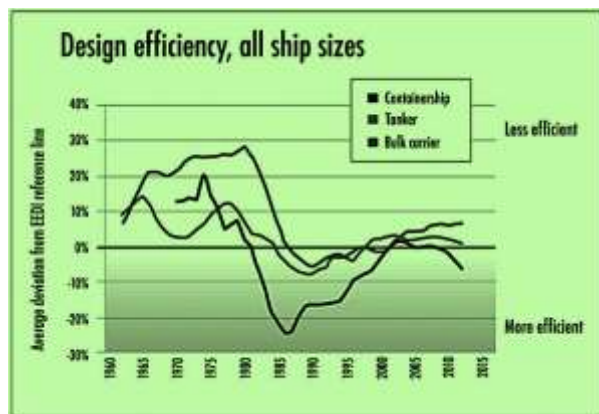
„**Šangajski međunarodni broderski insti-tut - SISI**“ je 07/04/15 objavio svoj izvještaj „Razvoj kineskog brodersva do 2030“. Prema tom izvještaju 2030. godine predviđa se da će ukupni volumen kineskog međunarodnog brodersva dostići 6,2 milijarde tona, što će predstavljati 17 % svjetskog brodersva. Porast potražnje za uvozom željezne rudače i ugljena će opasti, a potražnja za uvozom žita i nafte će značajno porasti. Volumen uvoza/izvoza kontejnera dostići će 200 milijuna TEU.

Dakle, prema ovom izvještaju, u slijedećih 15 godina porast flote bulkcarriera i tankera bit će brži od porasta flote kontejnerskih brodova. Tako će u ukupnoj kineskoj broderskoj floti učešće bulk-carriera iznositi 70 %, tankera 18 %, a kontejnerskih brodova 9,5 %. Kina također očekuje da će 2030. godine premašiti Grčku u ukupnom kapacitetu međunarodne trgovačke flote. Izvještaj još predviđa da će Kina tada biti najveće tržište na svijetu za kruzere, a kineska će brodogradilišta dostići oko 11 % učešća u izgradnji kruzera u svijetu.

marineinsight.com/shipping-news/news-report-suggests...

Brodovi građeni 2013. navodno za 10 % manje učinkoviti u potrošnji goriva nego oni građeni 2009. – ICS odlučno odbacuje ove tvrdnje

„Seas At Risk“ - Europska udruga nevladinih organizacija za zaštitu morskog okoliša - i „Transport and Environment - TE“ druga takva europska organizacija s istim ciljevima ali s širim djelovanjem, izradili su studiju energetske učinkovitosti novih brodova građanih proteklih 50 godina na osnovi „Estimated Index Value – EIV“² pokazatelja. Iz studije je vidljivo da su brodovi građeni 2013. u prosjeku imali za 10 % povećanu potrošnju goriva u odnosu na one građene 2009.!?



EIV pokazatelj – pojednostavljen oblik EEDI pokazatelja
Credit: Transport and Environment

Po tipovima brodova taj se prosjek za razdoblje 1990. do 2013. dijeli kako slijedi:

- **Brodovi za rasuti teret:** Od oko 5 % ispod EEDI referentne linije na 7 % povrh te linije. Prosječna potrošnja goriva narasla za 12 %

- **Tankeri:** Od oko 7 % ispod EEDI referentne linije na 2 % povrh te linije. Prosječna potrošnja goriva narasla za 8 %.

² EIV pokazatelj – pojednostavljen oblik EEDI pokazatelja

- **Kontejneraši:** Od oko 16 % ispod EEDI referentne linije na 2 % povrh te linije. Prosječna potrošnja goriva narasla za 8 %.

Studija pokazuje da su, primjerice, kontejnerski brodovi izgrađeni pred 30 godina već tada u prosjeku imali tzv. „Energy Efficiency Design Index“ (EEDI) dosta veći nego što je to IMO odredio za nove brodove građene u 2020.

Nalazi studije su u protuslovlju s opće-prihvaćenim uvjerenjima da brodarstvo stalno poboljšava svoje performanse u pogledu zaštite okoliša. Oni također pokazuju da čimbenici koji vladaju na tržištu sami po sebi ne rezultiraju gradnjom brodova koji više štede gorivo.

Primjerice, cijene nafte u kasnim 80-tim godinama iznosile su samo ¼ cijena viđenih u razdoblju 2008. – 2013. (oko 25 \$ prema 100 \$).

Povijesna analiza sugerira da su se u relativno kratkom razdoblju 80-ih godina uvela mnoga poboljšanja u učinkovitosti brodova kada se EIV pokazatelj povećao za oko 22 – 28 %, ovisno o tipu i veličini broda. Svi su izgledi da su na ovakav razvoj najviše utjecale sile tržišta, uglavnom kom-binacijom naglog povećanja cijena goriva i stalno niskih vozarina. U nekim, ali ne svim, slučajevima poboljšanja su postignuta smanjenjem dizajnirane brzine, a u nekim slučajevima zbog povećanja veličine broda. Međutim, ta dva čimbenika ne mogu u potpunosti objasniti poboljšanja. U mnogim slučajevima očigledno je da su tome značajno doprinjeli i poboljšani oblik trupa i privjesaka na trupu te bolja propulzijska učinkovitost. Isto tako srozavanje vrijednosti EIV-a donekle se može objasniti u dizajniranju brodova čiji su kapacitet tereta ili cijena broda igrali važniju ulogu od uštede na gorivu.

Kako se iz studije vidi da trenutačni standardi zanove brodove (IMO Energy Efficiency Design Index – EEDI) tj. poboljšanje učinkovitosti od 20 % u usporedbi s prosjekom za razdoblje 1999. - 2008. ne čine ništa

drugo nego vraćaju učinkovitost novih brodova u 2020-ima natrag na razinu koju smo imali oko 1990-ih. To znači da imamo tridesetgodišnju stagnaciju u poboljšanju učinkovitosti pa bi jedini odgovor bio smanjenje volumena svjetskog transporta brodovima, što je besmisleno

Usporedimo li brodarstvo s drugim oblicima transporta vidljivo je da je zračni promet smanjio potrošnju za 7 %, cestovni teretni transport ostao je na istoj razini, a cestovni osobni transport smanjio je potrošnju za čitavih 20 %. Istina je izašla na vidjelo, ostaje da se zaključi što se može u tom pogledu napraviti.

IMO će preispitati razinu trenutačnog EEDI standarda učinkovitosti na zasjedanju njegova odbora (**Marine Environment Protection Committee – MEPC**) u Londonu u svibnju o.g..

Međutim, „**International Chamber of Shipping – ICS**“ odbacila je ove tvrdnje nazvavši ih „**maštovitim**“. ICS tvrdi da je europska grupa „**Transport and Environment - TE**“ za lobiranje zaštite okoliša koristila izvještaj renomirane konzultantske tvrtke **CE Delft**, ali je podatke koristila vrlo selektivno. Štoviše, podaci u izvještaju na osnovu kojih je analiza napravljena sačinjeni su prije najave **EEDI** indeksa u 2013. godini kao dio IMO-ovog paketa obvezne redukcije ugljičnog dioksida u ispušnim plinovima.

ICS tvrdi slijedeće: „**T&E izvještaj brka sveukupnu učinkovitost dizajna s aproksimativnom procjenom učinkovitosti zasnovanom na generičkim podacima. Suvremeni brodovi su dizajnirani za optimalnu učinkovitost gdje se troši mnogo manje goriva nego prije. Uglavnom na osnovi te povećane učinkovitosti u potrošnji goriva posljednja IMO studija „Green House Gas Study“ objavljena 2014. pokazuje da je međunarodno brodarstvo smanjilo svoje CO₂ emisije za više od 10 % između 2007. i 2012., u vrijeme kad su nastavili rasti zahtjevi za brodskim transportom. Obrtanje rezultata iz CE Delft studije kako bi se poduprlo vlastita stanovišta (TE-a) i prikazalo da je IMO EEDI na neki način neadekvatan ne koristi nikome**“.

Od suvremenih brodova građenih u suglasju s EEDI zahtjevima koji su stupili na snagu 01/2015 traži se da budu u najmanju ruku za 10 % više učinkoviti (u usporedbi s dogovorenom IMO referentnom linijom), dok će brodovi građeni nakon 2030. morati biti za 30 % više učinkovitiji.

Na koncu ICS zaključuje: „**Zajedno sa stalnim mjerama koje se poduzimaju na planu uštede goriva, poduprto s obveznom primjenom IMO-ovog plana „Ships Energy Efficiency Management Plan - SEEMP“ i novih tehnologija, stvarno smanjenje CO₂ emisija biti će još i veće od očekivanog. To je nešto radi čega treba čestitati brodarskoj industriji, a ne kritizirati je**“.

seas-at-risk.org/news/n2.php
worldmaritimeneews.com/archives/158493/ics-refutes-the-claim



RAZVOJ ELEKTRIČNE PROPULZIJE

1. Uvod

Električna brodska propulzija nije od jučer. Početkom prošlog stoljeća, kad su rani dizelski motori postali dovoljno pouzdani za primjenu u propulziji brodova, ti se motori tada još nisu mogli prekratati - vrtjeli su se samo u jednom smjeru. Kao jedan od najboljih načina da se savlada ovaj osnovni tehnički problem bio je električni prijenos snage na brodski vijak. Prva primjena dizelsko-električne propulzije ostvarena je u proljeće 1903. godine kada je zaplovio ruski riječni tanker '**Vandale**'. Od tada pa nadalje, ta se vrsta brodske propulzije stalno usavršava. Danas pak, nakon više od 11 desetljeća razvijena je elektronička i druga tehnologija potrebna za nadzor i kontrolu električne snage koja pogoni brod. Uz ostale izume, od kojih je najvažniji usmjerivi podtrupni potisnik (**Azipod™**), a u kombinaciji s alternativnim energetskim izvorima (LNG, biodizel, gorivne ćelije, fotona-ponski paneli i slično) te uz potpuno integrirani sustav električne propulzije ostvarena je primjena koncepta „brodske električne centrale“ (**Power Station**) kao primarnog izvora energije za poriv broda. Pritom se izgubio pojam „glavnog stroja“ koji sagorijevanjem fosilnih goriva proizvedenu toplotnu energiju pretvara u mehaničku snagu i pomoću vijka tjera brod. Električna brodska propulzija uz neke dodatne inovacije zasigurno je postala najučinkovitiji način broskog poriva do sada ostvaren. Namjera je ovog napisa da opiše tijek napredovanja i razvitka ovog načina poriva broda, ne ulazeći suviše u tehničke detalje, jer je o tome već puno pisano, pa često i u ovom časopisu ³.

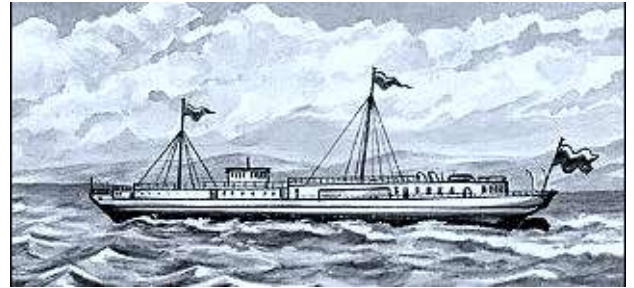
Ključne riječi: Električna brodska propulzija, Tiristor, Pretvarač, Dizelsko-električna propulzija (u daljnjem tekstu: DE propulzija), Zakretni podtrupni potisnik (u daljnjem tekstu: Azipod), Potpuno integrirani sustav električne propulzije

Prvi koraci

Otkad je **Rudolf Diesel** 1897. (potpomognut **Friedrichom Kruppom** iz Essena) u tvornici '**Maschinenfabrik Augsburg**' (preteča današnjeg **MAN-a**) uspješno testirao svoj prvi motor na unutarnje izgaranje, njegova ranija za kopnenu primjenu. Početne specifične težine tih strojeva kao i veliki gabariti nisu još bili prikladni za propulziju brodova. Prvi dizelski stroj koji je prodan bio je dvocilindarski stroj provrta 30 cm s 46 cm hoda. Proizvodio je predviđanja - da će takva vrsta stroja na unutarnje izgaranje prevladati sve druge toplotne strojeve te da će to biti najekonomičniji stroj na svijetu -, kako znamo, danas su se u potpunosti ostvarila. Ali, u prvo vrijeme dizelski strojevi proizvedeni u Augsburgu ili u mnogim drugim tvornicama koje su otkupile licenciju građeni su samo 70 KS pri 160 okr./min, ali težio je čitavih 15,5 tona što čini omjer težine prema snazi 221 kg po KS. Za usporedbu, današnji suvremeni srednjohodni dizelski motori imaju taj omjer od 7 do 8 kg po KS. Druga prepreka u primjeni ranih dizelskih strojeva za propulziju brodova bila je njihova nesposobnost za prekratanje. Konstruktori pa i sam Rudolf Diesel nisu stajali skrštenih ruku, bilo je raznih pokušaja, što od strane samog R. Diesela, što od drugih konstruktora, međutim svi ti eksperimenti su propali zbog tehničkih poteškoća. Čak je **Frederic Dyckhoff**, stari prijatelj Rudolfa Diesela i jedan od najstarijih licencijatora dizelskih motora, još 1899. patentirao način prekratanja pomoću dviju brijegastih osovinu i godinu dana kasnije testirao jedan takav brodski motor, ali izum nije profunkcionirao radi previše tehničkih problema. Jedino rješenje koje je tada bilo na

³Vidi „Ukorak s Vremenom“ br. 41, str. 19-31; dr. Joško Dvornik „Primjena dizelektrične propulzije na brodovima

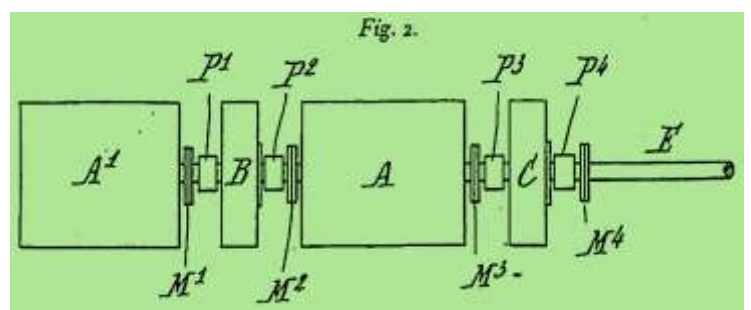
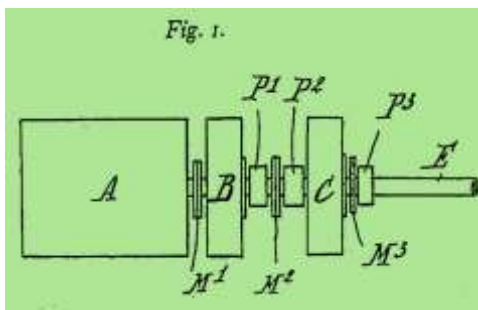
raspolaganju bilo je primije na prijenosa snage s primarnog pokretača na brodski propeler pomoću kakvog električnog sustava. Prvenstvo u DE propulziji stjecajem okolnosti pripada ruskom riječnom tankeru **Vandale** u vlasništvu braće Roberta i Ludwiga Nobela, švedskih poduzetnikâ u naftnoj industriji kao i nekih drugih švedskih financijera koji su osim „**Nobel Petroleum Company**“ osnovali i industrijsku tvrtku za pro-izvodnju mehaničkih strojeva, obje sa sjedištem u glavnom gradu Rusije Skt. Petersburgu -.



Riječni tanker „Vandale“

Usljed stalnog širenja naftnih nalazišta u Azerbajdžanu na Kaspijskom moru i razvojem pogona za preradu te nafte pokazala se je potreba za odvozom naftnih proizvoda (u to vrijeme uglavnom rasvjetnog ulja) rijekom Volgom u dubinu Ruskog carstva, a najpogodniji način bio je pomoću tankera. Prvi takav riječni tanker bio je već spomenuti *Vandale*. Prema Robertovim zamislima njegovi tehnolozi dizajnirali su **DE** propulziju tog broda. Radilo se o brodu od 800 dwt dugačkom 75 m i pogonjenom s tri propelera. Tri dizelska trocilindarska motora od po 120 KS pri 250 okr./min izrađena su u švedskoj tvornici '**A.B. Diesels Motorer**', jer tvornica dizelskih motora braće Nobel (koji su već ranije od Rudolfa Diesela otkupili licenciju i osnovali vlastitu tvornicu u Skt. Petersburgu '**Ludwig Nobel Machine Co.**') još nije mogla proizvesti dovoljno snažne motore za tu svrhu. Ta tri motora smještena po sredini broda pogonila su svaki svoj DC generator od 87 kW pri 500 V. Putem kablova električna snaga se prenosila na tri 75 kW DC motora smještena na krmi koji su pogonili svaki svoj propeler. Tako je omogućena neovisna kontrola sa zapovjednog mosta svakog propelera zasebno. Svi električni uređaji su konstruirani, izgrađeni i prethodno testirani u švedskoj tvornici **ASEA**. Okretaji i smjer vrtnje svakog propelera upravljani su uzbuđnom strujom generatora. Pretpostavlja se da je sustav kontrole bio sličan kao i u električnih tramvaja. Tako, nakon početnih peripetija, u proljeće **1903.** nakon što je se je otopio riječni led zaplovio je *Vandale* - prvi brod u pogonjen DE propulzijom. Ispunjavao je uspješno svoje zadatke sve do **1913.**, kada je izrezan u staro željezo.

Neočekivano, ali nekako u isto vrijeme, talijanski elektroinženjer **Antonio del Proposto** predložio je jedno drugo vrlo zanimljivo rješenje koje, istina, nije bilo potpuno električno ali služilo je svrsi i patentirano je, osim u Njemačkoj. i u mnogo drugih država.



Patentirano rješenje A. del Proposta

Naime, njegov sustav se sastojao od primarnog pokretača (A) tj. od dizelskog stroja koji je preko prirubnice (M3) pogonio propelersku osovinu. Magnetska kopča (M2) smještena između generatora i elektromotora aktivirala bi se strujom iz generatora. Dok je dizelski motor mirovao ta je kopča bila otpojena kako bi se olakšalo startanje dizelskog motora. Čim bi se motor uputio magnetska kopča bi se aktivirala strujom iz generatora i mehanički spojila osovinu motora (C) s generatorom istosmjernje struje (B). Pošto je ovo bio izravan mehanički prijenos snage, propelerska se osovina (E) vrtjela istom brzinom kao i dizelski stroj (A), a generator i motor služili su samo kao akumulirajuće vrteće mase koje potpomažu vrtnju dizelskog pokretača. Prilikom manevriranja ili promjene smjera vrtnje magnetska kopča (M2) bi se otpojila i propeler bi se pogonio izravno putem elektromotora napajanog kablovima strujom iz generatora (B). Podešavanjem uzbudne struje generatora kontrolirala se brzina ili smjer vrtnje elektromotora, a time i propelera. Na priloženoj patentnoj shemi (Fig. 2.) vidimo taj isti sustav u slučaju dva propulzijska stroja (A i A1), gdje su angažirane tri magnetske kopče (M1, M2, i M3). Kad se magnetska kopča (M3) iskopča propelerska osovina je pogonjena strujom putem električnih motora (B i C), potpuno jednako kao što je opisano u slučaju samo jednog dizelskog pokretača.

Iste godine (1903.) te slijedećih par godina slijedilo je još nekoliko manjih brodova s dizelskim motorima i različitim propulzijskim sustavima i to:

- **Petit Pierre**, Francuska, kolovoz 1903., kanalska barža s jednim motorom **Dyckhoff/Sautter-Harlé** od 25 KS pri 360 okr./min, provrta 21 cm s 25 cm stapaja i s podesivim propelerskim krilima.
- **Sarmat**, Rusija, ljeto 1904., riječni tanker s dva dizelska motora vlastite proizvodnje ('**Ludwig Nobel**') od 180 KS pri 240 okr./min, provrta 32 cm s 42 cm stapaja i s Nobel/Del Proposto propulzijskim sustavom.
- **Aigrette**, Francuska, 1904., podmornica, s jednim četvorocilindarskim dizelskim motorom **Sautter-Harlé** od kakvih 200 KS. Podvodna plovidba koristi električni prijenos.
- **Ime nepoznato**, U.K., Ljeto 1905., kanalska brodice s dvocilindarskim dizelskim strojem '**Gebr. Sulzer**' od 30 KS i s prekretnim propelerom (ili zupčaničkom kutijom ? - nije zabilježeno)
- **Venoge**, Švicarska, prosinac 1905., teretni brod s jednim strojem '**Gebr. Sulzer**' od 40 KS pri 260 okr./min, provrta 23 cm s 35 cm stapaja i s Del Proposto propulzijskim sustavom.

Dakle, svi navedeni brodovi bili su prvi brodovi na kojemu su dizelski strojevi bili ugrađeni kao primarni pokretači. Ali, pošto se ti strojevi nisu mogli prekratati, primjenjeni su razni sustavi da bi se moglo s brodovima manevrirati. Jedini među njima na kojem je primijenjen čisti sustav DE propulzije bio je *Vandale*.

Zanimljiv je slučaj s teretnim brodom '**Venoge**' koji je operirao na Ženevskom jezeru. Kažu da je taj brod i danas aktivan. Originalni motor je izvađen 1924. godine i prodan u Francuskoj za proizvodnju električne struje gdje je više godina dobro radio. Originalni motor zamijenjen je suvremenim brzohodnim dizelskim motorima. Brod je namijenjen za nabijanje stupova - vjerojatno još i danas radi.

2. Nastavak razvoja klasičnog sustava električne propulzije

Godine 1906. postali su dostupni izravno prekratani dizelski strojevi dvokretnog i četvorokretnog tipa pa je privremeno zamrlo zanimanje za električnu propulziju. Jedino je Američka mornarica nastavila istraživanja ove propulzije i naručila nekolicinu ratnih brodova s paro-turbinskom električnom propulzijom i to: **Jupiter** u 1912., jedan bojni brod klase **New Mexico** u 1914., i pet bojnih brodova klase **Tennessee** i **Colorado** u 1915. te dvije krstarice **Lexington** i **Saratoga** između 1915. i 1919.

U dvadesetim godinama prošlog stoljeća ponovno je poraslo zanimanje za ovu vrstu propulzije i ona je

postala vrlo popularna, posebno na ledolomcima radi potrebe za jačim okretnim momentima te na istraživačkim brodovima. Već u ranim tridesetim godinama zbog transatlantskog natjecanja linijskih putničkih brodova na izvjesnom broju tih velikih linijskih brodova primijenjen je sustav električne propulzije koji se sastojao od generatora istosmjerne struje pogonjenih parnim turbinama i odgovarajućih DC elektromotora. Brzina i smjer vrtnje propulzijskih motora podešavala se relativno niskom uzbudnom strujom generatora. Tijekom godina ova se je tehnika sve više usavršavala i nastavila se primjenjivati sve do 1970-tih. Primjerice, 1932. godine porinut je poznati francuski putnički linijski brod s/s '**Normandie**', tada najveći i najbrži brod na svijetu. Imao je postrojenje gdje su parne turbine pogonile 4 električna generatora izmjenične struje, a isti su napajali četiri sinkrona elektromotora od 29 MW svaki. Ti elektromotori su pri maksimalnoj brzini vrtjeli svaki svoj propeler. Brzina broda se podešavala frekvencijom generatora. Pri nižim brzinama konfiguracija se mogla promijeniti tako da su samo dva generatora u službi napajala svaki po dva elektromotora.

Među putničkim brodovima toga doba ističe se HAPAG-ov linijski brod **Patria** od 16.500 tona sagrađen 1938. godine s postrojenjem od 15.000 KS i dva propelera. Bio je to prvi preko-oceanski linijski brod na svijetu s DE propulzijom. Plovio je na liniji za Južnu Ameriku brzinom od 17 čv. Električnu centralu sačinjavalo je pet petorocilindarskih i jedan šestorocilindarski dizelski stroj. Svi su bili MAN tipa GZ 52/70 dvo-kretni, jednoradni motori bez križne glave. Pogonili su trofazne alternatore od 2.140 KVA koji su pri 250 okr./min napajali strujom dva sinkrona elektromotora od 5.500 KVA, a oni su vrtjeli svaki svoj propeler s oko 110 okr./min.

Šest generatorskih setova bili su podijeljeni u dvije grupe i smješteni u dvije odvojene strojarnice s vodonepropusnom pregradom između njih. Taj brod doživio je vrlo zanimljivi sudbinu. Od 1940. služio je kao ploveć a električna centrala u Stettinu, a kasnije je premješten u Flensburg i prerađen za smještaj mornaričkog osoblja. Nakon Hitlerova samoubojstva postao je rezidencija posljednje njemačke ratne vlade pod zapovjedništvom admirala Doenitza. Brod je 1945. zaplijenilo Britansko vojno zapovjedništvo. U brodogradilištu Harland & Wolf u Belfastu preuređen je za Ministarstvo transporta kao brod za prijevoz trupa i preimenovan je u '**Empire Welland**'. U siječnju 1946. predan je Sovjetskom Savezu za ratnu odštetu i pod imenom '**Rossiya**'. Brod je te velike vučne jakosti. Plovio kao linijski putnički brod sve do 1985. Pod imenom '**Anvia**' iste godine završio je karijeru u jednom pakistanskom rezalištu.



Hapagov linijski brod 'Patria'

Kao što je već rečeno, u usporedbi s klasičnim propulzijama na nekim posebnim brodovima kao što su ledolomci i istraživački brodovi DE propulzija je osobito prikladna zbog svoje fleksibilnosti, olakšanog manevriranja.. Prvi ledolamac s DE propulzijom bio je švedski '**Ymer**' od 4330 dwt s postrojenjem od 9000 KS koji je bio u službi od 1933. sve do 1970. godine

Elektro-propulzijske sustave naširoko je koristila Američka mornarica tijekom II. Svjetskog rata. Izgrađeno je više od 300 brodova za ratne svrhe s tim sustavima propulzije. Većina tih brodova imali su dizelske električne centrale ukupne snage 6.000 KS. U nekim slučajevima, kao što su '**T-2**' tankeri, primjenjivani su paro-turbinski električni sustavi.

Nakon II. Svj. rata tehnologija mehaničke brodske propulzije poboljšala se zbog novih dizelskih strojeva sve veće učinkovitosti i pouzdanosti. Tako je DE propulzija skoro potpuno nestala u primjeni na trgovačkim brodovima. Jedan od izuzetaka je s/s **'Canberra'**, putnički linijski brod lansiran 1960. koji se smatra izrazitim primjerom takvih električno pokretanih brodova. Dva sinkrona trofazna 6.000 V elektromotora napajana su s dva 32,2 MW alternatora pogonjena parnim turbinama. S ukupno 42.500 KS s/s Canberra je postala najjačim paroturbinskim električno pokretanim putničkim brodom ikad sagrađenim.

Drugi linijski putnički krstaš **'Queen Elizabeth II'** koji je sredinom 1980-tih preinačen s paro-turbinske na DE propulziju ukupne snage 95,5 MW prednjačio je u primjeni pretvarače snage zasnovanih na tiristorima. I neki drugi linijski krstaši s preinačenim propulzijskim sustavima, kao što su **'Fantasy'** (SAD) ili **'Crystal Harmony'** (Japan) primijenili su isti sustav zasnovan na tiristorskim pretvaračima snage.

Tijekom 1980-tih uvođenje novih energetske poluvodičkih naprava omogućilo je razvoj suvremenih elektropropulzijskih sustava. Sve je započelo kasnih 1950-tih pojavom **tiristor**-a, prvog kontroliranog poluvodičkog elektronskog ventila koji je prikladan za primjenu na električnim postrojenjima velike snage i koji je 1970-tih služio u kopnenoj industriji za pogone s promjenjivom brzinom vrtnje (**Variable Speed Drive – VSD**). Zatim, 1990-tih finska brodogradilišta **MASA Yards** i tvrtka **ABB** razvili su usmjerivi podtrupni potisnik nazvan **AZIPOD™ (Azimuthing Podded Drive)** – jedan inovativni izum prikladan za električno pogonjene brodove koji je poboljšao njihove performanse i manevarske sposobnosti. Prvi Azipod sustav snage 1,5 MW instaliran je na brod za polaganje plutača **'SEILI'**, preinačen 1990.

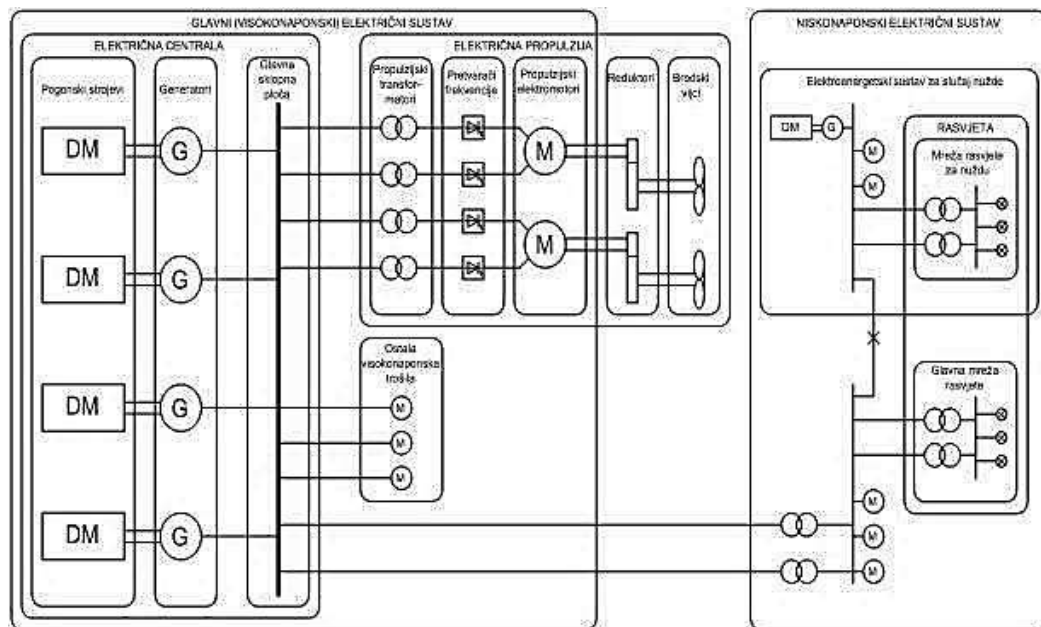
Stupnjevi konverzije u DE električnoj propulziji su: mehaničko-električna konverzija u generatorima struje, zatim transformacija napona u propulzijskim i drugim transformatorima, podešavanje frekvencije i napona u propulzijskim pretvaračima frekvencije te električno-mehanička konverzija u propulzijskim motorima.

3. Potpuno integrirani električni sustavi

Kontrola poriva u DE propulziji ostvaruje se na dva načina: podešavanjem broja okretaja i smjera vrtnje propulzijskog elektromotora koji pogoni brodski vijak s fiksnim krilima (**FPP**) ili podešavanjem koraka broskog vijka podesivih nagiba lopatica (**CPP**) uz konstantan broj okretaja porivnog elektromotora. Za podešavanje služe tzv. pretvarači ili konvertori. U slučaju CPP propelera, za podešavanje objedinjenog energetske sustava konstantne frekvencije i napona mreže nekad su se koristili elektro-mehanički, a danas jedino statički pretvarači, dok za FPP propeler služe novorazvijeni tipovi statičkih pretvarača.

U svakom slučaju, danas je uvriježeno da se električna propulzija potpuno integrira u brodski elektroenergetski sustav. Dijelove tog integriranog sustava sačinjavaju glavni visokonaponski sustav za proizvodnju električne energije sa svojom električnom centralom i glavnom rasklopnom pločom preko koje se napaja regulacijski sustav električne propulzije i ostali visokonaponski potrošači, a preko transformatora i niskonaponski električni sustav putem kojeg se napajaju elektromotori pomoćnih strojeva, rasvjeta i ostala niskonaponska trošila. Tu je i energetske sustav za slučaj nužde. Radi boljeg uvida vidi priloženu shemu tog objedinjenog sustava. Osnovne sastavnice DE sustava su:

1. Proizvodnja električne energije (električna centrala),
2. Pretvaranje i kontrola električne snage (pretvarači snage),
3. Propulzijski elektromotori.



Primjer konfiguracije objedinjenog brodskog elektroenergetskog sustava s potpuno integriranim sustavom propulzije

3.1. Proizvodnja električne energije

Električna energija se proizvodi putem grupe alternatora koji su mehanički spojeni na razne vrste primarnih pokretača. Primarni pokretači danas su uglavnom suvremeni srednjohodni ili brzohodni dizelski strojevi koji sagorijevaju dizelsko ili teško gorivo, a u novije vrijeme primjenjuju se i dizelski strojevi na dvojna ili trojna goriva, tekuća i plinovita. Takvi su strojevi izabrani zbog svoje manje težine i manjih gabarita, a njihov broj odabire se tako da se osigura zalihost (redundancija) i fleksibilnost pogona u odnosu na trenutačne zahtjeve za električnom snagom te da se omogući održavanje ili popravak pojedinog stroja. Alternativni primarni pokretači osobito na visokim razinama snage mogu biti i plinski dizelski strojevi, plinske turbine, parne turbine ili turbine kombiniranog ciklusa. U novije vrijeme kao dodatni izvori energije služe solarni paneli, punjive baterije i gorivne ćelije. Dostignutom usavršenošću dizelskih motora znatno je povećana njihova učinkovitost i znatno su smanjene emisije štetnih plinova, uz uvjet da ti strojevi rade nazivnom snagom. U DE propulziji električna centrala je grupa od više energetske jedinice koje se sastoje od primarnih pokretača s alternatorima, uobičajeno od tri do šest jedinica. U ovisnosti o trenutačnoj razini električnih opterećenja startanjem ili zaustavljanjem pojedinih alternatorskih jedinica može se postići optimalna točka eksploatacije, tako da dizelski strojevi koji su tada aktivni mogu raditi pri punoj ili blizu pune nazivne snage. Svi su alternatori spojeni su na glavnu rasklopnu ploču sa koje se napajaju sva visokonaponska trošila. Trofazna struja koju proizvode alternatori visokog je napona, reda veličine od 690 V do nekih 15 kV. Alternativno, neki sustavi DE propulzije ranije su zasnovani isključivo na istosmjernoj struji, ali to se danas rjeđe primjenjuje.

3.2. Pretvaranje i kontrola propulzijske električne snage

Pretvarači (**konvertori**) porivne snage služe za podešavanje frekvencije. Današnji pretvarači frekvencije su u osnovi statički jer nemaju pokretnih dijelova. Dijele se na izravne i neizravne.

Izravni pretvarači su **ciklokonvertorskog** tipa, zasnovani na tiristorima. Oni izmjeničnu struju generiranu alternatorima izravno (u raznim konfiguracijama) pretvaraju u izmjeničnu struju podesive frekvencije za napajanje porivnih elektromotora. Ti su pretvarači zasad jedini izravni pretvarači, vrlo su pouzdani i zbog svoje jednostavnosti lako se održavaju i popravljaju, a imaju i vrlo niske gubitke u elektronskim sklopovima, pa se mogu primijeniti tiristori najvećih snaga. U većini sustava s promjenjivom frekvencijom (**Variable Frequency Drive – VFD**) *ispravljač (konvertor)* mijenja ulaznu AC struju u DC struju, iza njega slijedi DC sekcija koja služi za skladištenje i stabilizaciju snage, da bi se na koncu pomoću *izmjenjivača (invertera)* DC struju promijenilo natrag u konačnu AC struju s promjenjivom frekvencijom za napajanje AC porivnih elektromotora.

Neizravni pretvarači mogu biti *Pretvarači izvora struje (Current - Source Inverter - CSI)* ili *Pretvarači izvora napona (Voltage - Source Inverter – VSI)*. Naime, radi stabiliziranja struje - u sekciji za skladištenje energije između ispravljača i pretvarača - CSI koristi induktivni način, tj. veliku prigušnicu, dok VSI primjenjuje slog velikih kondenzatora. To određuje i njihovu prikladnost za određeni tip DE propulzije. VSI pretvarači rade i s indukcijskim i sinkronim motorima, a isto tako i neki CSI pretvarači.

Podvrsta pretvarača izvora napona je *Pretvarač s modulacijom širine impulsa (Puls - Width Modulator – PWM)* ili „**ŠIM**“ *pretvarač*, gdje se napon triju faza ispravlja u istosmjernu struju i akumulira u skladišne kondenzatore, a zatim preko kontroliranog izmjenjivačkog mosta (obično **IGBT** ili **IGCT**) tu struju modulira u seriju brzih impulsa koji rezultiraju sinusoidnim oblikom trofazne struje promjenjive frekvencije koja napaja porivni elektromotor. Glatkoća rezultirajućeg sinusoidalnog valnog oblika može se kontrolirati širinom (brojem) moduliranih impulsa u jednom sinusoidalnom ciklusu. Odabir frekvencije izmjene impulsa ovisan je o tome u koju se svrhu modulator rabi. Za brodske porivne elektromotore frekvencija nije niska, iznosi od nekoliko kiloherca do nekoliko desetina kiloherca. Ovu vrstu pretvarača odlikuje velika fleksibilnost, mirniji rad propulzijskih motora, preciznost i odlična dinamika, a pogodni su za sve vrste motora izmjenične struje. PWM pretvarači danas se naširoko primjenjuju, i to ne samo za brodski poriv.

U slučaju CSI sustava ima još jedna topologija a to je *Pretvarač vezan uz opterećenje (Load Commutated Converter – LCI)* ili *Sinkrokonvertor* koji također rabi induktor AC sekcije, ali se oslanja i na povezivanje s porivnim elektromotrom tj. s opterećenjem, tako da rezultirajuću struju šalje kao uzbudnu struju na porivni sinkroni elektromotor. LCI pretvarači ograničeni su jedino za rad sa sinkronim motorima. Namijenjeni su za vrlo velike izlazne snage (37.500 kW pa naviše). U suvremenim pretvaračima rabe se razne poluvodičke naprave, počevši od **tiristora**, zatim često korištenog ispravljača sa silikonskom kontrolom (**Silicon - Controlled Rectifier – SCR**) i tiristora s isključivanjem elektronskih vratâ (**Gate Turn - Off – GTO**) pa sve do novijih poluvodičkih elemenata, kao što su; simetrični tiristor povezan s elektronskim vratima (**Symmetrical Gate - Commutated Thyristor – SGCT**), injektirano poboljšani transistor elektronskih vratâ (**Injection Enhanced - Gate Transistor - IEGT**), dvopolarni transistor s izoliranim elektronskim vratima (**Insulated Gate Bipolar – IGBT**), metaloksidni poluvodič koji se rabi za pojačanje ili prespajanje elektronskih signala (**Metal - oxide Semiconductor Field - Effect Transistor – MOSFET**), zatim **TRIAC** (kratica od: **Triode for Alternating Current**) te tiristor s dvosmjernom triodom (**Bilateral Triode Thyristor**). Triac se u osnovi sastoji od dva SCR-a spojena u obrnutoj paraleli.

Kao rezultat on funkcioniše kao dvosmjerna sklopka koja propušta struju u oba smjera kad se elektronska vrata uzbude naponskim signalom.

3.3 Propulzijski elektromotori

Propulzijske elektromotore današnjice dijelimo na:

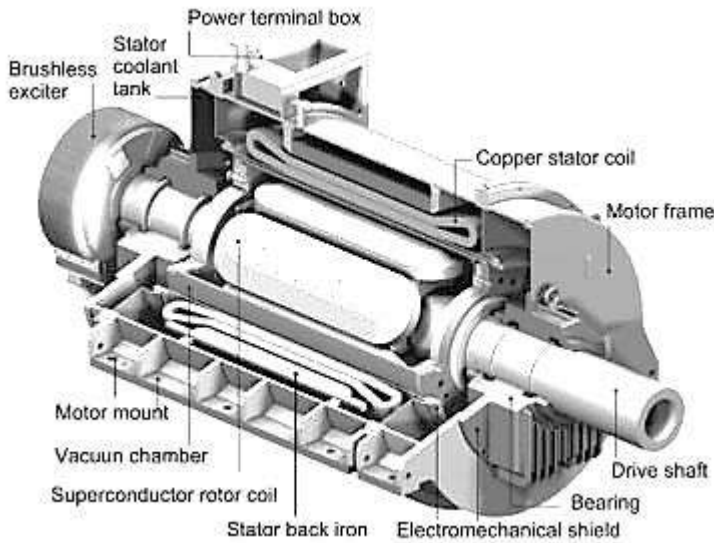
- AC sinkroni motor s namotajima na rotoru,
- AC asinkroni ili indukcijski motor,
- AC višefazni indukcijski motor,
- AC unaprijeđeni indukcijski motor (**Advanced Induction Motor – AIM**),
- AC sinkroni motor s permanentnim magnetima (**Permanent Magnet Motor - PMM**),
- AC Supravodički sinkroni motor (**Super Conductor Synchronous Motor – SCSM**),
- DC homopolarni motor (**DC - HPM**),
- DC supravodički homopolarni motor (**DC - SCHPM**).

Klasični AC elektromotori, sinkroni ili asinkroni, dosegli su svoju potpunu zrelost i tu nema više nekih značajnijih poboljšanja. Jedinna poboljšanja očekuju se u bliskoj budućnosti na motorima s permanentnim magnetima ili uvođenjem supravodiča i višefazne tehnologije.

Sinkroni motor s permanentnim magnetima (magneti uobičajeno smješteni na rotoru) rabi trajne magnete, tj. visoko-energetski proizvod izrađen od posebnih slitina i to: samarij-kobalt (**SmCo**) ili neodim-željezo--bor (**NdFeB**). Pošto trajni magnet proizvodi stalni magnetski tok on se može predstaviti kao uzbudni namotaj s konstantnim izvorom struje. Izostanak uzbudnih namotaja omogućava prostor za smještaj više magneta visoke energetske gustoće što rezultira jakim magnetskim tokom između statora i rotora. Stoga se motor s trajnim magnetima odlikuje jačim zakretnim momentom i većom ukupnom učinkovitošću, jer, nema gubitaka u zavojnicama s bakrenom žicom.

U slučaju da nastane kratki spoj u kablovima između propulzijskog pretvarača i motora ovaj se motor pretvara u generator pokretan propelerom, U tom slučaju propeler se doslovno pretvara u vodenu turbinu pogonjenu inercijalnim kretanjem mase broda, poglavito ako se to dogodilo pri punoj brzini broda. Na taj način sve dok se brod ne zaustavi šalje se obratna elektromotorna sila natrag u sustav, povećavajući štetu već nastalu kratkim spojem. Ovo se može spriječiti preusmjerenjem proizvedene struje preko posebnog strujnog kruga u jaki odvodni otpornik (**dummy resistor, shunt**).

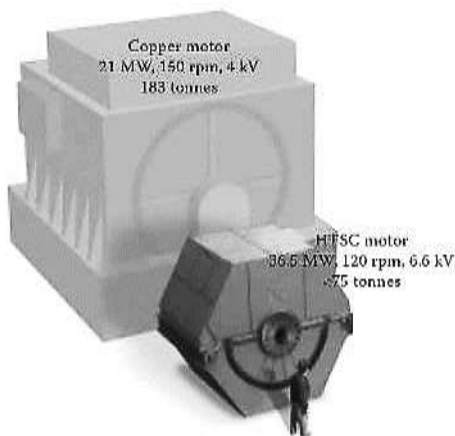
Supravodički propulzijski motori zasnovani su na istraživanjima koja su dovela do novih materijala za kablove koji lakše provode električnu struju. Uvođenjem supravodiča poboljšava se učinkovitost i gustoća snage rotacijskih strojeva i time se smanjuju njihove izmjere i težina. Postoje dva osnovna tipa supravodiča, a to su: supravodič na niskoj temperaturi (**Low Temperature Superconductor – LTS**) koji radi na temperaturama od oko 10 °K i supravodič na visokoj temperaturi (**High Temperature Superconductor – HTS**) koji radi na temperaturama od oko 100 °K. Obje tehnologije zahtijevaju kriogeni rashladni uređaj, koji rabi tekući dušik ili tekući helij. Taj uređaj je manji i jednostavniji u slučaju HTS supravodiča. Potrošnja snage za rad tih rashladnih uređaja zanemariva je u usporedbi sa snagom generatora ili motora ili s prednostima takvog sustava. HTS supravodički sinkroni motor



Source: American Superconductor Corp.

Prototip HTS motora od 5 MW

može imati veću gustoću snage i tiši je od motora s permanentnim magnetima, ali tehnologija izrade ovakvih motora zahtijeva još vremena za „peglanje“ nekih tehničkih problema ili nedostataka. Ovaj motor može nositi visoku gustoću struje s zanemarivim gubitkom snage u rotoru i može dati više od dvostruke izlazne snage nego što daju konvencionalni motori s bakrenim namotajima istovjetne fizičke veličine. Još treba napomenuti da ne postoji AC supervodič, supervodljivost je jedino DC fenomen. Sagrađeni su transformatori i AC kablovi sa supervodičima ali pri testiranju nisu pokazali zadovoljavajuće rezultate.



Source: American Superconductor Corp

Na priloženom crtežu lijevo najbolje se vide razlike u dimenzijama i snazi između visokotemperaturnog HTSC motora od 36,5 MW, 120 okr./min 6,6 kV s težinom od <75 t i porivnog motora namotanog bakrenom žicom od 21 MW, 150 okr./min teškog čitavih 183 t i velikog kao dvokatna kuća.

Višefazni indukcijski motori poznati su već krajem 1960 – tih. U usporedbi s trofaznim indukcijskim motorima višefazni strojevi smanjuju snagu potrebnu za napajanje faza, smanjuju osciliranje okretnog momenta i buku, više su pouzdani i smanjuju harmonične struje u rotoru. Sva ova svojstva čine višefazne strojeve prikladne za primjenu u DE propulziji velike snage i jake struje.

Homopolarni motori - Ostaje kazati još nekoliko riječi o najnovijim pokušajima u razvoju još boljeg i učinkoviteg propulzijskog elektromotora, a to je homopolarni motor istosmjerne struje (**homologous, homo-polar**) ili jednopolni (**unipolar**). Na istom homopolarnom principu proradio je prvi električni motor u svijetu, kojeg je **Michael Faraday** demonstrirao još 1821. Poslije njega mnogi su s više ili manje uspjeha pokušavali poboljšati takav elektromotor koji radi na principu međudjelovanja električne struje i magnetskog polja, a među njima su mađarski fizičar **Anyos Jedlik**, britanski znanstvenik **William Sturgeon** i američki izumitelj **Thomas Davenport**. Svi ti pokušaji zasnivali su se na principu homopolarnog motora, ali su ipak bili neprikladni za praktičnu primjenu sve do kraja 19. stoljeća. Tek je 1886. izumitelj **Frank Julian Sprague** izumio i predstavio prvi praktični DC motor bez iskrenja, s kolektorom („**commutator**“) te s relativno konstantnom brzinom bez obzira na visinu opterećenja.

Homopolarni motor je ustvari elektromotor istosmjerne struje čiji vodiči uvijek sijeku jednosmjerne linije magnetskog toka i okreću se oko fiksne osi koja je paralelna s magnetskim poljem. Rezultirajuća elektro-magnetska sila djeluje stalno u jednom pravcu, pa homopolarnom motoru ne treba kolektor. Ipak, da bi se ostvarilo jednapolno magnetsko polje rabe se klizni prstenovi. Istraživanja na ovom tipu propulzijskog motora započela su još u osamdesetim godinama prošlog stoljeća. U istraživanju homopolarnog motora u kombinaciji sa supervodičkom tehnologijom najviše su angažirane Američka mornarica te još nekoliko najjačih istraživačkih tvrtki u SAD-u i svijetu. Postignuti su neki uspjesi, međutim u razvoju homopolarnog motora većih snaga u kombinaciji s primjenom supervodiča pojavilo se dosta poteškoća. Ukoliko se savladaju te zapreke bit će to najefikasniji elektro-propulzijski motor ikad napravljen.

Problemi leže u tome što u kriogenim uvjetima supervodičkog homopolarnog motora (ogroman napon i struja koji se preko prstenova prenose) nikakve klasične četkice ne mogu izdržati. Pokušavalo se s tekućim metalima (živa ili natrij-kalij) s kojima nema trenja, ali se pojavljuje viskozno rastezanje tih metala što uzrokuje daljnje poteškoće. Ne smije se zaboraviti da su te tvari još i jako otrovne. Zbog toga, u daljnjim pokušajima eksperimentira se s čvrstim četkicama sa srebrnim vlaknima, ili vlaknima od čistog grafita. Djelovanje takvih čvrstih četkica na manjim modelima pokazalo se uspješnim. Čini se da je time donekle riješen prijenos velikih struja preko kliznih prstenova. Američka mornarica sada priprema prototip homopolarnog supervodičkog motora snage 40 MW s praktičnim testiranjem na brodu.

Kako je ranije spomenuto, na razvoju i usavršavanju DE propulzije rade brojne istraživačke tvrtke i institucije po svijetu. Među njih se je uvrstila i australna istraživačka tvrtka **GUINA Energy** na čelu s znanstvenikom **Antom (Tony) Gujinom** (rođenim Hrvatom) i osnivačem ove istraživačke tvrtke, koja je po svemu sudeći dosta napredovala na polju istraživanja generatora, motora i pretvarača permanentno–magnetske i homopolarne supervodičke tehnologije. Kao rezultat istraživanja njihovog **R&D** tima izumljena je i testirana čitava skupina uređaja koji spadaju u slijedeća polja primjene, a to su: supervodička toroidna tehnologija, tehnologija s permanentnim magnetima bez četkica, klaster tehnologija s permanentnim magnetima bez četkica, toroidna tehnologija s permanentnim magnetima, **AERO-TRON™** koncept, homopolarni brodski podtrupni potisnici, homopolarni brodski podtrupni potisnici sa sustavom za dvosmjernu vrtnju protuvrtećih propelera (**CRP**), mehanički sustav s konusnim zupčanicima s kojima se iz standardne jednosmjerno vrteće ulazne osovine postiže protusmjerna vrtnja dvaju pogonskih izlaznih osovine (a moguća je i obratna primjena), zatim homopolarni generatori za vjetroturbine, toroidni generatori za vjetroturbine i svepolni (**all pole**) generatori za vjetroturbine.

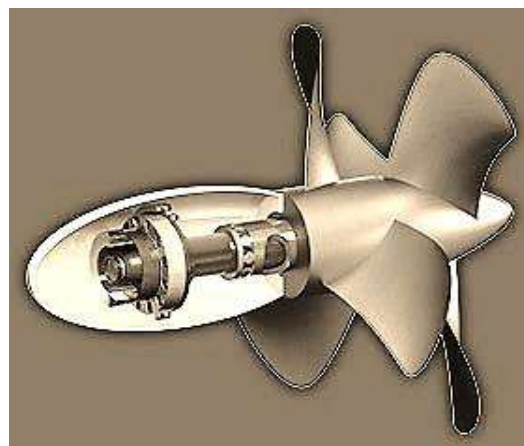
Nas zanima primjena takvih novih tehnologija samo u brodskoj DE propulziji. U njihov homopolarni brodski propulzijski sustav podtrupnog potisnika, tj u motor u obliku diska inkorporiran je i „**Elektromagnetski pretvarač snage bez četkica**“ koji visoki napon istosmjerne struje s niskom ulaznom strujom transformira u niski istosmjerni napon visoke struje, što je potrebno za napajanje posljednje sekcije motora niskog broja okretaja. Beskontaktna magnetska kopča prenosi finalni zakretni moment na osovinu propelera. Ovo u konačnici rezultira time da su električni dijelovi sustava potpuno odvojeni od morskog okoliša. Isto tako, ovaj sustav podtrupnog potisnika može se lako integrirati sa sustavom uskladištavanja snage dobivene putem gorivnih ćelija koje troše vodik. U slučaju homopolarnog supervodičkog motora zasada su u primjeni četkice za klizne prstenove od slitine natrij-kalij (**NaK**) čija je gustoća niža od gustoće vode, s time da se pokraj tih četkica instaliraju tzv. „**Null field**“ zavojnice koje omogućavaju efektivan prijenos energije preko četkica s tekućim slitinama - usprkos tome što su te četkice okružene jakim magnetskim poljima koja inače stvaraju ranije spomenuto viskozno rastezanje slitine.



*Homopolarni brodski
elektromotor u
obliku diska*



*Pretvarač snage
bez četkica*



*Brodski podtrupni potisnik od 40 MW
inkorporiran u motor*

Illustrations: guinaenergy.com

Gujinin tim nastavlja potragu za još pogodnijim slitinama, ili čvrstim materijalima za četkice homopolarnih supervodičkih motora.

Ako različite elektromotore koje danas stoje na raspolaganju uspoređujemo prema njihovim odlikama odvojeno od čitavog električnog propulzijskog sustava, konstruktor će imati na umu da je motor samo jedna od komponenata mnogo većeg propulzijskog sustava koji sadrži nekoliko drugih glavnih komponenata, kao što su generatori, pretvarači s energetsom elektronikom, sustavi za hlađenje i kriogena oprema za supervodičke strojeve. Za motor koji se gledano odvojeno čini da je najbolji, ne mora značiti da će se uklopiti u cjelokupni sustav zbog njegova utjecaja na druge podsustave, poglavito na pretvarače. Pri dizajniranju cjelokupnog sustava DE propulzije naročito se vodi računa o tipu broda i službi za koju je taj brod namijenjen. Naravno, da se pritom nastoji odabrati i prikladan motor, ali gdje njegova kompaktnost ili energetska gustoća i učinkovitost ne moraju biti jedini odlučujući faktori.

4. Poteškoće, nedostaci i noviteti

Kako bi se konstruirao brod s električnom propulzijom koja dobro funkcionira svi elementi tog sustava moraju odgovarati svojoj namjeni. Pri tome nisu toliko kritični primarni pokretači, jer oni ionako imaju visoku redundanciju. Nisu previše kritične ni mehaničke komponente, a niti propeleri. Naravno, odabir prikladnog propelera je također vrlo važan u smislu sveukupne pouzdanosti i učinkovitosti. Međutim, najkritičnija sastavnica svakako je elektronički pretvarač koji električnu energiju pretvara u pogonsku snagu prikladnu za kontrolu broja okretaja i smjera vrtnje porivnog elektromotora. Taj sustav može biti kritičan ukoliko se primjenjuje ranjiva tehnologija.

Svaka transformacija energije izaziva gubitke snage. Osim toga, transformacija zasnovana na ispravljačima i/ili PWM pretvaračima izaziva šumove, bilo akustične bilo elektromagnetske. Gubici snage uračunavaju se kroz čitav sustav od rasklopne ploče do propulzijskog elektromotora. Tu su i dodatni gubici u alternatorima i elektromotorima što uobičajeno iznosi oko 6 %, tako da ukupni električni gubici u tipičnom PWM sustavu mogu doseći 12 do 14 %. Visoki gubici i primjena energetske elektronike u inverterima prisiljava dizajnere da primjene vodeno hlađenje cijevi, ventile, senzore, brtvenice, izmjenjivače topline i posebnu deioni-

ziranu vodu za pretvarače visoke snage. Zataji li samo jedna od komponenata u rashladnom sustavu propeler se zaustavlja, a u najgorem slučaju pretvaračka jedinica eksplodira.

Nadalje, većina pretvaračkih sustava koji se danas primjenjuju u električnoj propulziji na brodovima trebaju imati velike transformatore iz dvaju razloga, a to su; prvo da filtriraju harmoničke smetnje nastale u ulaznoj električnoj mreži i drugo da podese napon na ulazu u pretvarače. Takvi su transformatori posebnog dizajna, vrlo su veliki, teški te zahtijevaju prisilno hlađenje. U slučaju kvara njihova zamjena predstavlja veliki tehnički izazov.

Većina pretvaračkih sustava na današnjem tržištu napravljena su u jednoj jedinici kompaktnoj jedinici koja se sastoji od ispravljača, DC kondenzatorskih skupina, IGBT invertera, kontrolnih ploča i drugih podsustava te sastavnica sustava za hlađenje vodom itd. Znači, tu su od 80.000 do 160.000 što manjih što većih komponenti koje međusobno djeluju na zamršene načine. Ako samo jedna jedina od tih komponenti zakaže, pretvarač (i propeler) neminovno će prestati raditi.

Većina tehnologija DE propulzije stvaraju harmonička izobličenja, što zahtijeva potrebu filtriranja preko posebnih jedinica koje se sastoje od od magnetskih zavojnica, kondenzatora itd. Takvi filtri mogu izgledati kao još jedna nevažna jedinica koja bi trebala raditi bez ikakvih problema. Ali, avaj! U rujnu 2010, na RMS *Queen Mary II* (QE2) jedna od ovih jedinica je zakazala uslijed eksplozije jednog od kondenzatora harmoničkog filtra, što je izazvalo totalno pomračenje broda i dovelo brod i putnike u vrlo opasnu situaciju.

Poznat je i nedavni slučaj jednog putničkog krstaša u veljači 2013. Na tom brodu dok je plovio Karibima nastao je požar u jednoj od odvojenih strojnica. Iako je druga strojnica ostala netaknuta pogon se nije mogao uspostaviti, osim pomoćnog generatora za nuždu. Za ljude na brodu rezultat je bio užasan. Brod je tri dana bespomoćno plutao nedaleko Yucatana. U većinu donjih paluba izlile su se fekalije. U subtropskim uvjetima nijedan brodski sustav nije funkcionirao. Posada se uopće nije snašla, izuzev hotelskog osoblja koje je pokušalo organizirati nekakav red i pružiti pomoć putnicima. Kad je brod konačno dotegljen u najbližu luku, preliminarni pregled istražne komisije ustanovio je da je požar u jednoj strojnici nastao na jednom od generatora uslijed curenja goriva, ali se to nije tada moglo sa sigurnošću potvrditi, jer je ovaj brod još u siječnju imao problema s električnim propulzijskim sustavom. Zašto se pogon u drugoj odvojenoj strojnici nije mogao uspostaviti nije se utvrdilo. U svakom slučaju šteta je bila neizmjerena i za putnike i za kruzersku kompaniju. S obzirom na učestalost kvarova na propulzijskim sustavima putničkih krstaša koji skoro svi imaju neki tip DE propulzije, tim povodom jedna američka tvrtka počela je proizvoditi pakete s osnovnim stvarima nužnim za preživljavanje koje bi putnici na krstašima trebali obvezno sa sobom nositi.

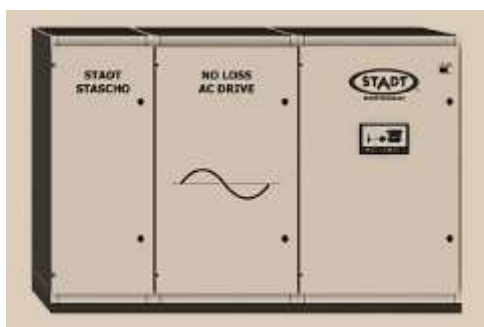
U nastojanju da se što je više moguće pojednostavi sustav električne propulzije i izbjegnu nepotrebni gubici te sustav postane više pouzdan, u posljednje vrijeme neke su tvrtke ponudile tržištu nove unaprijeđene sustave. Tako, primjerice, norveška tvrtka 'STADT' u bliskoj kooperaciji s švedskom tvrtkom 'NFO Drives' dizajnira i izgrađuje nove pojednostavljene sustave DE propulzije nazvane **STADT STASSCHO** gdje se primjenjuje patentirana **No-Loss** 'sine wave' (sinusoidalna) **AC DE** propulzijska tehnologija s zanemarivim gubicima u slijedu snage. Izbjegnute su brojne transformacije snage koje se dešavaju u postojećim pretvaračkim uređajima, pogotovo u slučaju PWM modulacije. Svaka transformacija snage stvara gubitke, bilo zbog harmoničkih izobličenja (Total Harmonic Distortion – **THD**) bilo zbog elektromagnetskih opterećenja (Electro-Magnetic Charge – **EMC**). **STADT STASSCHO** sustav je bez transformatora. Jedinstven je još u tome jer rabi tri različite tehnologije snage u tri odvojena redundantna modula – **PCC1**, **PCC2** i **PCC3**. Moduli su uobičajeno smješteni u rasklopnoj ploči i nemaju

potrebe za ventilacijom, prirodna cirkulacija zraka je dovoljna. PCC1 je tradicionalni pretvarač frekvencije, dok su PCC2 i PCC3 neovisni pojačavači inverterske snage zasnovani na tiristorском i by-pass prespajanju. Jedan od ta dva kabineta može se smjestiti na odvojenoj zaštićenoj lokaciji kao redundantni izvor propulzijske snage. Kvar na



Jedan od STADT Stasscho integriranih propulzijskih sustava

jednome pojačavaču neće zaustaviti propeler, jer se odmah ubacuje rezervni. Ukupni gubici ovog sustava iznose samo 6 %. U svrhu eliminacije rizika eksplozije u ovom pretvaračkom sustavu primjena kondenzatora svedena je na samo jedan kondenzator, a minimalna zračnost među živim sabirnicama snage koja u tradicionalnih pretvarača iznosi samo 1 mm povećana je na više od 20 mm. Ovaj uređaj isporučuje se u nižem ili srednjem naponu od 690 V do 11 kV za snage reda veličine od 100 kW pa sve do 150 MW. Ovi sustavi uobičajeno se služe propelerima promjenjiva koraka u konfiguraciji s dva ili tri propelera, a mogu biti i fiksnog koraka. U konfiguraciji s jednim propelerom postoje razne kombinacije kao što su dvostruki paralelni motori uz zajednički zupčanički izlaz, zatim s dva elektromotora u tandemu, pogon s propelerom na oba kraja broda ili s dvostrukim Voith propelerima.



Kabineti STASCHO pretvaračkog sustava

Ovakvi integrirani DE propulzijski sustavi već su se u različitim konfiguracijama dovoljno dokazali na nekolicini posebnih brodova, jer to je jedinstvena kombinacija čiste sinusoidalne snage za glavnu razvodnu ploču, električne motore i druge električne potrošače – uz minimalne troškove na gorivu, smanjen volumenski prostor kojeg strojnica zauzima i uz minimalne troškove održavanja. Druge odlike su; nema akustičnih šumova, bez vibracija, ne postoje harmonička izobličenja, bez toplotnih emisija, a smanjene su i emisije štetnih plinova.

Sinusoidalni oblik AC napona i struje osigurava da inverterski pretvarači ne emitiraju nikakve smetnje drugim osjetljivim elektroničkim uređajima na brodu, kao što su radari, ekosonderi, GPS i DP uređaji te instrumentacija za seizmička istraživanja. Brodovi s već ugrađenim STASSCHO sustavom su: dva broda za seizmička istraživanja, jedan HTSVN - kabotažni brod, jedan SSV brod, dva broda za podršku seizmičkim istraživanjima, jedan brod za potrebe lučkih vlasti, jedan AHTSV brod i tri oceanske ribarice s poteznim mrežama.

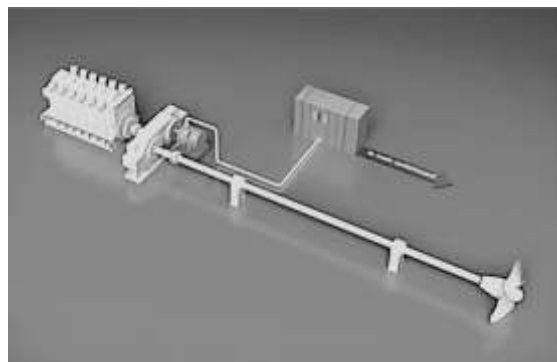
Druga norveška tvrtka 'Inpower A/S' ponudila je jedan još učinkovitiji sustav DE propulzije nazvan PhiDrive™ zasnovan na izravno spojenim propulzijskim elektromotorima s permanentnim magnetima. Taj sustav izvrsno funkcionira sa svim vrstama primarnih pokretača i odlikuje se s najmanje mogućim brojem komponenata. Budući da se snaga s alternatorâ kablovima izravno prenosi na propulzijske elektromotore PhiDrive osigurava bolje raspolaganje brodskim prostorom nego što to pružaju postojeći dizel-električni ili mehanički sustavi.

I generatori ovog sustava su zasnovani na permanentnim magnetima s visokom gustoćom snage i manji su za 1/3 od indukcijskih generatora jednake snage. Podešavanje brzine i smjera vrtnje propelera postiže se regulacijom broja okretaja primarnog pokretača, bilo izravno ili preko reduktorske kutije. Moguće je i mehanički prijenos snage sa zupčaničke kutije na tzv. Z-drive uređaj čiji elektromotor unutar broda mehanički pogoni prope-

ler. Sa zupčaničke se kutije pogoni poseban generator koji napaja rasklopnu ploču preko **PhiVarg™** uređaja.

Taj uređaj pretvara promjenjive ulazne strujne vrijednosti u fiksne izlazne vrijednosti frekvencije i napona. S tim fiksnim vrijednostima napaja se glavna razvodna ploča s koje se dalje napajaju svi električni potrošači kako je prikazano na priloženoj ilustraciji.

PhiDrive sustav se nudi u različitim konfiguracijama i to: s jednim ili dva propelera, s dvostrukim zakretnim propelerima te s mehaničkom vezom (osovina) uređaja za vrtnju propelera ili električnom vezom (kablovi) između generatora i propulzijskog motora. Odlike izravno spojenih elektromotora s permanentnim magnetima pogoduju protuvrtećim vrtećim CRP propelerima iz više razloga, uključujući visoku učinkovitost pri nominalnom ili maksimalnom broju okretaja.



PhiVarg™ uređaj (source: InPower A/S)

Prvi ovakav sustav u kooperaciji s tvrtkom '**Scana Volda**' (koja je konstruirala protuvrteće propelere – **CRP**) bio je ugrađen na opskrbeni brod za platforme (**PSV**) „**Juanita**“, s glavnim propulzijskim sustavom koji uključuju elektromotore pojedinačne snage od 2,3 MW i 1,7 MW za dva protuvrteća propelera. Ti se propeleri vrte pomoću dva propulzijska motora u nizu koji pogone dvostruku osovinu jednu u drugoj („shaft-in-shaft“) brzinom od 11 do maksimalnih 14,9 čv



PSV „Juanita“

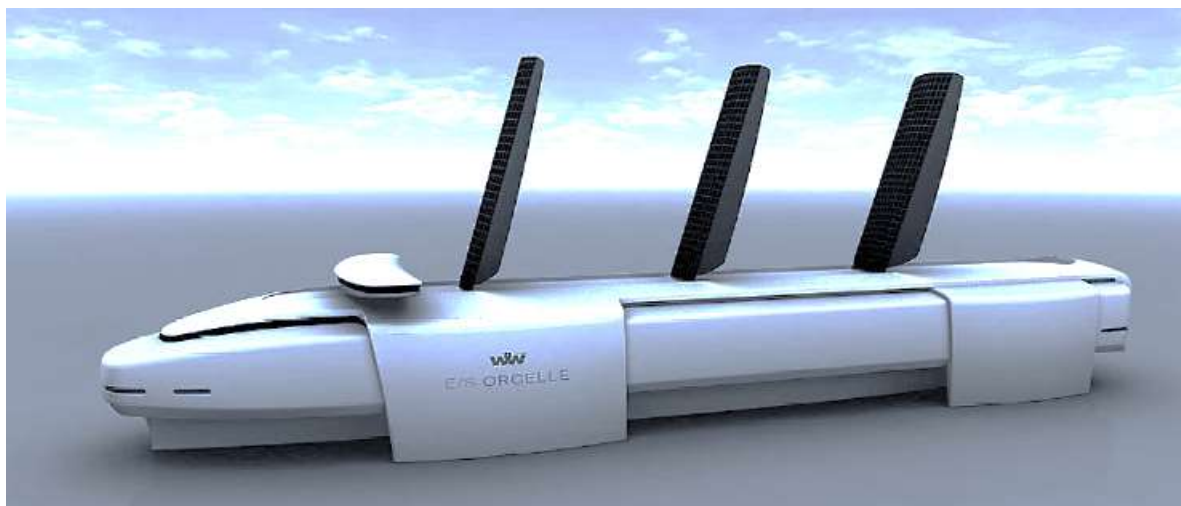
Na ilustraciji desno vidimo stari norveški ro-ro trajekt „**Elksund**“ sagrađen još 1970., na kojeg je umjesto prijašnjeg propulzijskog pogona ugrađen propulzijski sustav **PhiDrive**. S dva zakretna propulzijska propelera i zajedno s rubnim potisnicima (**Rim Driven Thruster**) postignuta je ušteda na potrošnji goriva od čitavih 30 %. Učinkovitost se postiže u cijelom rasponu broja okretaja, ali osobito je izražena pri višim okretajima. Ovaj sustav u različitim konfiguracijama zasada je ponuđen sa snagom od 5 MW.



Ro-ro trajekt „ELKSUND“

5. Zaključak

Na koncu, može se zaključiti da će se u dogledno vrijeme električna propulzija usavršiti i postati potpuno



E/S „ORCELLE“

pouzdan, siguran i učinkovit način brodske propulzije. U kombinaciji s plinovitim gorivima, gorivnim ćelijama, akumulacijom energije putem suvremenih baterija, korištenjem solarne, vjetrene i energije morskih valova DE propulzija dugo će vremena vladati u svim sektorima trgovačkog brodarstva, a i vojnih brodova i podmornica.

Međutim, s obzirom da ljudska inventivnost nikad ne posustaje, može se očekivati da će se zasigurno pojaviti i neke potpuno nove tehnologije, koje danas nije moguće ni zamisliti. U svakom slučaju, vrlo je vjerovatno da će se kako je predviđeno godine 2025. ostvariti projekt broda „**ORCELLE**“ tvrtke **Valenius Wilhelmsen**. Projekt je u osnovi zamišljen još 2005. godine. Radi se o nosaču kontejnera kapaciteta 10 tisuća TEU, pentamarskog trupa koji za propulziju i brodske potrebe koristi sve vrste obnovljivih energija koje nam stoje na raspolaganju. Gorivne ćelije davat će 50% potrebne snage, a ostalo će pokrivati solarna i vjetrena energija te energija valova. Ukrcaj / iskrcaj kontejnera će se obavljati u određenim posebno konstruiranim automatiziranim terminalima.

Literatura i izvori:

- „**UKORAK S VREMENOM**“ br. 41, 7. svibnja 2010., str. 19-31 - Doc.dr.sc. Joško Dvornik, dipl. ing. i Srđan Dvornik, dipl. ing.: **'PRIMJENA DIZELELEKTRIČNE PROPULZIJE NA BRODOVIMA'**
- [Wikipedia.org/wiki/Homopolar_motor](https://www.wikipedia.org/wiki/Homopolar_motor)
- [google.hr/books](https://books.google.hr/books) – **SHIPBOARD PROPULSION. POWER ELECTRONICS, AND OCEAN ENERGY** by Mukund R. Patel
- Norwegian Society of Chartered Engineers – 2th International **DIESEL ELECTRIC PROPULSION** 26-29 April 1998, Helsinki, Finland,
- **95 YEARS OF DIESEL-ELECTRIC PROPULSION FORM A MAKE-SHIFT SOLUTION TO A MODERN SYSTEM**, by Horst W. Koehler an Werner Oehlers, MAN B&W Diesel AG, Germany

JMR – Journal of Maritime Research, Vol.IV. No.2 – **FUTURE TRENDS IN ELECTRICAL PROPULSION SYSTEMS FOR COMMERCIAL VESSELS** by Victor M. Moreno and Alberto Pigazo

- stadteng.weebly.com/uploads/4/1/2/6/41267099/stadtguideline.pdf
- stadt.no
- inpower.no/html/phidrive-
- maritimejournal.com/news101/power-and-propulsion/less-is-more-phi-drive...

Sastavio: **BORIS ABRAMOV**, ing. - pom.str. I. klase, umirovljeni Upravitelj stroja

pbb Tino Sumić, dipl. ing., Hrvatsko vojno učilište, dekanat Split
e-mail: tinosumic@net.hr

prof. dr. sc. Gojmir Radica, Sveučilište u Splitu, Fakultet elektrotehnike, strojarstva i
brodogradnje, Split, R. Boškovića bb; e-mail: gojmir.radica@fesb.hr

Branko Lalić, dipl.ing. Sveučilište u Splitu, Pomorski fakultet, Split,
Zrinsko-Frankopanska 38, e-mail: blalic@pfst.hr

KARAKTERISTIKE MODERNIH PROPULZORA

1. Uvod

Danas se sve više razmišlja o uvođenju električne propulzije, zbog dobrih manevarskih sposobnosti, povećanja korisnog brodskog prostora, tihog, mirnog rada i visoke raspoloživosti.

Počeci primjene električnog pogona na brodovima datiraju još od 1839. god. kada je njemački fizičar ruskog podrijetla **Moritz von Jacobi** predstavio prvo plovilo na električni pogon.

Poput mnogih drugih izuma i električna propulzija je svoju primjenu najprije našla u vojnoj industriji koja je do kraja 19. stoljeća izgradila veliki broj podmornica s potpuno električnom propulzijom napajanom iz akumulatorskih baterija. Presudne eksploatacijske prednosti električne propulzije tada su očigledno bile tihi rad i mogućnost plovidbe pod vodom bez potrošnje kisika i emisije produkata izgaranja.

Između 1902. i 1910. godine dizel-motori nisu imali mogućnost prekreta pa se električna propulzija nametnula sposobnošću jednostavnog reverziranja poriva. U godinama koje su slijedile, a posebno tijekom 20-tih i 30-tih godina 19. stoljeća, izgrađen je veći broj ratnih i putničkih brodova s turbo-električnom propulzijom.

Za izbor električne propulzije presudna je bila sposobnost jednostavnog reverziranja, redukcije broja okretaja i prijenosa vrlo velike snage. Pojavom kvalitetnijih dizel-motora, reduktora i vijaka s promjenljivim korakom, električna propulzija sredinom 20. stoljeća privremeno nestaje s trgovačkih brodova, ali se zbog odličnih manevarskih sposobnosti i ekonomičnijeg rada pri malom porivu i dalje intenzivno koristi na ledolomcima i istraživačkim brodovima.

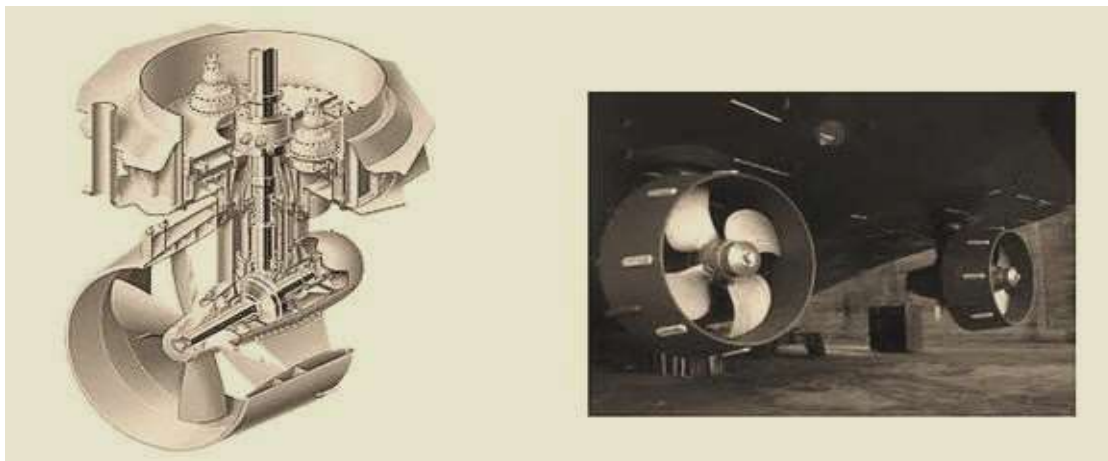
Inovacijama na području upravljivosti, otkrićem tiristora i razvojem reguliranih elektromotornih pogona napajanih iz tiristorskih ispravljača 70-tih, odnosno statičkih pretvarača frekvencije 80-tih godina, omogućila se integracija brodske elektroenergetskog sustava, a time i potpuno iskorištenje ukupne instalirane snage pogonskih strojeva za propulziju, prekrcaj tereta i ostalu potrošnju.

Velika istraživanja na ovom polju govore u prilog značenju ove vrste pogona i za postojeće, ali i za neke nove aplikacije.

2. POD propulzori

POD⁴ je propulzor pogonjen elektromotorom koji je smješten u vitkom, strujno dobro oblikovanom, kućištu zvanom gondola koja se nalazi ili se može nalaziti ispod broda. Mogu se okretati oko svoje osi te tako mijenjati smjer poriva. Zbog dobre upravljivosti, ugrađuju se na brodove koji moraju imati izvrsna upravljačka svojstva kao što su luksuzni putnički brodovi, tankeri koji plove kroz led, i slično. U kućištu i skroku (nosaču) koji se nalaze ispod broda može se nalaziti reduktor kao što je slučaj kod Z-pogona ili elektromotor. Nova generacija pod-propulzora ima elektromotore s hlađenim namotajima. Vijci (propeleri) im se također mogu postaviti tako da se nalaze ispred skroka (vertikalnog nosača) i mogu se nalaziti u sapnicama (Slika 1), a također mogu imati i kontrarotirajuće vijke. Vijak je moguće postaviti tako da se nalazi ispred skroka pa se to onda naziva povlačenjem, ili iza - što se naziva guranjem. U povlačenju dostrujavanje je jednoličnije zbog čega je mogućnost nastanka kavitacije i vibracija manja.

⁴ Engleski nazvano <<POD>> (slično mahuni). U tehničkom nazivlju na hrvatskom je gondola (npr. Balona ili zrakoplovnog motora).



Slika 1 - Vijci u sapnici

(Izvor: Azimuthing Thruster, http://www.flowserve.com//Products/Pumps/Specialty-Products/Thruster/Pleuger-Type-WFDS-Thruster-Pump,en_US)

Već odavno su uočene prednosti električne propulzije, izvrsna prilagodba dizelskih motora potrebnoj snazi, pa sukladno tome i manje mehaničko trošenje, sniženje specifičnog potroška goriva i smanjenje zagađivanja atmosfere. Nadalje, povećava se pogonska žilavost postrojenja i pojednostavljuje se ugradnja većega broja brzokretnih dizelskih motora malih dimenzija.

Posebosti suvremenog električnog pogona (transmisije/prijenosa) na brodovima su primjena permanentnih magneta umjesto elektromagneta (**PME** - permanent magnet excitation), čime se smanjuju dimenzije rotora. Nadalje, zbog nepostojanja uzbude postiže se veći stupanj korisnosti elektromotora, a slijedno tome smanjuje se i disipacija energije pa je zato hlađenje pojednostavljeno, smanjuje se masa i cijena uređaja, a nepotrebni su klizni prstenovi i četkice (jednostavnije održavanje).

Brzina vrtnje se regulira pomoću frekvencijskih pretvornika (**frequency converter**), koji dopuštaju korištenje nominalnog momenta vrtnje u čitavom području brzina. Nominalni je moment ograničen promjerom elektromotora kojega se međutim nastoji držati što manjim, da bi se ostvario hidro-dinamički povoljan odnos duljine i promjera gondole. Zato se statorski namotaji neposredno dotiču oplata gondole, dakle gondola je istodobno i kućište elektromotora, a to je povoljno i za hlađenje.

Primjenjuje se sustav jedne sabirnice, na koju se priključuju svi proizvođači i potrošači električne energije. Elektromotori su izmjenični, trofazni i polifazni, sinkroni, s jednostrukim ili dvostrukim namotajima (radi veće sigurnosti pogona: u slučaju kvara na jednom namotaju elektromotor i dalje radi sa smanjenom snagom). Prijenos električne snage sa sabirnice do gondole elektromotora ostvaruje se najčešće sustavom kliznih prstenova (neki proizvođači su patentirali određene konstrukcije), čime je omogućena neograničena vrtnja gondole. [1]

Ekološke prednosti POD električne propulzije su:

- smanjenje potrošnje goriva;
- smanjenje emisije štetnih plinova;
- smanjenje buke i vibracija;
- povećanje sigurnosti broda;
- izbjegavanje sidrenja;
- produljenje eksploatacijskog vijeka broda.

Jedna od najviše eksponiranih prednosti dizel-električne propulzije je značajno smanjenje potrošnje goriva, što samo po sebi znači bolje očuvanje energetske resursa i manju emisiju štetnih plinova kod istog tehno-

loškog učinka. Osim toga, srednjohodni i brzohodni dizelski motori na brodovima s dizel-električnom propulzijom rade s konstantnim okretajima pa imaju znatno nižu emisiju štetnih plinova od dizelskih motora u sustavu dizel-mehaničke propulzije.

Vibracije i buka također imaju štetan učinak na ljude i životinje iako nisu toliko eksponirani poput kumulativnog zagađenja okoliša emisijom štetnih plinova i ispuštanjem opasnih tvari.

Električna propulzija uspješno smanjuje buku i vibracije kroz:

- korištenje manjih srednjohodnih ili brzohodnih dizelskih motora i plinskih turbina;
- povoljniji smještaj dizelskog motora;
- eliminaciju reduktora;
- smanjenje torzijskih vibracija na brodskom vijku zbog mirnog rada propulzijskog elektromotora.

POD propulzija ima i dodatne prednosti koje doprinose smanjenju vibracija i buke;

- eliminaciju dugačkih osovinskih vodova;
- povećanje razmaka između oboda vijka i trupa.

Veliki broj ekoloških incidenata uzrokovanih istjecanjem tereta pokazao je da se od brodova koji prevoze potencijalno opasan teret mora zahtijevati posebno visok stupanj sigurnosti.

Električna propulzija povećava sigurnost broda kroz:

- visok stupanj raspoloživosti pogona broda;
- bolja manevarska svojstva;
- manju opasnost od požara širih razmjera.

Treba još naglasiti ekološki značaj POD propulzije. U analizi havarija koje su rezultirale gubitkom tankera pokazalo se da je u 30% slučajeva glavni razlog nesreće bio gubitak poriva. Kako je potpuni gubitak poriva kod broda s električnom propulzijom i dva brodska vijka vrlo malo vjerojatan, uvođenjem električne propulzije drastično se smanjuje broj ovih ekološki vrlo opasnih havarija.

Superiorne manevarske sposobnosti propulzije s podtrupnim potisnicima u radu povećavaju sigurnost pri manevriranju u blizini obale, ali i pri izbjegavanju sudara i nasukavanja. Više manjih strojnica s automatskim sustavima gašenja omogućuje brzo lokaliziranje i efikasno gašenje požara prije nego što se opasno ugrozi sigurnost broda i tereta. Primjenom sustava dinamičkog pozicioniranja može se na mjestima na kojim obitavaju zaštićene vrste organizama izbjeći sidrenje. Zahvaljujući karakteristikama potrošnje goriva brodovi opremljeni električnom propulzijom imaju veliku eksploatacijsku fleksibilnost tako da im je ekonomska efikasnost znatno manje ovisna o situaciji na tržištu nego kod brodova s dizel-mehaničkom propulzijom, pa sporije zastarijevaju. Eventualne rekonstrukcije kao što su produljenje ili skraćivanje broda i/ili povećanje maksimalne brzine jednostavnije su i jeftinije. Zahvaljujući povoljnijim uvjetima eksploatacije (manje vibracija, rad motora s konstantnim brojem okretaja) vitalni dijelovi pogonskih strojeva i brodske konstrukcije trajniji su nego kod dizel-mehaničke propulzije. Zbog svega navedenog ispravno projektirani brodovi s električnom propulzijom ostaju u službi mnogo dulje od brodova s dizel-mehaničkom propulzijom čime se smanjuje potrošnja energije i zagađenje pri reciklaži starih i izgradnji novih brodova. Štoviše, zastarjele brodove s ekološki i ekonomski neprihvatljivo velikom potrošnjom goriva i emisijom štetnih tvari, moguće je u specifičnim slučajevima uz prihvatljiva ulaganja preinačiti na električnu propulziju i tako im produljiti životni vijek, kako je to npr. učinjeno s putničkim brodom „*Queen Elizabeth II*“. Osnovni nedostatak im je što su zbog svoje kompleksne izvedbe skuplji od ostalih propulzora, podložni su kvarovima,

a glavčina im je znatno veća nego što je to kod uobičajenih vijaka s fiksnim korakom, što im smanjuje iskoristivost.

2.1. POD sustavi propulzije

Danas postoji nekoliko vrsta POD propulzije od kojih je najučestalija Azipod propulzija.

Poznati su sljedeći sustavi POD propulzije:

- **Azipod** sustav propulzije;
- **Dolphin** sustav propulzije;
- **Mermaid** sustav propulzije;
- **Shottel** - Siemens sustav propulzije.

2.1.1. Azipod

Azipod (eng. **Azimuthing Podded Drive** – usmjerivi gondolski propulzor) je registrirani naziv specifičnog azimuth propulzora prikazanog na Slici 2.

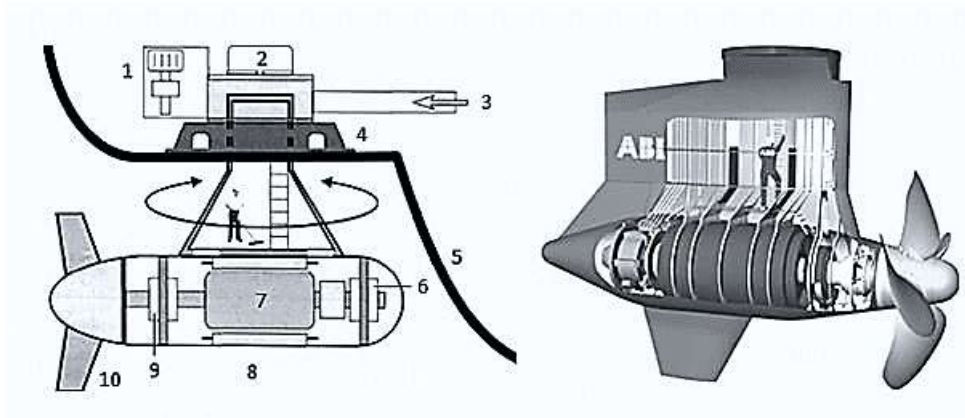
Izvorno razvijena u Finskoj zajedničkim pothvatom **Kvaerner MASA** brodogradilišta i **ABB** grupe, to je brodska pogonska jedinica koja se sastoji od električno pogonjenog vijka montiranog u kućištu kojim je moguće upravljati. Ideja za takav pogon je nastala još 1980. godine, a prvi je put ugrađen 1990. godine na finski servisni brod „**Seili**“. Prvi komercijalni brod s ugrađenim Azipod pogonom bio je tanker „**Uikku**“ 1993. godine, a prvi putnički brod „**Elation**“ 1998. godine.

Za razliku od klasičnih propulzijskih sustava gdje se električni propulzijski motor nalazi unutar broda, ovdje je on smješten u posebno konstruiranoj gondoli izvan broskog trupa.

Čitava gondola se može zakretati za puni krug (360°) čime je nestala potreba za klasičnim kormilarskim sustavom, a više nije potrebno ni prekretanje propulzijskog motora koji se sada može okretati stalno u istom smjeru. Time su znatno poboljšane manevarske sposobnosti pa više nije neophodna ni upotreba pramčanih propulzora (smanjenje zakretnog radijusa za 40 %). Za propulzijski motor koriste se sinkroni i asinkroni električni motori, a u najsuvremenijim SSP azimuthalnim pogonima permanentno uzbuđen sinkroni motor koji je znatno manje težine i dimenzija u odnosu na standardni sinkroni, pa su tako dodatno poboljšana hidrodinamička svojstva broda. Elektromotor je preko vrlo kratke osovine povezan s broskim vijkom (s fiksnim krilima) što znatno smanjuje vibracije broskog trupa, a pošto su elektromotor i gondola duboko uronjeni u more kao glavni rashladni medij elektromotoru služi okolno more što dodatno snižava cijenu sustava. Prikladan je za snage propulzijskog motora do 25 MW i za brzine vrtnje 0-200 o/min. [2]

Prednosti Azipod propulzijskog sustava su :

- mehanički je jednostavniji od ostalih tipova propulzijskih sustava, jer se izostavljaju dugačke osovine, ležajevi, kormilarski zupčanici, kormila, reduktori, a nema ni složenih broskih vijaka s prekretnim krilima;

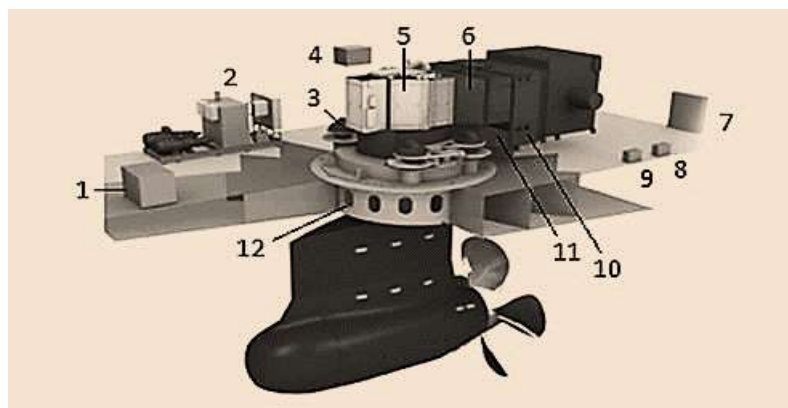


1 - Hidraulična kormilarska jedinica, 2 - Jedinica kliznih prstenova za snagu i kontrolu, 3 - Ventilacija i hlađenje, 4 - Instalacijski blok, 5 - Trup broda, 6 - Potisni ležaj, 7 - Sinkroni elektromotor promjenjive brzine, 8 - Azipod jedinica, 9 - Ležaj brodskog vijka, 10 - Brodski vijak s fiksnim krilima.

Slika 2 - Azipod propulzijski sustav

(Izvor: Azipod, [http://www05.abb.com/global/scot/scot293.nsf/veritydisplay/590ce0d16e7d72f5c1257a330027e777/\\$file/Azipod_XO_Presentation.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot293.nsf/veritydisplay/590ce0d16e7d72f5c1257a330027e777/$file/Azipod_XO_Presentation.pdf))

- znatno poboljšane dinamičko-hidrauličke i manevarske sposobnosti;
- smanjena potrošnja energije, manji troškovi održavanja i manje zagađenje okoliša;
- propulzijske karakteristike u vožnji naprijed ili nazad su gotovo iste, pogodan za tlačne i vlačne operacije, male i velike brzine neovisno o vremenskim uvjetima plovidbe;
- znatno smanjena buka i vibracije brodskog trupa;
- omogućena je ušteda prostora za ostale potrebe brodskog postrojenja;
- mogućnost ugradnje svega 2 tjedna prije porinuća broda što znatno olakšava ugradnju i smanjuje troškove proizvodnog procesa broda.



1 - Uljna jedinica, 2 - Hidraulički agregat, 3 - Hidraulički kormilarski uređaj, 4 - Gravitacijski tank, 5 - Jedinica sa kliznim prstenovima, 6 - Izlazni provodni kanal zraka, 7 - Azipod jedinica sučelja, 8 - Lokalna jedinica, 9 - Regulator zraka, 10 - Rashladnik zraka, 11 - Ulazni provodni kanal zraka, 12 - Instalacijski blok

Slika 3 - Azipod V serije sa elektro-hidrauličkim kormilarskim uređajem

(Izvor: What is an Azipod, <http://cruisewithchris.blogspot.com/2013/03/azipod-problems-for-carnival-legend.html>)

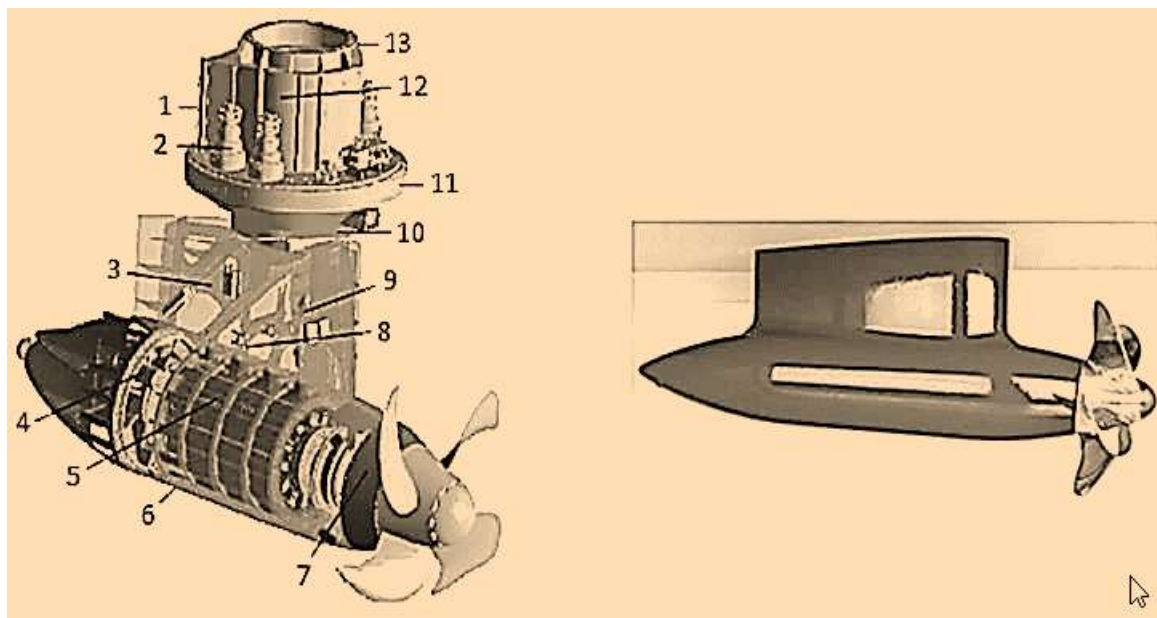
Međutim postoje i određeni nedostaci ovog sustava:

- osnovni nedostatak im je što su zbog svoje kompleksne izvedbe skuplji od ostalih propulzora; podložni su kvarovima;

- glavčina im je znatno veća nego što je to kod uobičajenih vijaka s fiksnim korakom što im smanjuje iskoristivost;
- potrebna je promijenjena konstrukcija broskog trupa zbog karakterističnog položaja pogonske gondole van broda. O tome treba voditi računa prije konstruiranja broda;
- u slučaju većeg kvara na propulzijskom motoru nužno je vađenje broda na kopno zbog popravka što znatno poskupljuje postupak servisiranja.

2.1.2. Dolphin sustav propulzije

Dolphin sustav je također gondolski propulzor (Slika 4), nastao kao plod suradnje nizozemskoga proizvođača vijaka - tvrtke **John Crain-Lips**, uklopljene u **Wärtsilä Propulsion** te njemačke industrije električne i elektroničke opreme - **SAM Electronics** iz Hamburga. Brojne analize i bazenski pokusi doveli su do oblika gondole koji omogućuje vrlo dobra manevarska i propulzijska svojstva. Koliko je poznato, do sada je samo brod za krstarenja „**Seven Seas Voyager**“ opremljen ovim propulzorom. Dolphin ima jedan vučni vijak bez sapnice, a električna oprema je vrlo suvremena. [3]



1 - Prirubnica rashladne jedinice, 2 - Kormilarska jedinica, 3 - Potporni spremnik, 4 - Krmeni ležaj, 5 - Elektromotor, 6 - Pod kućište, 7 - Prednji ležaj, 8 - Kaljužna sisaljka, 9 - Sisaljka za podmazivanje, 10 - Kormilarska glavčina, 11 - Okretni ležaj, 12 - Rashladni sustav zraka, 13 - Prirubnica kliznog prstena

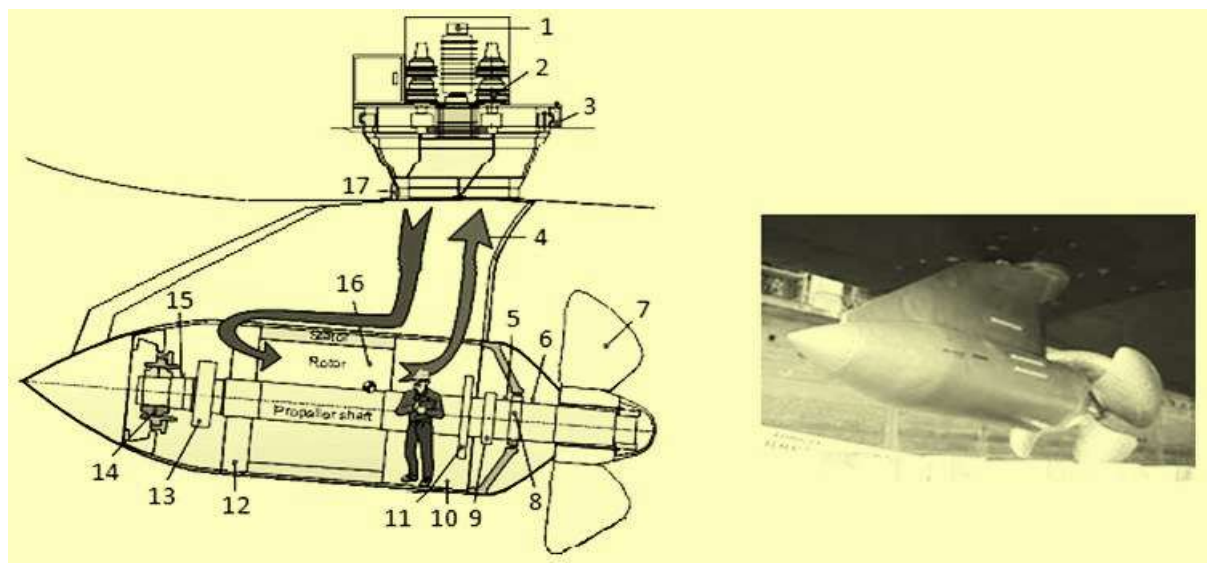
Slika 4 - Dolphin gondolski propulzor

(Izvor: Pod-Driven, http://www.windwardtechnologyhawaii.com/cruise_ship_capt_000008.htm)

2.1.3. Mermaid sustav propulzije

Rolls-Royce-ova švedska **KaMeWa** u suradnji s francuskom tvrtkom **Alstom** proizvela je **POD** nazvan **Mermaid** prikazan na Slici 5. Mermaid omogućuje brže i sigurnije manevriranje zahvaljujući mogućnosti ostvarivanja željenog poriva unutar cijeloga područja kutova (puni kut). Smanjuje vibracije broda i razinu buke, te pomaže smanjivanju zagađivanja atmosfere. Ovim se propulzorom mogu postići brzine do 30 čvo-

rova. Nepostojanje osovinskog voda, škrokovia i kormila smanjuje otpor za 5 do 10 %. Nadalje, optimiziranje oblika, smještaja i položaja Mermaid-a na brodu, omogućuje povećanje stupnja korisnosti propulzije do



1 - Klizna jedinica, 2 - Hidraulički motor, 3 - Okretni ležaj, 4 - Protok zraka, 5 - Unutarnja brtva, 6 - Vanjska brtva, 7 - Brodski vijak, 8 - Radijalni ležaj, 9 - Uređaj za uzemljenje, 10 - Drenažni odjeljak, 11 - Kočnica i osigurač, 12 - Drenažni odjeljak, 13 - Mehanizam za uzбудu, 14 - Odrivni ležaj, 15 - Unutarnja brtva, 16 - Elektromotor, 17 - Brtva

Slika 5 - Mermaid gondolski propulzor

(Izvor: <http://www.ebearing.com/news2006/052201.htm>)

15 %. Minimalni broj mehaničkih dijelova omogućuje optimalno korištenje brodskog prostora, povećava pouzdanost i skraćuje vrijeme ugradnje. Postoji inačica Mermaid-a koja, kod nekih tipova brodova, omogućuje podvodnu montažu i demontažu uređaja.

2.1.4. Schottel - Siemens sustav propulzije

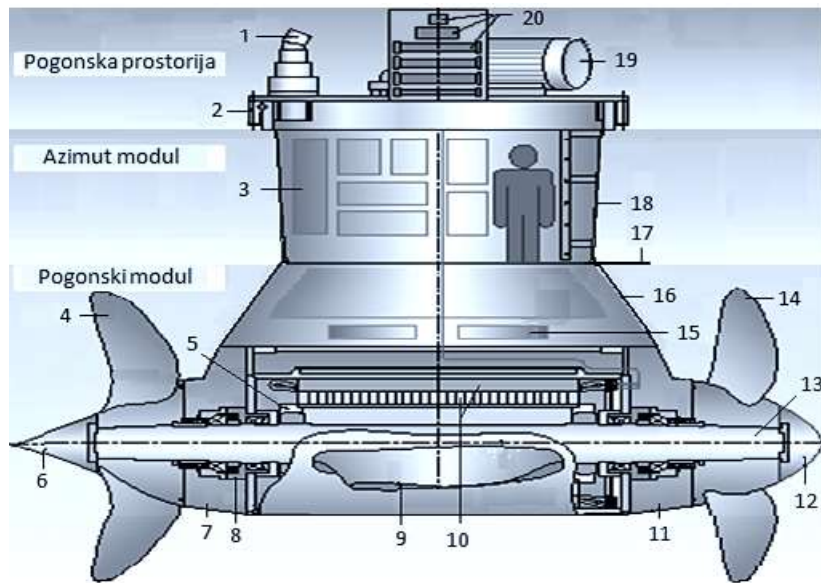
Svjetski poznati njemački proizvođač uređaja za propulziju, pionir na području usmjerivih porivnika - koji se, bez obzira na proizvođača, i danas u žargonu nazivaju „šotel“ - konstruirao je dva gondolska propulzora: **Schottel Electric Propulsor (SEP)**, i zajedno sa Siemensom, **Schottel Siemens Propulsor - (SSP)**.

SEP, prikazan na Slici 6 je temeljen na konzervativnoj zamisli. To je uobičajeni elektromotor s elektromagnetskim satorom (velike mase i velikih dimenzija, manjeg stupnja djelovanja), sa dovodom snage pomoću kabela (nepotrebni klizni prstenovi, ali ograničenje usmjeravanja na jedan puni kut) i proizvodi se za snage do 5 MW.

SSP, prikazan na Slici 7 je suvremeno rješenje električne propulzije: PME (permanent magnet excitation), klizni prstenovi, ciklokonverter. Hidrodinamički je optimiran na temelju rezultata ispitivanja u laboratorijima - kavitacijski tunel. Područje snage od 5 MW do 20 MW. Prema najnovijim informacijama odsada će Schottel ugrađivati PME elektromotore i u manji gondolski propulzor SEP.

3. Cikloidni ili Voith-Schneiderov vijak

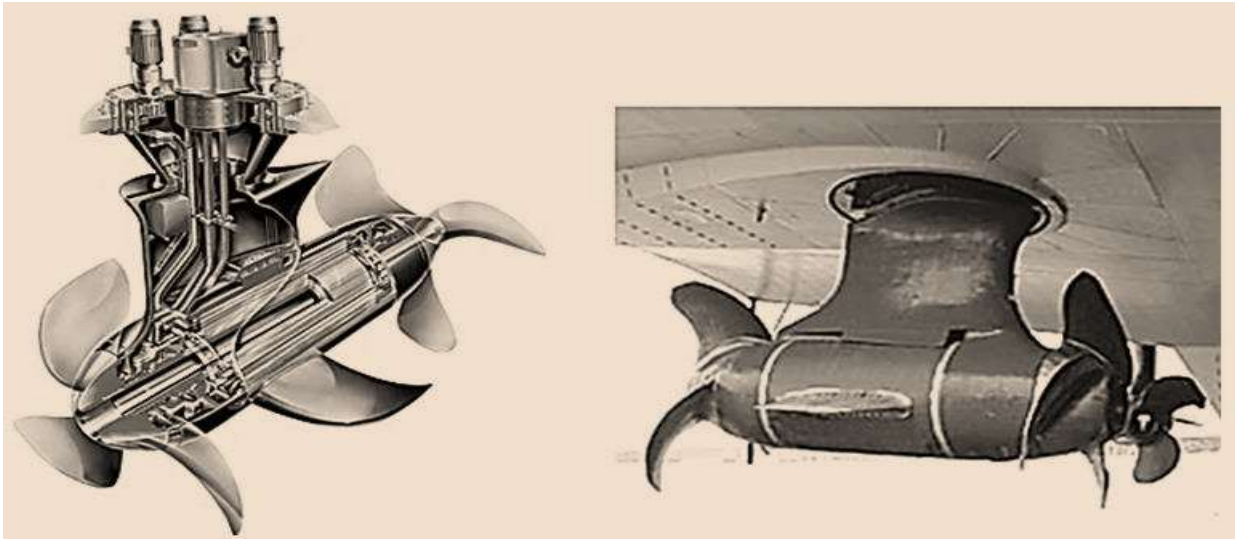
Voith-Schneider-ov sustav, također poznat i kao cikloidni pogon (eng. **cycloidal drive**) ili pogon s



Slika 6 - Schottel gondolski propulzor SEP, s klasičnom uzbudom i kabelskim napajanjem elektromotora

- 1 - Hidraulički motor, 2 - Azimutov okretni ležaj, 3 - Pomoćni uređaji, 4 - Stražnji brodski vijak, 5 - Spojka rotora, 6 - Poklopac, 7 - Stražnji kaljužni prostor, 8 - Ležaj s brtvom, Sustav kočenja, 9 - Peraja (stabilizator), 10 - Stalna uzbuđa sinkronog motora, 11 - Prednji kaljužni prostor, 12 - Poklopac, 13 - Osovina broskog vijka, 14 - Prednji brodski vijak, 15 - Kaljužna sisaljka, 16 - Potporanj, 17 - Konstrukcijska vodena linija broda, 18 - Potporni stožac, 19 - Elektro-hidraulički kormilarski uređaj, 20 - Komutatorska jedinica za glavnu i pomoćnu energiju

(Izvor: POD-Antrieb Mechanik von Schottel, http://de.academic.ru/pictures/dewiki/83/Sch_Podantrieb.jpg)



Slika 7 - SSP Schottel Siemens propulzor

(Izvor: Schottel Siemens SSP accessibility, http://www.sinm.it/sites/default/files/ENG_POD.pdf)

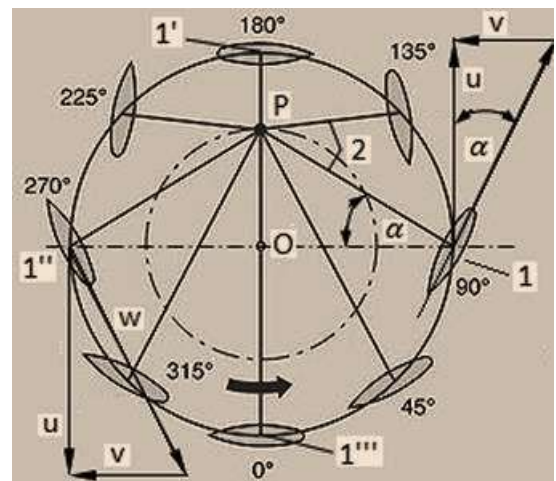
vertikalnom osovinom, specijalizirani je brodski porivni sustav koji daje vrlo dobru upravljivost. Koristi se u brodova koji trebaju promijeniti smjer potiska gotovo trenutno, poput trajekata i tegljača. Propeler Voith Schneider bio je izvorno projekt za hidro-električne turbine. Austrijski izumitelj, **Ernst Schneider**, imao je priliku sastati se sa zaposlenikom Voithove podružnice St. Polten, a to je dovelo do istrage turbine od is-

trage Voith-ovih inženjera. Iako turbina nije radila ništa bolje od drugih hidroturbina, utvrđeno je da Schneiderov projekt radi dobro kao sisaljka, te da bi mijenjajući orijentaciju vertikalnih lopatica mogao funkcionirati kao propulzor.

Cikloidni ili Voith-Schneiderov vijak svakako je najposebniji propulzor. Njegova krila su vertikalno profilirana i rotiraju pod upadnim kutem čijom promjenom se mijenja i smjer poriva. Porivna jedinica **Voith-Schneider (V-S)** koristi se za poriv brodova s malim gazom kao i za poriv brodova kojima su potrebna posebna manevarska svojstva. Vijak s vertikalnom osi umjesto glavčine ima valjak na kojem su na donjoj horizontalnoj površini pričvršćene lopatice. Lopatice su postavljene vertikalno na donju površinu bubnja i svaka se lopatica sustavom poluga može zakretati oko svoje vertikalne osi pri vrtnji bubnja. Valjak s vertikalnim lopaticama vrti se oko vertikalne osi, a promjena poriva ostvaruje se zakretanjem vertikalnih lopatica oko vertikalne osi svake lopatice. Na taj način dobiva se porivna sila, smjer koje se može mijenjati za svaki kut, na krugu 360° . Na taj se način postiže velika sposobnost manevriranja, tako da se npr. brod s dvije V-S porivne jedinice može okrenuti na mjestu. Pri svemu tome nije potrebno kormilo. Trup broda na mjestu ugradnje mora biti ravan. Čitav sustav V-S porivnog uređaja dosta je složen, pa se ne primjenjuje na brodove duge plovidbe, nego na brodovima koji plove u zaštićenim vodama, lukama i jezerima.

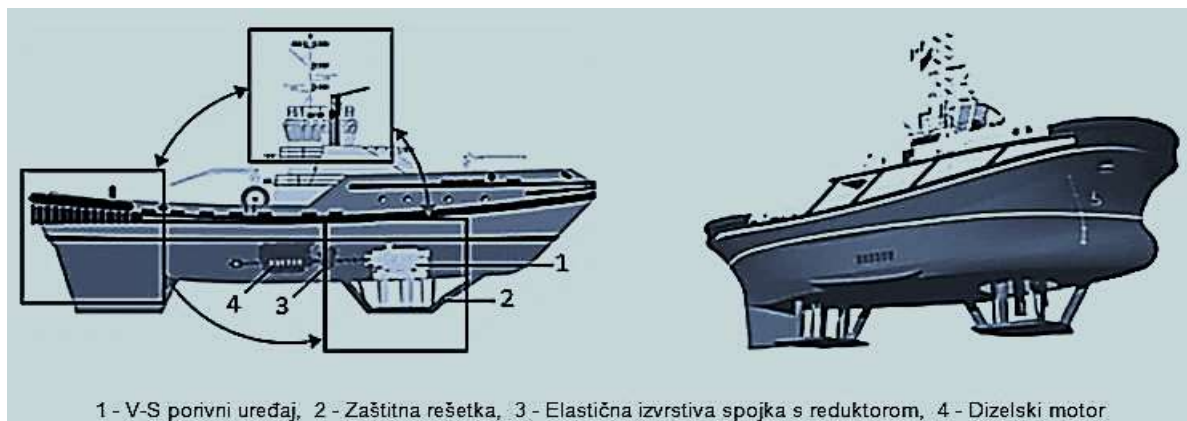
Na Slici 8 prikazan je položaj lopatica V-S porivne jedinice. Mehanizam za zakretanje lopatica drži ih tako usmjerene da vertikalna os na lopaticu prolazi kroz točku, koja se naziva polom **P**. Time lopatica dobije nagib, uslijed kojeg se pri vrtnji vijka obodnom brzinom oko okretišta, dobije brzina, kojom se lopatica otiskuje od vode. Kad lopatica dođe u položaj **1'**, njen položaj je tangencijalan u odnosu na točku vrtnje, pa se ne ostvaruje porivna sila. U položaju **1''** lopatica ima opet nagib koji je u odnosu na spojnicu, negativan. Kako je i obodna brzina promijenila svoj smjer u odnosu na **1'**, dobiva se brzina u smjeru od desna na lijevo, kao i u položaju **1** lopatice. Tako se porivna sila pojedinih lopatica zbraja, pa je ukupna sila poriva okomita na spojnicu.

Za pogon V-S porivne jedinice koristi se dizelski motor stalne brzine vrtnje bez uređaja za prekretanje ili se koristi elektromotor izmjenične struje. Dizelski motor se regulatorom brzine vrtnje može prilagoditi zahtjevima poriva V-S jedinice. V-S porivna jedinica obuhvaća prijenos koji može biti jednostupanjski i/ili dvostupanjski. Reduktor treba biti zaštićen od nedopuštenih naprezanja usljed udaraca pri upućivanju, osobito kod pogona s dizelskim motorom. U tu svrhu obvezatna je ugradnja elastične spojke [4].



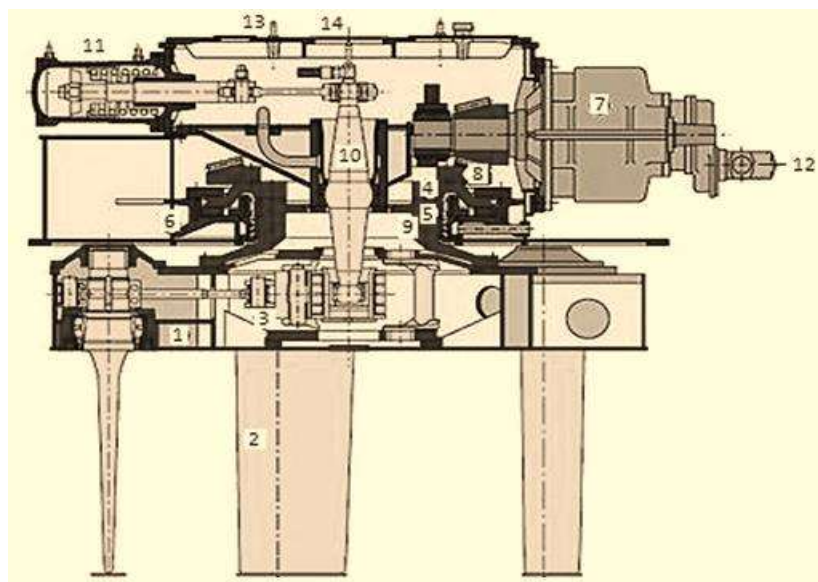
Slika 8 - Raspored lopatica porivne jedinice Voith Schneider

(Izvor Voith Schneider Propeller, //eN http)



Slika 9 - Voith-Schneider porivna jedinica s dizelskim motorom ugrađena na remorkeru

(Izvor: Voith - Schneider propeller, <http://www.naviecapitani.it/Accessori%20dello%20scafo/E/Elica/foto/Voith%20s3.jpg>)



1 - Kućište rotora, 2 - Lopatica, 3 - Polužje lopatice, 4 - Potisna ploča, 5 - Kuglični ležaj, 6 - Kućište vijka, 7 - Reduktor, 8 - Konični zupčanik, 9 - Pogonska košuljica, 10 - Upravljačka poluga, 11 - Servomotor, 12 - Zupčasta sisaljka, 13 - Upravljačka osovina, 14 - Ploča indikatora

Slika 10 - Shema Voith-Schneiderova porivnog uređaja

(Izvor: Voith Schneider Propeller, <http://members.vol.at/mikeonline/beruf/voithschneiderantrieb/index.html>)

4. Vodomlazni propulzor

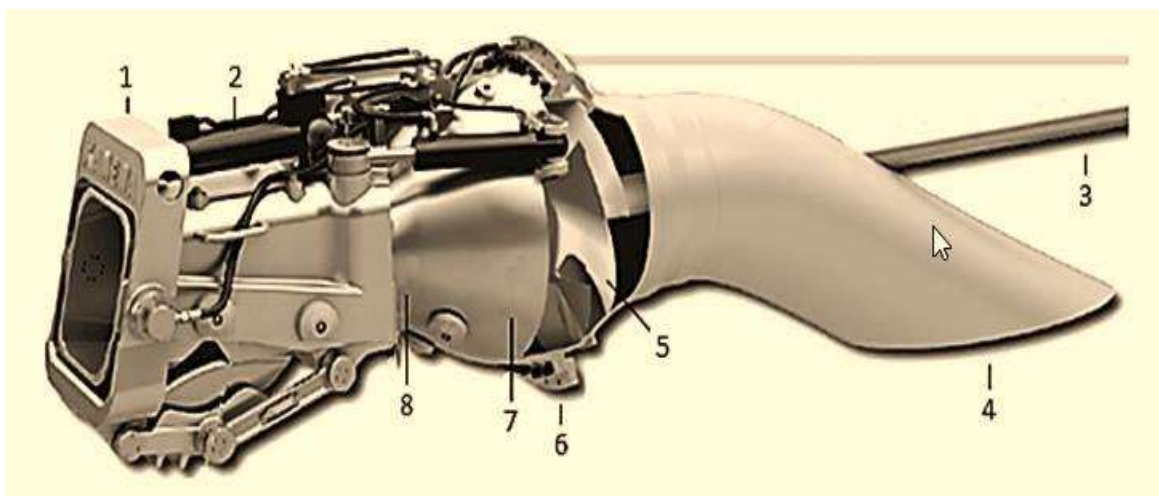
Vodomlazni propulzor (Slika 11) ubrzava vodu koristeći sisaljku koja se nalazi unutar broda, umjesto da koristi vijak koji se nalazi izvan broda. Voda se usisava na dnu broda, ubrzava u sisaljki i izbacuje na krmi stvarajući potisak ili poriv. Osnovna prednost mlazne propulzije je u zaštiti propulzora i onoga što bi se moglo naći na njegovu putu. Kod brzih brodova koji plove kroz plitka područja vijak izvan broda mogao bi se lako oštetiti, dok se kod plovni objekata za rekreaciju kao što su vodeni skuteri vodomlazni propulzor ugrađuje iz sigurnosnih razloga. Upravljivost vodomlaznih propulzora vrlo je dobra što mu daje dodatne prednosti. Međutim, unutarnja površina sisaljke i brzine su jako velike, što ima za posljedicu velike gubitke.

Zbog toga je stupanj korisnog djelovanja manji nego što je to kod otvorenog vijka. Ugradnjom vodomlaznog propulzora na vrlo brze poludeplasmanske brodove (> 30 čv) istisnine veće od 100 tona ukupna iskoristivost propulzije veća je nego što je za konvencionalni otvoreni vijak. U tom slučaju jedini je nedostatak što brodovi s vodomlaznim propulzorom stvaraju visoke razilazne (divergentne) valove, za oko 15 do 20% više od valova koje stvara isti brod s ugrađenim otvorenim konvencionalnim vijkom. [5]



Slika 11 - Vodeno mlazna propulzija Kamewa S3

(Izvor: Rolls-Royce waterjets - the new Kamewa S3, http://www.rolls-royce.com/Images/RR%20Kamewa%20S3_0908_tcm92-8663.pdf)



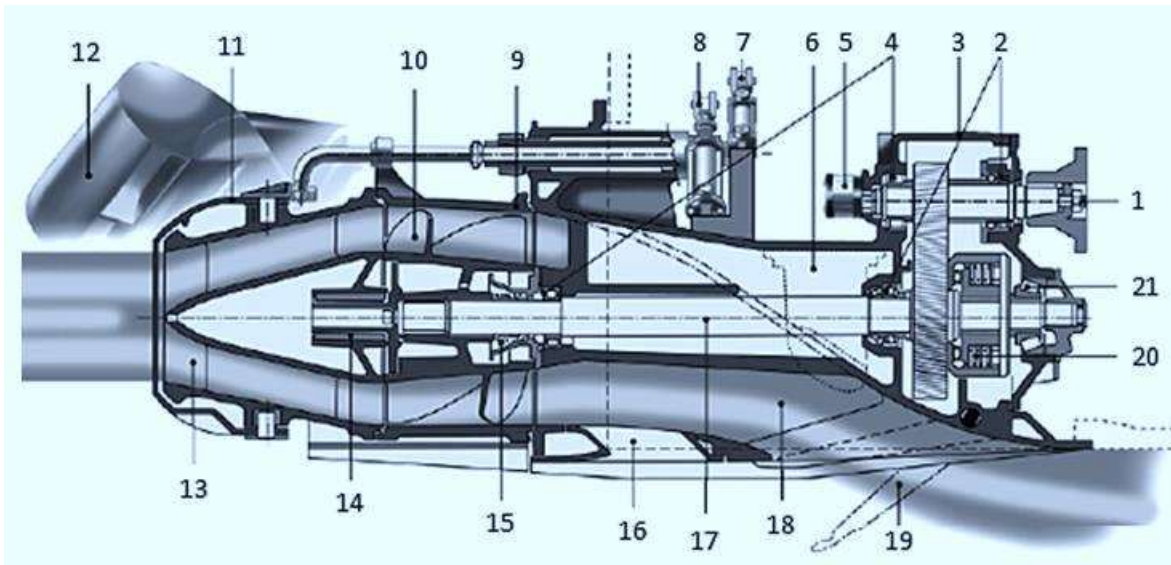
1 - Deflektor, 2 - Hidraulični aktuator, 3 - Pogonska osovina sisaljke, 4 - Usisni kanal, 5 - Rotor sisaljke, 6 - Prirubnica za učvršćenje na krmu broda, 7 - Kućište sisaljke, 8 - Sapnica

Slika 12 - Sustav poriva mlazne vode

(Izvor: Rolls-Royce waterjets - the new Kamewa S3, http://www.rolls-royce.com/Images/RR%20Kamewa%20S3_0908_tcm92-8663.pdf)

Prednosti nad propulzijom sa brodskim vijkom su::

- Nema potrebe za ugradnjom kormila, mlaz vode preuzima tu ulogu;
- Zbog manjeg gaza otpor trupa je manji;



- 1 - Pogonska osovina, 2 - Radijalno - aksijalni ležaj, 3 - Reduktor, 4 - Radijalni ležaj, 5 - Hidraulična uljna sisaljka, 6 - Otvor za kontrolu rotora, 7 - Hidraulični aktuator za upravljanje, 8 - Hidraulični aktuator za preketanje (naprijed/nazad), 9 - Kućište sisaljke, 10 - Aksijalni rotor sisaljke, 11 - Deflektor, 12 - Deflektor za vožnju naprijed/nazad, 13 - Izlazni kanal, 14 - Gumeni ublaživač (protuvibracijski element), 15 - Mehanička brtva, 16 - Otvor za dodatno uzimanje vode kod sporih i teških brodova, 17 - Osovina sisaljke, 18 - Ulazni kanal, 19 - Zaštitna mreža, 20 - Hidraulična izvrstiva spojka, 21 - Stožasti valjkasti ležaj

Slika 13 - Shema vodno mlazne propulzije Turbodrive 490 H.C. firme Castoldijet

(Izvor: Water jet, http://www.castoldijet.it/en/waterjet_en/waterjet_drive_features_and_benefits.html)

- Kod ubrzanja napadni kut lopatice brodskog vijka mijenja se u velikoj mjeri ovisi o brzini broda te zahtijeva veliki moment ubrzanja. Kod vodomlazne propulzije napadni kut malo varira za vrijeme akceleracije pa je potreban i manji zakretni moment. Uslijed toga je odziv primarnog stroja bolji;
- Dobre manevarske sposobnosti. One se očituju pri svim brzinama broda, koje se mogu precizno kontrolirati od nule do pune brzine plovidbe, naprijed ili natrag.

5. Perspektive uporabe električne propulzije

Danas se sve više uvodi električna propulzija u brodskim novogradnjama. Pritom značajnu ulogu ima ne samo dizel-električni već i turbinsko-električni pogon, ne samo na putničkim brodovima (trajektima) već i na različitim tipovima trgovačkih i specijalnih brodova. Dosadašnja su istraživanja pokazala da je sve manje razloga koji priječe uporabu dizel-električne propulzije na brodu. Dva bitna nedostatka (manja korisnost i veća početna financijska ulaganja) nisu više odlučujuća u usporedbi sa standardnom mehaničkom propulzijom. Prvo, smanjenje korisnosti, koja se odnosi samo na mehaničku snagu potrebnu za pokretanje brodskog vijka, već danas je moguće poništiti boljom iskoristivošću električne energije za propulziju, a drugo, ugradnjom sve više serijski proizvedene električne opreme visoke kvalitete izradbe bitno smanjuje i početna financijska ulaganja.

Osnovna prednost dizel-električnog pogona je u tomu što se njime postiže optimalna operativna fleksibilnost u brodskom elektromotornom pogonu. Uporabom većeg broja identičnih strojeva osigurava se potrebna energija velikom broju ugrađenih električnih trošila na brodu. Jednako tako, dizel-električna propulzija dopušta da se dizelski motori mogu postaviti u brod točno gdje su najdjelotvorniji, tj. nisu ograničeni dužinom osovine brodskog vijka jer se napajanje, upravljanje i regulacija brzine vrtnje pogonskog elektromotora

ostvaruju električnim prijenosom. Zbog toga se na suvremenim brodovima dizelski sinkroni generatori mogu ugrađivati u brodsku strojarnicu na jednome, a pogonski elektromotori na drugome mjestu.

Dizel-električni pogoni imaju prednost u odnosu prema klasičnim dizel-mehaničkim pogonima jer je moguće kontinuirano mijenjati brzinu vrtnje broskog vijka u cijelom opsegu regulacije brzine od 0 do 100 %. Istraživanja su pokazala da s obzirom na sigurnost i zalihost, tj. manevriranje i rad s jednim dizelskim motorom, broski vijak s promjenljivim krilima (prekretni broski vijak) ima bolja svojstva, dok je s obzirom na cijenu godišnjeg održavanja jeftiniji broski vijak s fiksnim krilima (fiksni broski vijak).

Literatura

- [1] Vučetić, Čekada: Eksploatacijske prednosti električne propulzije, Rijeka 2006.
- [2] Azipod XO, ABB 2010.
- [3] Sambolek M. : Od vesla do Queen Mary II, Zagreb 2006.
- [4] Koboević Ž. : Voith-Schneider Propeller, Dubrovnik 2008.
- [5] Radan D. : Uvod u hidrodinamiku broda, Dubrovnik 2004.



Vremeplov

Preteča plovne dizalice "Veli Jože"



Autor napisa stoji u Pomorskom muzeju u Pragu pored modela 240-tonske pontonske plovne dizalice

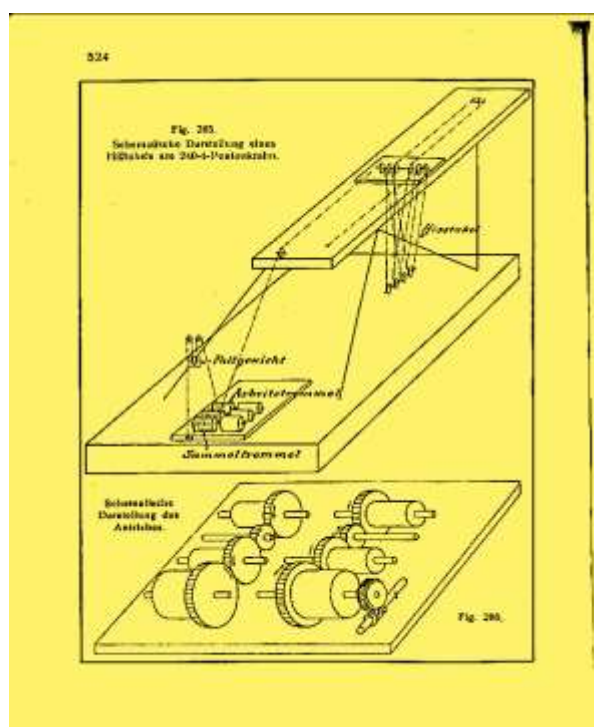
U zadnjem glasilu br. 49/50 mogli smo pročitati zanimljiv, pomalo nostalgijački članak o sudbini naše nekada najveće plovne dizalice „Veli Jože“ Brodospasa iz Splita.

Današnjim generacijama pomoraca i strojara malo je poznata činjenica da je gotovo 50 godina prije dolaska dizalice „Veli Jože“ u Jadran na našoj obali u tadašnjoj državnoj tvorevini, odnosno Austro-Ugarskoj Monarhiji, postojala plovna dizalica skoro identičnih karakteristika.

Bila je to 240-tonska plovna dizalica u vlasništvu Austro-Ugarske Ratne Mornarice (u duljidaljnem tekstu **AU RM**), a pripadala je Arsenalu u Puli, prethodniku današnjeg brodogradilišta „Uljanik“ u Puli.

Nešto prije početka I. Svjetskog rata, ondašnja Austro-Ugarska Ratna mornarica imala je ambiciozne planove u gradnji velikih bojnih brodova klase

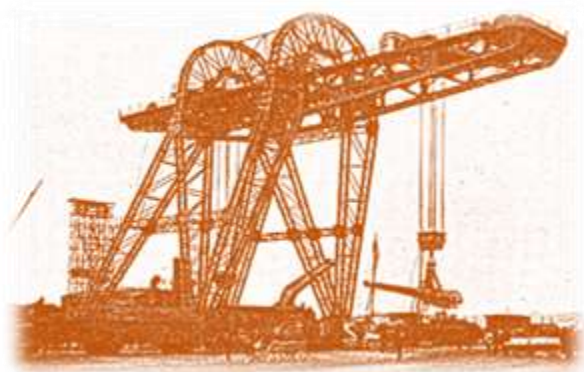
„Tegethoff“ („Tegethoff“, „Viribus Unitis“, „Prinz Eugen“ i „Szent Istvan“) istisnine 21.500 BRT, i duljine 152 m. Ti su bojni brodovi imali respektabilno palubno topničko naoružanje, uključujući topove od 305 mm Škodine proizvodnje, svaki top s postoljem težak oko 40 tona. Naravno da je za potrebe ugradnje tih topova bila nužna odgovarajuća plovna dizalica.



Shematski prikaz osnovnog principa funkcioniranja 240-tonske plovne dizalice AU RM

240-tonska pontonska dizalica ušla je u sastav AU RM 1909. godine. Kransku konstrukciju za tu dizalicu izradila je praška tvrtka **Präger Maschinenbau A.G.**, a plutajući ponton tvrtka „Danubius“ Fiume (Nasljednik: današnje brodogradilište „3. Maj“ u Rijeci).

Pogonski dio za dizalicu tj. parne kotlove i strojeve te potrebna palubna vitla izradila je Škodina



Manipulacija topom od 305 mm

tvornica za strojarske pogone u Hradecu Kralovem. Dizalica je kompletirana u pulskom Arsenalu. Montaža i testiranje trajali su skoro dvije pune godine.

Dimenzije pontona bile su 42×19 m, a visina palubne kranске mostne konstrukcije bila je 20 m. Maksimalni teret od 240 t mogao se podići na kraku od 14 m i 90 t na kraku od 18 m, što je bila gotovo gotovo cijela dužina pokretne „mačke“. Za potrebe lučke manipulacije dizalica je imala dva propulzijska propelera, svaki pogonjen svojim parnim stapnim strojem od 250 KS pri maksimalnih 165 o./min, što je omogućavalo brzinu kretanja dizalice od 3 čvora.



Montaža topa od 305 mm na bojni brod u pulskoj luci

Poznato je da se navedena dizalica uveliko koristila za potrebe spasilačkih radova u podizanju potopljenih plovniх objekata. Pouzdano se zna da je sudjelovala u podizanju francuske podmornice „Currie“ koja je potonula 20. prosinca 1914. u pulskoj luci pri neuspjelom pokušaju potapanja brodova Austrijske RM. Nakon vađenja podmornica je poprav-

ljena i uključena u AU RM gdje je duže vrijeme uspješno djelovala u ratnim pohodima potopivši mnoge brodove. Još jedan zapažen uspjeh ove dizalice je podizanje ondašnjeg velikog tegljača S.M.S. „Cyclop“.

AU RM se u propagandne svrhe rado koristila objavljivanjem naprednih tehničkih karakteristika ove svoje 240-tonske plovne dizalice, pa je publicirala onodobnu poštansku razglednicu na kojoj je malo navučen kapacitet nosivosti (300.000 kg !) uz tekst da je „najveća na svijetu“ (vidi u prilogu kolor razglednicu iz 1915. godine, izdanje C. Fano, Pola). Za pretpostaviti je da je sigurno u to doba bila zaista najjača dizalica na Mediteranu, no malo je upitno da je ujedno bila i najjača na svijetu.

Između dva Svj. rata ova dizalica se je koristila u Pulskom arsenalu (danas brodogradilište **Uljanik**) za vrijeme kada je Pula bila pod Italijom. Dosta često ta je dizalica bila tegljena do brodogradilišta u Trstu i Monfalconeu za potrebe ugradnji težih brodskih elemenata. 1939. godine je raspremljena i izrezana u staro željezo.



U luci Pula 1915. – Kolor razglednica

Između dva Svj. rata ova dizalica se je koristila u Pulskom arsenalu (danas brodogradilište Uljanik) za vrijeme kada je Pula bila pod Italijom. Dosta često ta je dizalica bila tegljena do brodogradilišta u Trstu i Monfalconeu za potrebe ugradnje i rukovanja težim brodskim elementima. 1939. godine je raspremljena i izrezana u staro železo.

Sastavio: Franjo Zeljak – ing., pom. str. I. klase, umirovljeni ronilački inspektor „Brodospasa“

Literatura:

- 1.-Jahresbericht Der K.u.K. Kriegsmarine 1912,Wien 1913.
- 2.-Handbuch Des Seemannswesens,F.v.Arvey,Wien 1918

"Split Prvi"

Sjećá li se netko smiješne i neobične



sudbine broda nesuđenog imena „**Split Prvi**“?! Evo kako se je zbivao taj neviđeni događaj koji je pomalo podsjećao na „**Leteci cirkus Montyja Pythona**“.

Naime, godine 2005. domaćoj kolekciji muzejskih primjeraka trajekata pridružila se je i splitska privatna tvrtka „**SEM Marina**“ kupnjom neobičnog polovnog broda kojeg je nazvala „**Split Prvi**“, a sve u nadi da će uspjeti ishoditi od nadležnih vlasti odobrenje za koncesiju trajektne službe za putnike i vozila na liniji Split-Supetar, ne zatraživši prethodno od vlasti nikakvo valjano odobrenje. Nakon neophodnog remonta u Trogiru brod 28/06/2005 kreće iz Supetra za Split, gdje se vezuje u namjeri da sutradan ponovno krene natrag put Supetra. Ovim činom SEM Marina, doduše iz opravdanih razloga razbijanja državnog monopola, nasilno se pokušavala bespravno (sustavom „**ipso facto**“) ubaciti u podjelu unosnog kolača kojeg je Jadrolinija ljubomorno čuvala. Tako je započeo sukob nazvan „**Trajektni rat**“.

Naravno, sutradan Lučka uprava zaustavlja ukrcaj putnika i vozila te postavlja lanac kako bi spriječila daljni ukrcaj. Prije toga Lučka kapetanija ustanovi da brod nema potrebne isprave i podnese prekršajnu prijavu protiv zapovjednika broda. Usprkos tome, brod ipak isplovjava sa šest putnika i dva motocikla koji su se ukrcali prije ovih intervencija i postavljanja

lanca.

Farsa se dalje nastavlja nadmudrivanjem i oprečnim tvrdnjama nasilnog brodovlasnika i nadležnog ministarstva, a umiješao se i Sindikat pomoraca. SEM Marina na to tvrdi da Sindikat čuva leđa Jadroliniji, riječkom monopolistu. Udruga poslodavaca ovim povodom smatra da je ovo očit primjer sprječavanja ulaska privatnog vlasništva u djelatnosti koje obavljaju povlaštene državne tvrtke, i to ne samo u brodarstvu nego i u drugim industrijama. U međuvremenu brod se privremeno privezao na lukobranu, na pristanu br. 28, izgrađenom i rezerviranom za brze brodove talijanskog broдача SNAV. Nakon raznih zavrzlama u vezi s tim SEM Marina ipak odluči da oslobodi taj vez i brod prebacuje u Sjevernu luku, tamo gdje i inače SEM Marinina sestrinska tvrtka „**Blue Line**“ drži svoje brodove kad nisu uposleni.

Ali, prigodom svečane predaje novog Jadrolinijinog trajekta „**Supetar**“ u splitskoj luci, manji brodovi SEM Marine kruže oko njega s protestnim parolama. Nadalje SEM Marina najavljuje kaznene zahtjeve protiv više nadležnih osoba (lučkog kapetana Borisa Matošića, ravnatelja Lučke uprave Branka Grgića i njegova zamjenika Ivana Franičevića te predsjednika Sindikata pomoraca Vladimira Svaline) zbog prekoračivanja njihovih ovlasti, i nesavjesnog obavljanja dužnosti. Što se tiče Svaline, pokreću kaznenu tužbu za klevetu i nanošenje štete materijalnom uspjehu i ugledu njihove tvrtke. Pokreću i ustavnu tužbu protiv Republike Hrvatske glede 'Zakona o Jadroliniji' koji štiti monopol, što Ustav RH izričito zabranjuje. U ove kontroverze uključuje se svojom kritikom i splitski ogranak stranke HNS. Nema tog pravnog subjekta koji u ovom „ratu“ nije na ovaj ili onaj način sudjelovao i zauzimao strane.

Na koncu, spektaklu su se pridružili i mještani bračke Milne koji su iz vlastitih razloga odlučili spriječiti prolazak Jadrolinijinih trajekata i brzih brodova kroz „splitska vrata“. Kako pokušaj pomoću brodica nije uspješno završio najavili su sutradan postaviti čelično uže, ali nisu – izgubili su potreban entuzijizam

A sada, da malo opišemo sam trajekt. Svojevremeno je jedna europska tvrtka došla na ideju da napravi trajekte manjeg kapaciteta s dizel-električkom propulzijom koji bi plovili u otočnoj ili dužobalnoj službi. Ovaj novi tip trajekta nazvan „**SuperFlex**“ imao je četiri **Schottel**-ova propelera, po dva na oba kraja, s time da su elektromotori propelera bili napajani strujom iz deset dizelskih agregata u „**bešumnim**“ (?) kontejnerima smještenim na gornjoj palubi. Takav aranžman omogućavao je dvije neprekinute palube za vozila s ukrcajnim rampama i nepropusnim vratima na oba kraja. Dizajneri su smatrali ovu ideju fantastičnom, ali se u praksi nije pokazala takva iz više razloga, a među važnijima su svakako buka motora i ispušni plinovi koji su ometali putnike pa je, nakon što je serija od par desetina tih trajekata izgrađena, daljnja proizvodnja prestala pošto su ti trajekti ispali totalno promašenima.

„Split Prvi“ je jedanaesti iz Superflex serije (bivši **SuperFlex Kilo**) i nakon tipično isprekidane službe u Sjevernoj Europi SEM Marina ga je kupila i dovela u Split. Poslije neuspješnog pokušaja ubacivanja u liniju Supetar-Split-Supetar, splitski brodar ga se konačno riješio prodavši ga u Kazakhstan. Novi vlasnici su ga u 2008. preinačili u ploveću radionicu i skladište spojenu s obalom i nadjenuli mu novo ime „**Ersai 4**“. Već imaju jedan isti takav brod „**Ersai 3**“ (bivši „**Vikingland**“).

Sastavio: B.A.

hvferry.com/blog/?tag=split-prvi

Plovni dok ABSD - 3

U II. Svjetskom ratu Američka je mornarica sagradila 7 ovakvih plovnih dokova za potrebe svoje Pacifičke flote. Jedan od njih bio je i **ABSD-3** (**ABSD** = **Advance Base Sectional Dock**). Ovi su dokovi bili konstruirani u deset sekcija tako da su se mogle tegliti do odredišta s pobočnim zidovima presloženim na palubi, a ti bi se zidovi na odredištu podigli i sekcije doka spojile kako bi formirale veliki samostojni plovni dok s nominalnim kapacitetom podizanja od **100.000** tona. Svaka od ovih sekcija mogla je funkcionirati neovisno jedna od druge. Naime, imala je u sebi svu potrebnu opremu kao što su kotlovi, parni generatori za proizvodnju struje, pumpe, kompletne radionice, protivzračne topove za obranu te nastambe za posadu sa svim potrebnim prostorima. Posadu svake sekcije sačinjavalo je 20 ljudi.

ABSD-3 je sastavljen od devet sekcija u izgrađenih u četiri različita brodograđilišta:

- Sekcija **A & C** – Pollack & Stockton Shipbuilding Co., Stockton, CA.
- Sekcije **B & F** – Everette Pacific Co., Morgan City, LA.
- Sekcije **D, F, G, H & I** – Pittsburgh, Des Moines Steel Co., Pittsburgh, PA.



Jedna od sekcija ABSD-3 u teglju - edpaha.com

Nakon što je u listopadu 1944. godine u Washingtonu završena izgradnja, sekcije ovog doka su odtegljene u remontnu bazu na otoku



Bojni brod IDAHO (BB42) kolovoz 1945. na popravku u doku ABSD-3 u Guamu – edpaha.com

Guam, udaljenu 4930 Nm od SAD-a. Taj je plovni dok tijekom završnih godina rata bio vrlo zaposlen u Guamu, angažiran u popravcima djelomično oštećenih brodova Pacifičke flote. Poslije rata se našao u rezervi u kojoj je proveo preko 30 godina, a zatim je 1981. premješten i iznajmljen tvrtki **Bath Iron Works** - Portland, Maine gdje je sudjelovao u izgradnji krstarica i razarača te u raznim popravcima i remontima. Konačno je (blizu 60 godina star) 2001. godine prodan hrvatskom brodogradilištu „**Viktor Lenac**“.

Radi tegljenja dok je rastavljen u dva dijela te prevezen brodom „**Dock Express 12**“ u svoju novu bazu u Martinšćici. Tu je ponovno spojen i usidren sa 10 lanaca \varnothing 155 mm (svaki teži 550 tona). Četiri lanca su pričvršćena za obalu, a 6 lanaca za cementne blokove u moru.

Nakon dolaska u Martinšćicu dok je generalno remontiran, izmijenjeno je više od 5.000 tona čelika te ugrađeno 210 novih sjedišnih blokova s mogućim opterećenjem od 350 t po bloku. Obnovljeni su servisni cjevovodi, električni kablovi i ugrađene nove kompresorske stanice. Ugrađene su i nove platforme na oba ulaza u dok, te dvije nove

dizalice i nova ulazna rampa. Dok je proširen sa 42,6 na 53,0 m, iako je ukupna širina na pontonima 78.03 m. Dugačak je 246,65 m, a novi kapacitet podizanja iznosi 60.000 tona te je pogodan za SuezMax brodove. Vrijeme podizanja doka je oko 1,5 h, (svaka sekcija ima po dvije pumpe kapaciteta 3.000 m³/h).

Ugrađen je i kompletno automatiziran upravljački most. Sada je dok priključen na energetski sustav sa obale sa strujom 380 V - 50 Hz. Postoje i dva generatora za nuždu ugrađena na doku. U slučaju prekida napajanja strujom s obale ti generatori služe za napajanje potrebne opreme tijekom dizanja ili spuštanja doka. Na taj način se mogu zatvoriti ventili i time onemogućiti nekontrolirano uranjanje i moguće oštećenje doka i objekta u njemu.



Viktor Lenac: Dok 11

Dok ima klasu Hrvatskog registra brodova (reg. No. 14492) i još je i danas u punoj eksploataciji poslije 70 godina od izgradnje, najviše zahvaljujući kvaliteti izrade i redovnom održavanju od strane brodogradilišta Viktor Lenac.

(P.S.: Ovaj napis je djelomična kopija mog izvješća o Doku 11 kojeg sam 2004. godine pregledao radi moguće kupovine, a za jedno strano remontno brodogradilište.)

Sastavio: Dinko Poduje

edpaha.com/livingthe dream/larrypahanavy.htm

lenac.hr

Porodica NOBEL



Nikako se ne može izbjeći a da u našem „Vremeplovu“ ne opišemo poznatu švedsku obitelj **Nobel** nazvanu „**Ruski Rockefelleri**“. Oni su svojim djelovanjem zadužili čovječanstvo na razne načine. Svatko zna za Alfreda Nobela osnivača zaklade „**Nobelova nagrada za mir**“, koji je pri njenom osnivanju kazao kako nije baš uvjeren da će ta nagrada imati nekog znatnijeg utjecaja na ostvarenje ljudskog društva bez ratova.

Immanuel Nobel-mlađi, Alfredov otac i otac još trojice sinova bio je strojar, arhitekt, industrijalist, a prije svega pasionirani izumitelj. Ali, kako je više



Immanuel Nobel

mario za svoje izume nego za zaradu, u svojoj poslovnoj karijeri doživio je više bankrota. Međutim, to ga uopće nije smelo. Kako je bio podzetan premjestio se je sa svojom obitelji god. 1838. u Skt. Petersburg u susjednoj Carskoj Rusiji kako bi tamo prodavao svoje izume. U glavnom gradu Skt. Petersburgu osnovao je i industrijsku tvrtku „**Fonderies et Ateliers Mecaniques Nobel Fils**“. U Rusiji je proveo dva desetljeća. U svojoj tvornici proizvodio je oružje i opremu za rusku vojsku, tako da je taj biznis ispao vrlo profitabilan.

Po završetku Krimskog rata novi car Aleksandar II uveo je oštre rezove u vojni budžet, tako da je Immanuelova tvornica zapala u ozbiljne ekonomske poteškoće. Immanuel Nobel je odlučio vratiti se u Švedsku, a posao u Skt. Petersburgu preuzeo je njegov sin Ludwig. U 1862. Immanuelovu tvrtku vjerovnici su prodali.

Immanuel je kasnije, po povratku u Rusiju zajedno sa sinovima eksperimentirao s nitroglicerinom i barutom. Rezultat tih eksperimenata bio je snažan



eksploziv kojeg su nazvali „**Dinamit**“. Na nesreću, pri jednom od tih eksperimenata poginuo je njegov najmlađi sin **Emil Oskar**.

S druge strane, otkrićem velikih ležišta zemnog ulja u Kaspijskom moru, 1876. je osnovano društvo za proizvodnju nafte „**Braća Nobel d.o.o.**“ sa sjedištem u Skt. Petersburgu (ili „**BRANOBEL**“ skraćeno od **Братьев Нобель**). Društvo su osnovali braća Robert i Ludwig Nobel uz novčanu podršku i drugih švedskih financijera.

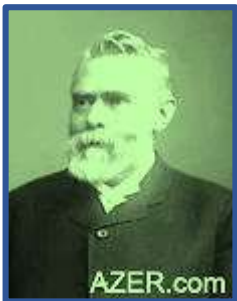
U početku, eksploatacija nafte odvijala se u blizini Bakua u Azerbajdžanu, ali također i na ruskom dijelu Kaspijskog mora te u blizini Chelekena u Turkmenistanu. Nafta se je dovozila u bačvama na kolima do destilerije u Bakuu, gdje se isprva proizvodio samo petrolej za rasvjetu. Cilj dvojice braće bio je naći načina da se rasvjetni petrolej odvozi vodnim putem



Robert Nobel

na sjever u dubinu Carske Rusije, gdje su i bili veliki potrošači tog derivavata.

Stjecajem okolnosti jedan od suradnika braće Nobel došao je na ideju da se izgradi riječni tanker i primjeni električni prijenos snage sa elektroagregata na propulzijske elektromotore, a brzina i smjer vrtnje da se podešavaju uzbudnom strujom tih motora. I tako, „zamišljeno – učinjeno“; u proljeće 1903. krenuo je prema središtu Rusije riječni tanker „**Vandale**“ prvi brod u svijetu koji je koristio dizel-električnu propulziju. Doduše, dizelski motori koji su pogonili DC generatore nisu bili proizvedeni u njihovoj nanovo otvorenoj tvornici u Skt. Petersburgu. Iako su oni tada već otkupili licenciju od Rudolfa Diesela, tada još nisu proizvodili dovoljno snažne dizelske motore koji bi se mogli primijeniti u ovu svrhu, već samo manje snažne motore za pogon raznih strojeva i pumpi potrebnih u eksploataciji nafte.



Ludwig Nobel

Kompanija Branobel je bila tvrtka za proizvodnju nafte koju su osnovali Ludvig Nobel i barun Peter von Bilderling. Kompanija se temeljila na destilaciji koju su 1876. osnovali **Robert** i **Ludwig Nobel** u Bakuu.

Godine 1879. tvrtka je pretvorena u dioničarsko društvo sa sjedištem u Skt. Petersburgu. Dionički kapital od 3 milijuna rubalja dijelio se kako slijedi: Ludwig Nobel 53,7%, Baron P. von Bilderling 4,7%, I. J. Zabelskiv 3,8%, Alfred Nobel 3,3% i Baron Alexander von Bilderling 1,7%. Između 1878. i 1880.

⁵ Pud: stara ruska mjera za masu (približno 16,38 kg)



Alfred Nobel

godine Branobel i Vladimir Shukhov izgradili su i naftovod u blizini Bakua.

Godine 1902. Branobel je otkupio naftna polja u području Romany-ja, koje je držao Isabey Hajinski. Također su otkupljena i naftna polja koje je držao proizvođač nafte A. Adamov

Emanuel Nobel, najstariji sin Ludwiga Nobela, kao uspješan biznismen kupio je 1916. ne samo značajan udio dionica Ruske opće naftne korporacije iz Londona nego je uspostavio i kontrolu nad



Emanuel Nobel
(naslikao Valentin Aleksandrovič Serov)

cjelokupnim naftnim biznisom u regiji, kao što su **Volga-Baku Company, A. I. Mantshev & Co., Anglo - Russian Maximov Oil Company** u Londonu i **G.M. Lianozov i sinovi**. Emanuel je osobno bio vlasnik 1/3 dionica od svih tih akvizicija

Tako je dioničko društvo Branobel postupno narastalo da bi 1916. držalo više od polovine ukupne proizvodnje nafte u Carskoj Rusiji proizvodeći 76 milijuna pudova⁵ (oko milijardu i 250 milijuna tona) nafte i koncem 19-og stoljeća postalo jedna od najvećih naftnih kompanija u svijetu.

Oko 12% kapitala kojeg je Alfred Nobel ostavio za zakladu „**Nobelovih Nagrada**“ potječu od njegovih osobnih dionica tvrtke Branobel. On je također bio glavni investitor te tvrtke.

28.travnja 1920. Boljševici su preuzeli vlast u Bakuu i Branobelov naftni biznis u Azerbajdžanu bio

je nacionaliziran. Međutim, 1920. godine obitelj Nobel uspješno je prodala skoro polovicu dionica Branobela tvrtki **Standard Oil** iz New Jerseya. Pregovore je vodio **Gustav Nobel**. Ova pravovremena transakcija pokazala se vrlo unosna za obitelj Nobel.

Konačno, 1959. Branobel je i zvanično rasformiran. Zadnji predsjednik Branobela bio je **Nils Nobel-Oleinikoff**, sin **Marte Nobel-Oleinikoff** i unuk **Ludwiga Nobela**.



Branobel naftna polja u Balakhaniju, predgrađu Bakua

Sastavio: **Boris Abramov**

Izvori:

azer.com/aiweb/categories/magazine/ai102_folder/102_articles/102_oil_chronology.html
02_articles/102_nobels_asbrink.html
en.wikipedia.org/wiki/Nobel_Peace_Prize
en.wikipedia.org/wiki/Branobel#Challenges
en.wikipedia.org/wiki/Branobel#Photogallery
en.wikipedia.org/wiki/Branobel
branobelhistory.com/themes/the-nobel-brothers/



Željeznički vagoni za otpremu nafte izrađeni u ruskoj Rigi, prema Ludwigovoj konstrukciji



„Carstvo“ Branobel“

SUSTAVI KOMBINIRANE PROPULZIJE NA BRODOVIMA

1. Uvod



Image GE

Nedavno su General Electric Marine (**GE**) i Lloyd's Register (**LR**) objavili da su potpisali Memorandum of Understanding (**MOU**) o suradnji na primjeni plinskih turbina za propulziju trgovačkih brodova.

GE već ima 90 mariniziranih plinskih turbina ugrađenih na sedamnaest putničkih krstaša, pet brzih jahti i devetnaest brzih trajekata. Njihovi sustavi plinskih turbina imaju veću gustoću snage (velika snaga uz nisku težinu i male ga-barite). Ujedno, te turbine mogu trošiti raznolika goriva uz pouzdano niske 'Dry Low' NO_x emisije (**DLE**) tako da zadovoljavaju američka Tier IV i IMO Tier III ograničenja. S **GE LM2500** industrijskom serijom na brodovima je zabilježeno 70 milijuna radnih sati bez zastoja, od kojih 50 milijuna sati rada na plin i 20 milijuna sati na dvojna goriva, dok je na

kopnenim instalacijama logirano 12 milijuna radnih sati.

Odvojeno od ovog MOU-a, još 2013. su GE Marine i Dalian Shipbuilding Industry Company (**DSIC**) zajednički počeli razvijati nacрте za LNG nosač pogonjen plinskom turbinom. Projekt je zasnovan na Combined Gas turbine Electric and Steam system (**COGES**) koji se sastoji od jedne GE plinske turbine od 30 MW, jednog paro-turbinskog i dva dizelska agregata na dvojno gorivo namijenjena za operacije s niskom snagom te za podršku. Čitav propulzijski kompleks imat će snagu od 50 MW.

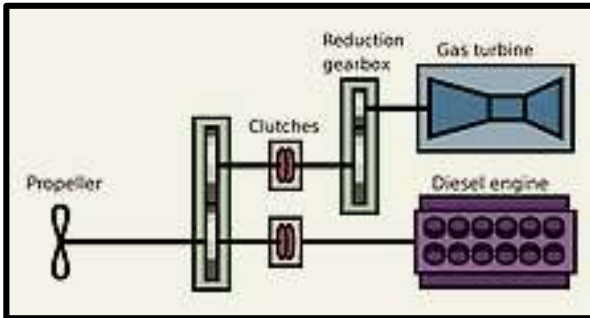
Sustavi s plinskim turbinama osim na trgovačkim često se primjenjuju i na ratnim brodovima. Primjerice, za novi britanski nosač zrakoplova „Queen Elizabeth“ koji je nedavno isplovio iz doka odabran je sustav integrirane potpuno električne propulzije (Integrated Full Electric Propulsion – **IEFP**) s dvije **Rolls Royce Marine Trent MT36 MW** plinske turbine, četiri **Wärtsila** dizelska agregata (2 x 9 MW + 2 x 11 MW) te četiri **Converteam** 20 MW unaprijedena indukcijska motora.

2. Kombinirani sustavi

Postoji ukupno dvanaest kombiniranih propulzijskih sustava, a nazvani su ovim kraticama: **CODOG, CODAG, CODLAG, CODLOG, CODAD, COSAG, COGOG, COGAG, COGAS, COGES, CONAS** i **IEP** (ili **IFEP**). Zbog nekih svojih

osobina do sada su ove kombinacije većinom bile najprikladnije za ugradnju u ratne brodove.

2.1. CODOG



Pojednostavljeni kombinirani dizelski ili plinskoturbinski sustav (Combined Diesel or Gas – CODOG) prikazan je na priloženoj shemi. Primjenjuje se na ratnim brodovima što traže maksimalnu brzinu koja je značajno viša od krstareće brzine, posebice za suvremene fregate, korvete, topovnjače, torpiljarke, ophodne brodove, ali i luksuzne jahte.

Sustav uobičajeno ima dva propelera. Svaku propelersku osovinu pogoni po jedan dizelski stroj za krstareću brzinu, a kada je to potrebno jedna plinska turbina s reduktorom za visoku brzinu. Oba ova stroja spojena su kopčama na propulzijsku osovinu preko zupčanog prijenosnika, ali samo jedan stroj može tu osovinu goniti, za razliku od CODAG sustava koji može rabiti izlaznu snagu obaju strojeva istovremeno.

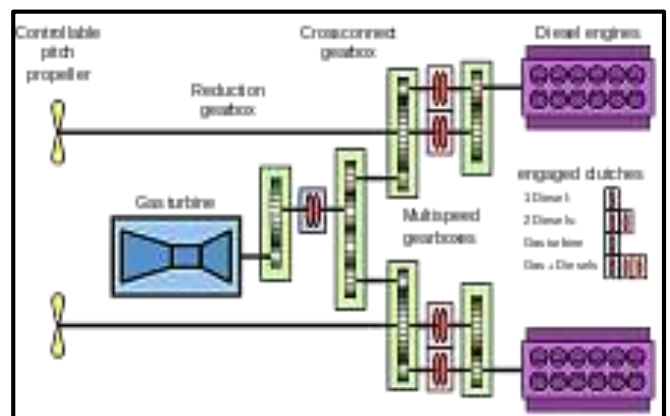
Prednost CODOG sustava leži u jednostavnosti zupčaničkog prijenosa, ali zato u usporedbi sa CODAG sustavom zahtijeva snažnije strojeve za postizanje iste

maksimalne brzine, što za sobom povlači ili veći potrošak goriva ili u protivnom smanjivanje snage i maksimalne brzine.

2.2. CODAG

U kombiniranom dizelskom i plinskom sustavu (Combined Diesel and Gas – CODAG). imamo dva dizelska stroja za krstarenje te jednu plinsku turbinu koji mogu raditi istodobno radi postizanja najviše moguće maksimalno potrebne brzine. U većini slučajeva razlika izlazne snage samo iz dizelskih strojeva i kombinirane snage turbine i dizelskih strojeva je prevelika za propelere s promjenjivim usponom. Stoga su potrebni posebni višebrzinski reduktori sa sustavom kopči čime se u slučaju kad se mijenja način propulzije (samo s dizelskim strojevima na istodobnu propulziju s dizelskim strojevima i turbinom zajedno) mijenjaju i zupčanički odnosi.

Nastranu to što ovaj sustav zahtijeva teške i komplicirane zupčaničke prijenosnike, on još uvijek zadržava visoku učinkovitost dizelskih strojeva pri krstarećoj brzini te postiže veći doplov i niže troškove goriva nego ako bi se za propulziju rabila samo plinska turbina.



2.3. CODLAG

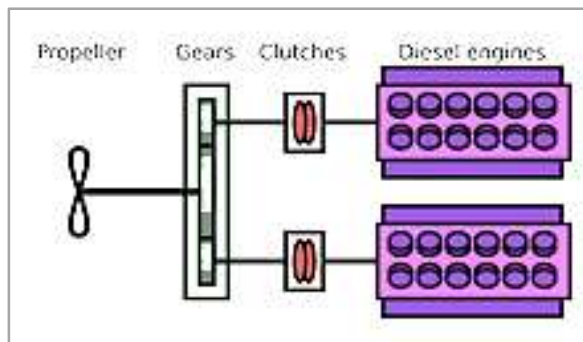
Kombinirani dizel-električni i plinsko-turbinski sustav (Combined Diesel-electric **and** Gas – CODLAG) je modifikacija CODAG sustava. Postoji i varijanta nazvana **CODLOG** (Combined Diesel-electric **or** Gas) koja ima sve istovjetne sastavnice samo što ne dozvoljava istodobno korištenje obaju propulzijskih izvora.

Ovaj sustav za propulziju koristi električne motore koji gone propelerske osovine. Motore napajaju dizelski agregati. Za više brzine ukapča se i plinska turbina koja goni propelerske osovine preko ukrižanog spojnog zupčaničkog prijenosnika, a turbina se spaja i otpaja putem kopči.

Ovakav sustav ima višestruke prednosti, posebice jer elektromotori rade učinkovito u širokom rasponu broja okretaja pa mogu biti spojeni izravno na propelerske osovine. Osim toga dizelski agregati služe i za propulziju i za ostale električne potrebe, pa je postignuta vrhunska ekonomika u pogledu potrošnje goriva. Još je jedna prednost, a to je da dizelski agregati mogu biti akustično izolirani od trupa, što umanjuje buku i vrlo je pogodno za podmornice, a i za površinske brodove kao što su protupodmornički.

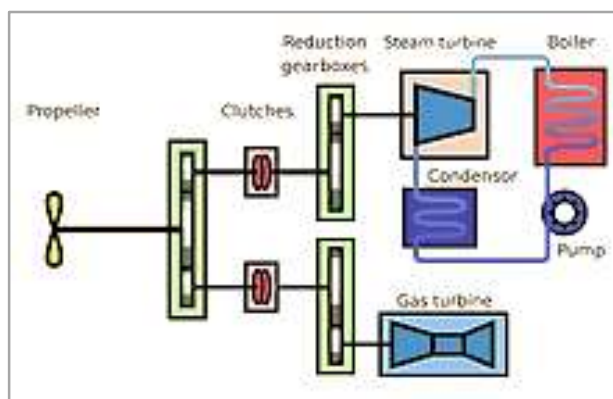
2.4. CODAD

Kombinirani dizelski sustav (Combined Diesel **and** Diesel – **CODAD**) vrlo je jednostavan aranžman. Naime, to je propulzijski sustav koji koristi dva dizelska stroja što gone jednu zajedničku propelersku osovinu. Zupčanički prijenosnik i



dvije kopče omogućuju da propelersku osovinu gone jedan, drugi ili oba dizelska stroja.

2.5. COSAG

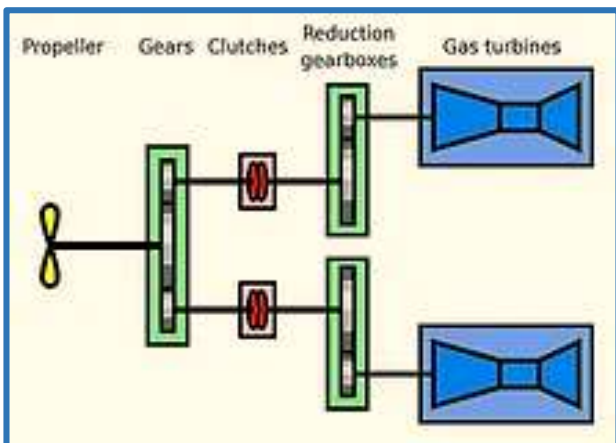


Kombinirani parni i plinski propulzijski sustav (Combined Steam **and** Gas – COSAG) primjenjuje kombinaciju parnoturbinskog sustava i plinske turbine. Reduktori i zajednički zupčanički prijenosnik s kopčama omogućavaju da pojedini propulzijski stroj goni propelersku osovinu. Ovaj sustav ima prednosti učinkovite krstareće brzine te hitro startanje i ubrzavanje plinskom turbinom.

2.6. COGOG

Kombinirani propulzijski sustav s dvije plinske turbine (Combined Gas **or** Gas – **COGOG**) je sustav koji koristi dvije plinske turbine. Manja visoko učinkovita plinska turbina se koristi za krstareću brzinu, dok se snažnija plinska turbina koristi za operacije koje zahtijevaju visoku brzinu. Kopče omogućavaju ukapčanje bilo koje od dvaju turbina ali ne zajedno, jer bi to zahtijevalo teške, skupe i nepouzdana reduktorske kutije. Razlog zbog kojeg se manja turbina koristi za krstarenje je taj što ona tada radi sa 100 % opterećenja i troši manje goriva nego veća turbina koja bi za krstarenje koristila samo 50 % opterećenja.

2.7. COGAG

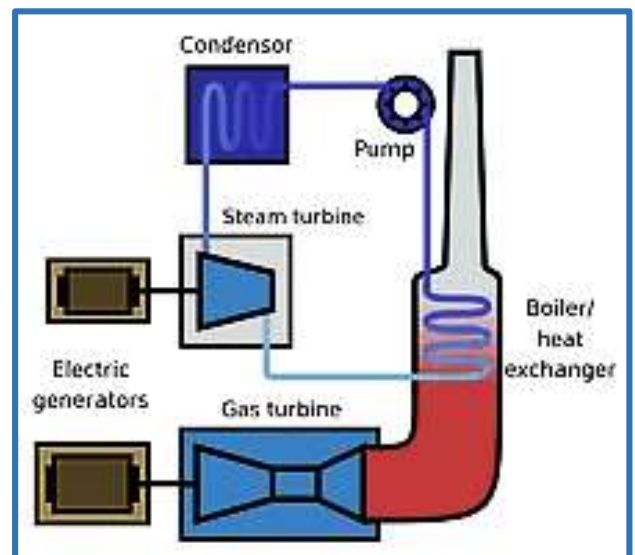


Kombinirani propulzijski sustav s dvije jednake plinske turbine (Combined Gas turbine and Gas turbine – (**COGAG**)) je tip propulzijske kombinacije s dvije turbine jednake snage spojene na jednu propellersku osovinu. Preko reduktorskih zupčaničkih kutija i kopči mogu se za pogon propellerske osovine aktivirati jedna, druga ili obje turbine istodobno. Usporedimo li ovaj sustav sa sustavima CODAG ili CODOG

on zauzima manji prostor, ali ima i dosta nižu učinkovitost u pogledu potrošnje goriva pri krstarenju.

2.8. COGAS

Ovo je kombinirani sustav s plinskom i parnom turbinom (Combined Gas **and** Steam – **COGAS**). Ovaj naziv dan je za brodsku propulziju čiji se primarni pokretači sastoje od jedne plinske turbine i parne turbine pogonjene parom dobivenom iskorištavanjem topline iz ispuha plinske turbine. Na taj način znatan dio inače



izgubljene toplotne energije se oporavi i time se snižuje specifični potrošak goriva. Ukoliko turbine ne pogone propellerske osovine izravno – mehaničkim putem, već se za prijenos snage koristi turboelektrična transmisija tada je ovaj sustav poznat kao **COGES**.

Inače, COGAS se ne smije brkati s već opisanim drugim kombiniranim sustavima i u tome što nije namijenjen da radi sa-

samo s jednim dijelom pogona, već obje turbine moraju raditi skupa. COGAS se ne smije brkati ni s već opisanim sustavom COSAG koji za krstarenje koristi tradicionalni kotao ložen naftom s parnom turbinom, a za visoku brzinu tome se dodaje i snaga plinske turbine.

Neki suvremeni putnički krstaši su opremljeni s COGES sustavom, a to je COGAS propulzijski sustav koji energiju za poriv broda prenosi električnim putem, kao što je to na priloženoj shemi i prikazano.

2.9. CONAS

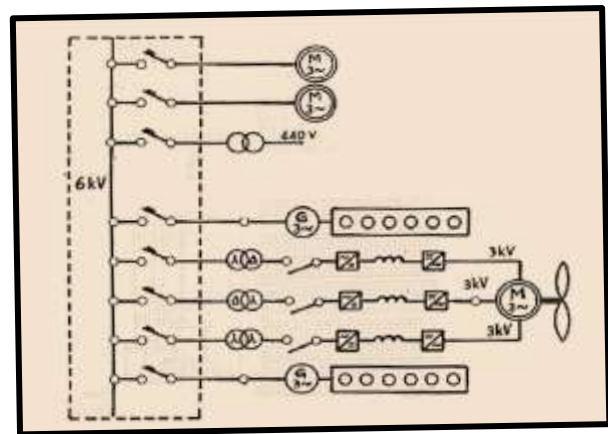
To je kombinirani nuklearni i parni propulzijski sustav (Combined Nuclear and Steam Propulsion – **CONAS**) U ovom kombiniranom sustavu na nuklearnu sastavnicu dodana su još dva veća klasična kotla. Oni su u slučaju zastoja na reaktoru sposobni pogoniti dvije parne turbine s reduktorima proizvodeći na propelerskim osovina veliku snagu. Takav sustav od 89 MW ugrađen je na ruskim krstaricama s navođenim raketama klase „Kirov“.

2.10 I E P

Integrirana električna propulzija (Integrated Electric Propulsion – **IEP**, or Full Electric Propulsion – **FEP**, or Integrated Full Electric Propulsion - **IFEP**) je takav aranžman brodskih propulzijskih sustava gdje plinske turbine, dizelski strojevi ili kombinacija tih sustava, generiraju trofaznu električnu struju. Tom strujom preko pretvarača napajaju se električni mo-

tori koji gona propelere, azimutne čahurne potisnike ili sustave s vodenim mlazom. To je ustvari modifikacija kombiniranog dizelskog i plinsko-turbinskog propulzijskog sustava gdje je eliminirana potreba za kopčama i reducirana ili potpuno eliminirana potreba za reduktorima i zupčaničkim prijenosnicima. Sustav dakle primjenjuje električni umjesto mehaničkog prijenosa energije

2.11. ALL ELECTRIC SHIPS (AES)



Pojednostavljena shema sustava AES

U posljednjih nekoliko godina vrše se intenzivna istraživanja u primjeni potpuno električkog sustava propulzije i pogona broda, posebice u američkoj ratnoj mornarici što ih je inicirao Office of Naval Research – **ONR** Program istraživanjâ se vodi pod nazivom „**Next Generation Integrated Power System – NGIPS**“.

Svrha ovih temeljitih istraživanja je kombinacija električke propulzije broda s



NORLED „ Ampere ”

drugim sustavima snage na brodu. Primjerice, mnogi brodovi, a naročito nuklearni nosači zrakoplova i podmornice rabe pomoćne sustave koji rade na paru, hidrauliku ili pneumatiku. Preinakom tih sustava na električne i kombinirajući ih s električkom propulzijom brod postaje potpuno električan, tj. jedan set strojeva predstavlja zajednički izvor električne energije koja služi i za propulzijske i nepropulzijske sustave. Ovim načinom, osim jednostavnosti i jačanja sposobnosti zvučnog prikradanja („**stealth**“), postiže se i značajna ušteda na gorivu, pogotovo uz primjenu gorivnih ćelija. Istražuje se i sposobnost pohrane električne energije putem baterija, kondenzatora ili zamašnjaka.

U Europi je u istraživanju i primjeni ove tehnologije najdalje stigla tvrtka **Siemens**. Na većini brodova njemačke ratne mornarice već je djelimično ili u potpunosti primjenjena takva ili slična nova tehnologija, a i na brodovima ratnih mornarica drugih zemalja, ali ne samo na ratnim.

3. Zaključak

Neminovno je da se daljnjim razvojem inovativnih tehnologija približavamo brodovima koji ne ispuštaju nikakve emisije (**Zero Emission Vessels**). To je u Norveškoj na neki način već postignuto, doduše na vrlo kratkim relacijama. Na nedavnoj SMM izložbi u Hamburgu u rujnu 2014. novi potpuno električni aluminijski trajekt za putnike i vozila tipa '**ZeroCat 120**' proglašen je „**Brodom godine**“.

U vlasništvu norveškog operatora „**Norled**“ taj brod u obliku katamarana s dva vitka trupa izgrađen je u norveškom brodogradilištu **Fjellstrand**. Trup je u potpunosti napravljen od lagane aluminijske slitine pa teži upola manje nego konvencionalno dizajniran trajekt iste te veličine. Klasični stari trajekt koji je saobraćao na toj ruti godišnje je trošio oko milijun litara dizela i emitirao ugrubo oko 570 tona CO₂.

Pod punim kapacitetom novi trajekt prevoziće 120 vozila i 360 putnika. Od 01/01/15 pod imenom '**Norled Ampere**' saobraćati će u Sognefjordu između mjesta Lavik i Oppedal na vrlo kratkoj ruti s 34 prelaska u 24 sata.

Propulzijsku snagu davat će **Corvus Energy¹ ESS** litij-ionske baterije ukupno

¹ Vidi USV br. 48, str. 12 13, „**Corvus Lithium-Ion batteries velikog formata i učinkovitosti, idealne za hibridnu propulziju**

teške 10 tona i s izlaznom snagom od



Image DNV GL

800 kW. Lokalna mreža nije mogla poduprijeti punjenje brodskih baterija u tako kratkom vremenu. Zbog toga je osim seta baterija postavljenih na brodu postavljen i po jedan set na pristaništima s obje strane fjorda, preko kojih se brodske baterije mogu brzo napuniti. Pristanišne baterije se tada imaju vremena polakše puniti tijekom 30 minuta jednog prelaska, 15 minuta iskrcavanja/krcanja i 30 minuta drugog prelaska. Ukoliko na jednom pristaništu nestane struje brod će puniti baterije samo na drugom pristaništu i nastaviti službu bez ikakva prekida.

Brodar očekuje da će se ovakva investicija dosta brzo isplatiti pošto propulzijski sustav ne zahtijeva nikakva održavanja, jer su baterije i druge komponente potpuno kompjuterizirane jedinice kojima nije potrebno nikakvo održavanje. Ovo je rješenje koje smanjuje troškove, povećava sigurnost, a nadasve potpuno eliminira ispušne emisije, naravno uz uvjet da se električna energija potrebna za punjenje baterija dobiva iz obnovljivih izvora, npr. hidroenergije.

Nadalje, klasifikacijsko društvo DNV GL u svojim istraživanjima broskog prometa na kraćim rutama osmislilo je koncept

nosača kontejnera - okolišu naklonjena broda pogonjenog baterijama. Brod je potpuno automatiziran pa nema posade. Sigurniji je i zahtijeva manje operativnih troškova nego postojeći klasični brodovi na tim rutama koji troše fosilna goriva i upravljani su posadom.

S potpuno napunjenim baterijama izlaznog kapaciteta od 3.000 kWh brod bi imao doplov od 100 Nm. Prosječna brzina brodova koji su dosad plovili tim rutama iznosila je 7,8 čv., ali radi mnogo učinkovitijeg propulzijskog rješenja odabrana je brzina od samo 6 čv. Uz takvu brzinu odabran je ravan okomit pramac kako bi se smanjio otpor vode oko trupa. Brodu ne treba balast, a svi rotacijski propulzijski strojevi nalaze se izvan trupa. Za materijal trupa odabran je normalni čelik zbog toga jer bi manji gaz u slučaju kompozitnih materijala zahtijevao i manji promjer propelera, što bi smanjilo učinkovitost propulzije. Takvo rješenje je i jeftinije.

Zašto je odabran automatski upravljani brod? Svjetski sigurnosni rekord za brodski promet bilježi godišnje 900 fatalnih slučajeva, što je za 90 % više u usporedbi s kopnenim (cestovnim, željezničkim ili riječnim) prijevozom. Studije pokazuju da se čak 85 % nesreća u brodarstvu može pripisati ljudskoj pogriješci. Jedan od načina rješavanja tog problema je brod s minimumom potreba za održavanjem i ljudskim djelovanjem. Brod nazvan **ReVolt** stoga je zamišljen kao potpuno automatski brod bez posade, isključivo pogonjen strujom iz baterija. S obzirom da su rotacijski strojevi najviše skloni tehničkim kvarovima odabran

je najmanje moguć broj rotacijskih komponenta. U ovom slučaju to su dva krmena izvantrupna zakretljiva potisnika i jedan pramčani uvlačivi potisnik za manevriranje u luci. I privezivanje broda u lukama obavljati će se bez ljudske intervencije. I pristaništa će biti opremljena vrhunskom tehnologijom s automatskim priveznim sustavima kao što je pričvrсна grana („**grip-arm**“) te privezivanje zasnovano na vakuumu. Na taj način brod će biti brzo privezan bez potrebe za priveznom užadi, vitlima i privezivačima. Podizanjem bokova trupa i vodilica baterija do pune visine kontejnerskog sloga ubrzava se rukovanje kontejnerima i isključuje potreba za stivadorima ili za ručnim pričvrščivanjem kontejnera („**manual lash-ing**“).

Evo glavnih svojstava broda:

- Dužina preko svega60 m
- Širina14,5 m
- Ukupna visina.....13 m
- Nadvođe.....8 m
- Gaz (pod punim teretom).....5 m
- Gaz (bez tereta).....3.4 m
- Kapacitet tereta.....100 TEU
- Nosivost (dwt).....1250 mt
- Elektr. energija (baterije)..3.000 kWh
- Propulzija:
Zakretljivi izvanbrodski potisnik s dva propelera (Ø 1,5 m) i jedan pramčani uvlačivi potisnik.

Za potrebe detaljnijeg istraživanja napravljen je i model ovog broda u omjeru 1 : 20. Model se intenzivno ispituje da bi se više saznalo o izazovima i mogućnostima

autonomne plovidbe i da bi se utrla put budućnosti, kada će to biti dio rješenja za povećanu sigurnost navigacije.

U pogledu autonomne plovidbe integrirani sustav sastavljen od **ECDIS**-a, **GPS**-a, **RADAR**-a, **kamerâ**, **LIDAR**-a, **SONAR**-a i uz druge dodatne osjetnike ima potencijal da stvara kompletnu sliku situacije koja okružuje brod. Takav sustav će davanjem odgovarajućih signala na potisnike sigurno voditi brod navrijeme iz bjegavajući sve prepreke. Sve sastavnice ovog sustava mogu se već danas bez problema nabaviti.

Instalacije u lukama moraju biti visoko učinkovite kako bi se osiguralo brzo prebacivanje kontejnera na ostale načine prijevoza. To se može postići izgradnjom namjenskih terminala sa lakim pristupom cestovnim tegljačima.

U **DNV GL**-u smatraju da će gradnja i eksploatacija ovakvog broda i pripadajućih mu terminala biti moguća s već postojećom tehnologijom.

Međutim, ostaje još pitanje da li je to sve moguće postići uz razumne troškove. Autonomne sposobnosti ovakvog broda značajno smanjuju ili čak eliminiraju potrebe za nastambama, nadgrađem i pomoćnim strojevima, pa ostaje više prostora za smještaj kontejnera.

Ali, baterijski paket danas ima još iznimno visoku cijenu. Ocjenjuje se da će baterije koštati 1.000 US\$ po jednom kilovatsatu. Osim toga, zbog neminovne degradacije djelovanja baterija tijekom nji-

hova korištenja biti će ih potrebno izmijeniti jednom u očekivanom životnom vijeku broda od 30 godina.

Međutim, očekuje se da će tehnologija baterija vremenom sazrijeti, pa će njihove cijene bitno pasti. Uz dodatne poticaje, kao što je norveški „**NO_x fond**“, procjenjuje se da će utrošak kapitala biti podjednak onome klasičnog kontejnerskog nosača jednakog kapaciteta.

Hans Anton Tvette, DNV GL-ov ekspert (viši istraživač za pomorski prijevoz) u svom napisu kaže i ovo:

„ReVolt ima za cilj da posluži kao inspiracija za proizvođače komponente za brodogradilišta i brodovlasnike u njihovu nastojanju da pronađu nova rješenja za sigurniju, bolju i više održivu budućnost“

Sastavio: **Boris Abramov**

Izvori:

en.[wikipedia.org/wiki/Queen_Elizabeth_class_aircraft_carrier](https://en.wikipedia.org/wiki/Queen_Elizabeth_class_aircraft_carrier)

marinelink.com/news/commercial-turbines-study373513.aspx

en.[wikipedia.org/wiki/Combined_diesel_and_gas](https://en.wikipedia.org/wiki/Combined_diesel_and_gas)

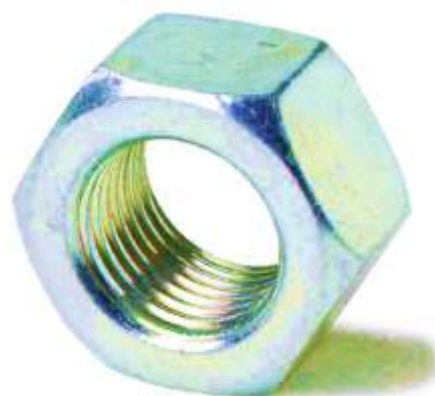
nationaldefensemagazine.org/ARCHIVE/2007/NOVEMBER/Pages/All-Electric2453.aspx

marinelink.com/news/emission-vessels-turning382831.aspx

gcaptain.com/wp-content/uploads/2014/09/ReVolt-Details.pdf

dnvgl.com/news-events/news/revolt

dnvgl.com/news-events/news/revolt





NOVE KNJIGE

Josip Luzer i Aristide Spinčić:

Enciklopedijski brodstrojarski rječnik

Napokon smo dobili knjigu koja je nama brodstrojarima bila oduvijek potrebna te koja zaslužuje naše puno poštovanje. Naime, Josip Luzer i Aristide Spinčić profesori s Pomorskog fakulteta u Rijeci pisali su taj englesko-hrvatski brodstrojarski rječnik punih 16 godina. Ovaj po svemu u Hrvatskoj jedinstven rječnik, u izdanju Školske knjige Zagreb (2013.) pridružio se prethodno izašlom rječniku njihovog kolege prof. Pritcharda u kojem su obrađeni nautički izrazi. Po svom obimu ovakva knjiga je i u svijetu prava rijetkost.



Radi detaljnijeg objašnjenja navodimo uvodni dio predgovora knjige:

„Dvojica autora rječnika, inače dugogodišnji nastavnici Pomorskog fakulteta u Rijeci, u 16 godina rada sastavili su Enciklopedijski brodstrojarski rječnik, englesko-hrvatski s 34.077 natuknica uz dodatak 831 kratice. Rječnik obuhvaća cjelovit brodstrojarski korpus suvremenog engleskog jezika. U rječniku su skupljeni i obrađeni izrazi iz sljedećih tehničkih znanosti: brodskih glavnih i pomoćnih motora, kotlova i turbina, termodinamike, dijagnostike kvarova, mehanike, elemenata strojeva, brodogradnje, goriva, maziva i vode, automatike, elektrotehnike i elektronike, obrade materijala, propulzije broda, alata, cjevarstva i brodske administracije. Rječnik na kraju nudi i koristan popis vrela iz domaće i strane literature. Posljednji rječnik slične namjene, ali znatno skromnijeg obima objavljen je krajem sedamdesetih godina prošlog stoljeća (Lj. Bartolić, Englesko-hrvatski i hrvatsko-engleski rječnik brodograđevnih, strojarskih i nuklearnotehničkih naziva, Školska knjiga – Zagreb, 1979.). Enciklopedijskim se rječnikom popunjava ozbiljna leksikografska praznina nastala razvojem tehnike i uvođenjem novih tehnologija. Posebice valja istaknuti da rječnik odgovara zahtjevima sve veće interdiscipliniranosti koje suvremeno brodsko strojarstvo postavlja pred leksikografa.

Djelo služi brojnim hrvatskim časnicima stroja na domaćim i stranim brodovima, inženjerima u tvornicama brodskih pogonskih i pomoćnih motora, brodograditeljima, đacima i studentima u učenju iz strane literature i pri pisanju maturlnih i diplomskih radova, nastavnicima u poučavanju stručnih predmeta te prilikom pisanja udžbenika i priručnika, inženjerima u registrima, carini, zavodu za normizaciju, tehničkim stručnjacima u lukama, lučkim terminalima i pomorskoj upravi, Hrvatskoj ratnoj mornarici, stručnim prevoditeljima te svima koji se znanstveno i stručno usavršavaju u svom području“.

Osim već spomenutog, rječnik sadrži 50-tak tisuća primjera upotrebe riječi u kontekstu koji opisuju sve kada je u pitanju određeni pojam koji se spominje u brodstrojarstvu. Prilikom predstavljanja knjige dekan Pomorskog fakulteta u Rijeci Serđo Kos između ostalog istaknuo je „*naročitu vrijednost ovog rječnika u očuvanju stručnih izraza na hrvatskom jeziku. Ti izrazi sve više gube bitku s engleskim jezikom u svakodnevnoj uporabi. Čak i naše znanstvene radove objavljujemo u stručnim časopisima isključivo na engleskom jeziku*“. Po njegovu sudu „*najveća vrijednost ovog rječnika je u tome što će zauvijek ostati 'zacementirano' izvorno hrvatsko strukovno brodstrojarsko nazivlje*“. Dekan Serđo Kos još je istaknuo da je to najopsežnije izdanje koje su napisali nastavnici s tog fakulteta te ujedno prvo koje će u dogledno vrijeme biti objavljeno i u elektronskom izdanju-prikladnom za u uporabu na pametnim mobitelima te na portalu Školske knjige.



Interliber 13.11.2013

S lijeva na desno: Anuška Nakić, glavna urednica, Boris Pritchard – recenzent, Josip Luzer – autor i Vladimir Medica - recenzent

Na predstavljanju, na pitanje novinara da li je ovim rječnikom napokon standardizirano pomorsko nazivlje u **hrvatskom jeziku**, jedan od autora, Josip Luzer je odgovorio:

*„Htjeli ili ne htjeli, rječnik je uvijek normativan i sada smo utrli put normi u jeziku brodstrojarstva. Zajedno s rječnikom profesora Pritcharda udarili smo temelje standardizaciji pomorskih izraza. Sada postoji izvor na koji se mogu autori pozivati, međutim koliko je to standard pokazat će vrijeme. Jezik je dinamičan i ne može se jednostavno reći – evo, sad imamo standard. No, možemo reći da smo **na najboljem putu**“.*

U predgovoru knjige u stavki 2. – **Struktura natukničkog članka** autori podrobnije objašnjava njen sadržaj i sveobuhvatnost kako slijedi:

Rječnik nosi naziv enciklopedijski jer su u članak natuknica unijete:

- *pojmovne i terminološke raščlambe,*
- *komentari,*
- *objašnjenja*
- *enciklopedijske naputnice što sadržajem izlaze iz čisto leksikografskih okvira, pa će korisniku pružiti mnogo više informacija iz struke nego što je uobičajeno u dvojezičnim stručnim rječnicima.*

Leksikografska sustavnost ogleda se npr. – u unošenju, uz osnovnu riječ, svih njezinih **gramatičkih oblika** (cooled, cooling), **izvedenica** (coolant, cooler), **upravljačka jedinica**, 4. **nadzor, kontrola**) i **homografije** (call: 1. dozivanje, poziv, 2.

pristajanje broda) te bogatog izbora višechlanih leksičkih jedinica. **Prevladavaju**, dakako, imenice i imenske složenice, tipični i najučestaliji leksički elementi, ali je velika pozornost obraćena i tehničkom registru, žanrovima i stilovima, karakterističnim glagolima (u prelaznoj i neprelaznoj uporabi) i pridjevima te veznicima i prijedlozima



Novi List, 27.11.2013

osip Luzer, Aristide Spinčić, Vladimir Medica i Diana
Stolac na jučerašnjoj promociji

(posebno u glagolskim i prijedložnim izrazima). U pojavnica koje imaju isti lik za različite gramatičke kategorije (cast¹ n. odljevak, lijev; cast² vt. 1. lijevati (kovine u kalupe), odliti; cast³ adj. lijevan, odljeven) poštuje se redoslijed: imenica, glagol, pridjev, prilog.

Desna strana Rječnika – prijevodni ekvivalenti u hrvatskom – sadržava izbor već ustaljenih i prihvaćenih normiziranih hrvatskih stručnih izraza, ali autori, uz konzultacije s brodstrojarskim i inim stručnjacima, nude i ograničen broj novotvorenih hrvatskih istovrjednica. To je logična posljedica unošenja u rječnik novih stručnih termina što svakim danom leksičkom kreativnošću u tehničkoj struci odražavaju nove pojmove iz

izvanjezičnog svijeta tehnike, sve više povezane s informatikom i komunikacijama, ali i nove uporabe općega leksika u tehničkim tekstovima, komunikacijama itd.

Prilagođenost rječnika korisniku očitava se posebice u **makrostrukturi**, tj. rječničkoj nomenklaturi ili **popisu natuknica** (tzv. lijeva strana rječnika), jer su u rječnik kao natuknice uvrštene brojne za tehničke rječnike tipične i nezaobilazne višechlane leksičke jedinice, ponajprije složenice, kolokacije, terminološki izrazi itd. Dapače, one brojem nadilaze osnovne jednočlane termine, što je također obilježje suvremenog tehničkog registra pomorskog engleskog jezika. Primjerice, uz osnovu **cool** (adj.) u rječničkoj makrostrukturi nalazimo čak 119 višechlanih leksičkih natuknica.

Na razini makrostrukture i mikrostrukture u ovom su riječniku uspješno primijenjena dva osnovna načela suvremene leksikografije: leksikografska sustavnost i prilagođenost potrebama korisnika.

Također, neke su za struku važne natuknice razvijene u opsežne stručnotehničke leksikografske makronatuknice. Tako npr. **cooling water** sadržava još tridesetak podnatuknica (cylinder cooling water, injector cooling water, fresh cooling water, salt cooling water, loss of cooling water) i sunatuknica (tj. natuknica iste razine u makrostrukturi) u

kojima je složenica 'cooling water' prvi dio višočlane leksičke jedinice (npr. cooling water circuit, cooling water circulation, cooling water jacket, cooling water outlet manifold, cooling water pressure itd.). Korisnici će u tzv. desnom dijelu članka natuknice naći tehnički i jezično vrlo zanimljiv popis kolokacija tipa glagol + imenica (admit cooling water to, circulate the cooling water, control cooling water, prevent loss of cooling water, refill cooling water itd.), vrlo bitnih za uspješno razumijevanje sintakse, diskursa i teksta u svijetu brodstrojarstva i tehnike. Posebna je vrijednost i novina ovog rječnika u usporedbi s drugim tehničkim dvojezičnim rječnicima, oprimjerivanje

odnosno kontestualizacija uporabe termina, jednočlanih i višočlanih, i njihovi hrvatski prijevodi (bilo da su ih ponudili autori, ili rjeđe, da su preneseni iz korpusa paralelnih tekstova), npr.: It is necessary to provide the cooling water pipes with new O-rings (na cijevi rashladne vode potrebno je postaviti nove brtvene prstenove); When removing the cylinder head, drain the cooling water first (prilikom skidanja glave cilindra potrebno je najprije ispustiti rashladnu vodu) ". Radi boljeg objašnjenja, kao zoran primjer strukture rječnika prilažemo i skraćenu verziju natuknice „pump“ kao imenice i glagola.

Ovime je dovoljno opisana složena struktura i iznimna sveobuhvatnost kojom su autori u rječniku obradili nazivlja u bogatom leksiku naše brodstrojarske struke. Sve bržim razvojem novih tehnologija osobito u području brodskih motora, automatike i zaštite okoliša taj će se leksik neminovno nadopunjavati i pritom će se trebati služiti i novotvorenim nazivima.

Rječnik je dostupan u svim većim knjižarama, a cijena mu je 450 kuna.

Pripremio: **Boris Abramov**

Napomena: S obzirom da je namjena našeg časopisa uglavnom edukativna objavili smo ovaj napis uz suglasnost njegova autora J. Luzera.

Prilog: „Pump“

pump¹ [pVmp] *n* pumpa, sisaljka, crpka • *Some pumps are directly driven from the engine* neke su pumpe privješene na pogonski stroj

□ **air** ~ zračna pumpa; **propeller** ~ propelerska pumpa; **proportioning** ~ = METERING PUMP; **raw water** ~ pumpa neobrađene vode; **reciprocating** ~ stapna

pumpa; **reciprocating displacement** ~ stapna volumetrijska pumpa; **sanitary** ~ sanitarna pumpa; **scavenge** ~ ispirna pumpa; **scavenging air** ~ pumpa ispirnog zraka; **screw** ~ vijčana pumpa; **screw displacement** ~ vijčana volumetrijska pumpa; **seawater** ~ pumpa morske vode; **segregated ballast** ~ pumpa za izbacivanje taložnog balasta = SLOP TANK PUMP; **separate** ~ samostalna pumpa; **self-priming** ~ samosisna pumpa; **suction** ~ usisna pumpa; **suction head of the** ~ usisna visina pumpe; **sullage** ~ = SEWAGE PUMP; **supercavitating pump** superkavitacijska pumpa; **supply** ~ = PRIMARY PUMP; **surchage** ~ = BOOSTER PUMP; **swashplate** ~ pumpa nagibne ploče (o kormilarskom uređaju);

Δ **arrange the ~s** poredati pumpe • **The various pumps for main engine and ship's services are arranged at floor plate level** razne pumpe za glavni stroj i brodske službe su poredane na donjoj platformi | **change over the** ~ prebaciti pumpu (na rad s drugim gorivom) • **The pump is changed over to heavy fuel** pumpa je prebačena na teško gorivo | **declutch the** ~ isključiti pumpu • *If the main engine is not running or is manoeuvring, the pump can be declutched* ako glavni motor ne radi ili je u tijeku manovra, pumpa se može isključiti **prime the** ~ napuniti pumpu tekućinom (centrifugalnu, prije pokretanja)

= FILL THE PUMP, FLOOD THE PUMP • **To prime the pump, the stop valve is to be opened** da bi se pumpu napunilo tekućinom, potrebno je da zaporni ventil bude otvoren | **start up the** ~ uključiti pumpu • **Start up the pumps for piston and cylinder cooling water** uključiti pumpu rashladne vode klipa i cilindra | **turn the** ~ okrenuti pumpu (o kormilarskom uređaju) • **The pump is turned as the air release valves on the actuator are opened** pumpa se okreće kako se odzračni ventili na pokretaču otvaraju

◇ **The pump cannot be started** pumpa se ne može pokrenuti | **The pump has been tested and found satisfactory** pumpa je ispitana i ustanovljeno je da je

ispravna | **The pump has been turned on** pumpa je uključena | **The pump has failed** pumpa je zakazala

| **The pump has lost its suction** pumpa ne siše | **The pump has run dry** pumpa je ostala bez tekućine

| **The pump is off stroke** pumpa ne tlači | **The pump is out of service** pumpa ne radi | **The pump is on**

stroke pumpa tlači | **The pump is worked from the main engine** pumpu porkeće porivni motor

pump² [pVmp] *vt* pumpati, ispumpati, crpsti, pretočiti (pumpom), puniti, (pumpom), prazniti (pumpom)

• *Heated oil is easier to pump and filter* zagrijano gorivo lakše je pumpati i filtrirati

Δ ~ **around** pumpati okolo • *The cooling water is pumped around the cylinder jackets, cylinder heads and turboblowers* rashladna voda pumpa se oko plaštava i glava cilindra te turbopuhala | ~

away ispumpati (npr. u more) • *Only clean water from bilges is pumped away* samo se čista voda

ispumpava iz kaljuža | ~ **back** pumpati natrag • *The condensate is pumped back into the boilers as boiler feedwater* kondenzat se kao napojna voda ponovno pumpa natrag u kotlove | ~ **from** ispumpati iz • *Water*

was pumped from the hold voda se ispumpala iz brodskog skladišta | ~ **into** pumpati u • *From time to*

time, extra feedwater must be pumped into the boiler system ~ **out** ispumpati = DRAW • *The fuel oil*

should be pumped out of the bottom tank and sludge removed gorivo treba ispumpati iz tanka dvodna i

talog ukloniti | ~ **over** pretočiti • *The refrigerant is pumped over* rashladno sredstvo se pretače | ~

overboard

= PUMP OVER THE SIDE; ~ **over the side** = PUMP OVERBOARD • *Oily water separators remove oil from the bilge water before it is pumped over the side* prije ispumpavanja u more, separatori uljne vode

uklanjaju ulja iz kaljužne vode | ~ **round** prenositi • *Heat is transferred from the air to the evaporator and then pumped round the system until it reaches the condenser* toplina prelazi iz zraka u isparivač, a zatim

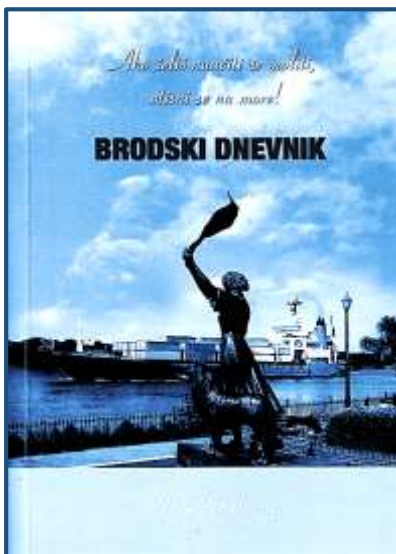
se prenosi sustavom dok ne dođe u kondenzator | ~ **through** pumpati kroz • *Refrigerated brine is pumped through the coolers* rashladna rasolina pumpa se kroz rashladnike | ~ **to** pumpati u • *The fuel oil is*

pumped to a settling tank gorivo se pumpa u taložni tank | ~ **up a.** puniti • *When the tanks are pumped*

up, an overflow may occur kad se tankovi pune, može doći do prelijevanja *b.* pumpati (prema gore) • *The*

fuel is pumped up to the daily tank gorivo se pumpa u tank dnevne potrošnje

Ana Grabovac: **BRODSKI DNEVNIK**



Ana Grabovac, supruga našeg dugogodišnjeg redovnog člana Jakova Grabovca – „Jaše“ nakon njenih dosadašnjih literarnih uspjeha („*Moja škola kreativnog pisanja*“ i „*Ćiocolina*“) ovaj put je napisala opsežnu knjigu s naslovom „*Brodski dnevnik*“ (naklada, priprema i tisak: „Redak“ – 2014.). Na naslovnom omotu knjige stoji brončana statua žene s psom („*The waving girl*“) koja maše brodovima koji prolaze. Statua je postavljena u američkoj luci Savannah, Georgia u spomen na **Florance Martus** koja je 44 godine svaki dan u očekivanju svog mornara mahala pregačom, pozdravljajući tako brodove koji uplovljavaju ili isplivljavaju iz luke. Za razliku od nje, Ana Grabovac nije samo mahala, nego je svoju mladost i zrelu dob od ukupno 33 godine provela ploveći sa svojim mužem i doživljavala i dobre i loše momente takvog života. Ta njena odluka da se otisne na more po svemu sudeći nije bila slučajna. Kako sama kaže u predgovoru knjige, njen nono je odavno jedrenjakom oplovio svijet. Kao dijete igrala se njegovom matrikulom s ispisanim imenima

jedrenjaka, luka i porata. Mora biti da je na njenim prstima ostao trag plave tinte, koja se duboko uvukla u njenu dušu, pa je trebalo poći tragom te plave tinte. Ali, kao glavni razlog, potreba za bliskošću voljenog muškarca odvela ju je na more.



Predstavljanje nove knjige održalo se 4.12.2014. u 18⁰⁰ h u jednoj od dvorana Gradske knjižnice „Marko Marulić“ (GKMM). U dupke punoj dvorani knjigu „Brodski dnevnik“ i njenu autoricu Anu Grabovac nadahnuto je predstavila **Ingrid Poljanić**, voditeljica kulturnih programa GKMM. Zatim je novinarka i prijateljica **Dea Antunović** pročitala jedan odabrani odlomak iz knjige. Poslije toga, svoj je osvrt na knjigu izložila poznata Splićanka **Tonka Alujević** također autoričina prijateljica i voditeljica predstavljanja. Ona je isto tako usko povezana s morem, ali na druge načine. Vrlo je duhovito iznijela svoje komentare, a auditorij je to oduševljeno prihvatilo. Bilo je tu govora o jednom od načina nastajanja umjetničkih slika na moru tako da ih sam brod svojim valjanjem riše, a dosta se je spominjao i kontroverzni kap. Šime Gržan koji je svojedobno u svom vlastitom „Dnevniku“ (objavljenom u „Slobodnoj Dalmaciji“ u nekoliko nastavaka) iznio svoje neprimjerene apsolutističke stavove.

U svom „Dnevniku“ Šime Gržan navodi tko je neprikosnoveni gazda na brodu. Posada je tu nevažna, oni su ionako pijanice sa „zaraženim jajima“. On posadu spušta na građane „drugog reda“ koja se može tolerirati jedino ako se bespogovorno sluša njegove odredbe o sprovođenju života na brodu, što ga on kao

„**Numero uno**“ nameće i u najmanjim sitnicama. Čak je strojare na brodu nazvao uvredljivim izrazom „**drveni**“. Na ovo se Ana Grabovac jako uvrijedila i snažno oduprla te na sve načine takav stav javno kritizirala, ali nije mogla puno napraviti. Tonka Alujević je jednom prigodom sudjelovala na nekom kulturnom događanju u Sarajevu, na kojega je bio pozvan i Šime Gržan, tada već starac od preko osamdeset godina. Tada se on predstavio u sasvim drugom svjetlu. S tim u vezi, Tonka Alujević je pokušala ispraviti po njenom mišljenju pogriješnu sliku o njemu. Da li je u tome bila potpuno uspješna, teško je reći. Ali, i sama Ana kaže da se je kasnije u jednom susretu pomirila s tim kapetanom, „*jer godine provedene na brodovima navikle su je na kojekakve animozitete*“. Usput, kapetan Gržan je i autor pjesme „**Jugo**“ koju izvode Giuliano i Ban.

Inače, nedvojbeno je da je autorica napisala i objavila vrlo zanimljivu i opsežnu knjigu u obliku svog brodskog dnevnika, u kojem bilježi minuciozne detalje vlastitih impresija i emocija koje je osjećala i doživljavala putujući brodovima zajedno sa svojim suprugom. Usput je opisivala život pomoraca. Njih je kao i njenog supruga zarobio vlastiti poziv; prepušteni su ćudima katkada blagog, često beščutnog mora, a katkad izloženii i ozbiljnim kvarovima zastarjelih i nepouzdanih brodskih strojeva, te raznim nedaćama u lukama.

Nastojeći ispuniti trenutke osame marljivo je zapisivala u bilježnice sve što joj je bilo na srcu i u duši; opisivala svoj život na brodu i događaje u lukama. Nakupilo se tih bilježnica sva sila. Neke i nisu saćuvane. Kad ih je u novije vrijeme počela ponovno prelistavati shvatila je u kojoj je mjeri to izvrstan materijal za objavljivanje. Zbog obimnosti taj materijal će se moći objaviti u tri toma. Ovaj prvi tom obuhvaća razdoblje od 1980. do 1992. Godine, a obuhvaća slijedeće motorne brodove:

„Jadran“ (07/09/1980 – 03/07/1982), „Gundulić“ (04/01/1983 – 04/02/1983), „Držić“ (04/05/1984 – 19/08/1984), „Držić“ (31/08/1984 – 18/12/1984), „Jadran“ (27/09/1985 – ?/12/1985), „Gundulić“ (05/05/1987 – 07/08/1987), „Jadran“ (12/04/1990 – 26/06/1990), „Favorita“ (25/08/1991 – 26/09/1991), „Lapad“ (02/11/1991 – 17/02/1992).

Na koricama knjige stoji i ova krilatica:

„Ako želiš naućiti se moliti, otisni se na more!“

U svom „Brodskom Dnevniku“ Ana Grabovac ploveći na „Favoriti“ za vrijeme boravka u Singapuru u Jurong Portu 1991. godine napisala je ovo:

***...Potroši sam mladost
I dušu i tilo...
A brod me nosi
I bridi žalo,
U more palo, sve što je cvalo...
... Šaka suza, vrića smija,
Ča je život, vengo fantazića?...***

Hvala ti Oliveru! – Anin je komentar

Plinsko-dizelski motor Wartsila model 50DF

Frane Martinić, dipl. ing., pom. str. I. klase, Upravitelj stroja

1. Uvod

Wärtsilä 50DF je četverotaktni mo-tor koji može biti pogonjen s različitim vrstama goriva. Wärtsilä plinsko-dizelski motori koriste kemijsku energiju triju vrsti goriva, a to su prirodni plin (engl. Methane - CH₄), zatim brodsko dizel gorivo (engl. Marine Diesel Fuel - MDO) i teško brodsko gorivo (engl. Heavy Fuel Oil - HFO). Jedna od glavnih značajki je pouzdana tehno-logija koja osigurava nesmetan rad tog motora i s plinskim i s tekućim gorivima. Tijekom rada motora prebacivanje s jedne vrste goriva na drugo odvija se jedno-stavno, bez ikakvih problema u radu mo-tora. Motor ima maksimalnu toplinsku učinkovitost od oko 47% - veću nego bilo koji drugi plinski motor. Motor se može automatski prebaciti iz rada na tekuće gorivo u rad na plinsko gorivo pri opterećenju nižem od 80% punog opterećenja. Prijenos se po naredbi rukovaoca odvija automatski. Tijekom prelaska, koji traje oko jednu minutu, tekuće gorivo se po-stupno zamjenjuje s plinskim. U slučaju prekida opskrbe plinskog goriva, motor automatski prelazi na rad s tekućim gorivom. Pri prijelazu s teškog goriva na plinsko zahtijeva se prethodni rad na dizelsko gorivo u minimalnom trajanju od 30 minuta. Dostupne izvedbe cilindara su 6, 8 ili 9 u liniji, te 12, 16 ili 18 cilindara u V konfiguraciji, tako da pokrivaju raspon snage od 5,7 MW do 17,5 MW. Brzina vrtnje im je 500 o/min za frekvenciju od 50 Hz i

514 o/min za frekvenciju od 60 Hz. Wärtsilä 50DF je pogodan za širok raspon primjene u različitim aspektima - ili kao glavni propulzijski stroj, ili kao pomoćni motor za proizvodnju električne energije. Prema maksimalnoj snazi, težini ili raspoloživu prostoru nude se razne mogućnosti za različite tipove brodova.

Fleksibilnost u operaciji stvarna je prednost koju nudi sustav ovog plinsko-dizelskog motora. Prirodni plin dobavlja se motoru kroz plinsku jedinicu, pri čemu plin prolazi kroz filter da nečistoće iz plinskog cjevovoda ne bi dospjele u cilindar motora. U toj jedinici se kontrolira tlak dobave plina. Sustav uključuje zaporni ventil i ventil za odzračivanje kako bi se osigurala slobodna i sigurna opskrba bez problema s niskim tlakom plina. Plin se na motoru isporučuje preko cijevi koja prolazi uzduž motora. Svaki cilindar ima individualnu cijev za prijam plina



Slika 1 – Filter u plinskom cjevovodu



Slika 2 – Cijevi za dobavu plina u cjevovodu prije usisnog ventila

na usisni ventil na glavi motora. Plinski cjevovod je standardno dizajniran s dvostrukom stijenkom. Kad motor radi s plinom kao gorivom, smjesa zraka i plina se pali s malom količinom dizel goriva preko pilot-ventila koji je optimiziran za najkvalitetnije izgaranje. Napredni sustav automatizacije pruža potpunu sigurnost rada motora te lokalni nadzor.

Wärtsilä 50DF je dizajniran da omogući visoku izlaznu snagu uz visoku fleksibilnost, niske emisije ispušnih plinova, visoku učinkovitost i pouzdanost tijekom rada motora na plinsko ili tekuća goriva. Funkcije motora se kontroliraju pomoću naprednog integriranog automatskog sustava koji osigurava optimalne uvjete rada, što ne ovisi o uvjetima okoline i vrsti goriva na kojoj motor radi.

Otvaranje i zatvaranje ventila za dobavu plina i pilot-ventila su kontrolirani elektronički, što omogućuje ispravan omjer zraka i goriva za svaki cilindar. Naime, regulacija se može postaviti za svaki cilindar zasebno. Isto tako se podešava i dobava minimalne količine goriva kroz pilot-ventil da se zajamči



Slika 3 – Linijski motor



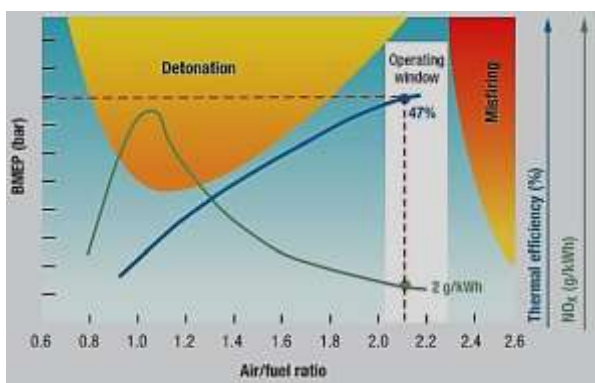
Slika 4 – V motor

sigurno i stabilno paljenje. Wärtsilä 50DF motor je jednostavno dizajniran. Cjevovodi i vanjske poveznice su minimizirane, sigurnost u radu je maksimalna, održavanje je jednostavno i brzo. Rad motora kontroliran je elektronički, pa je eliminirano nepotrebno opterećenje prilikom smanjenja ili gašenja. Wärtsilä 50DF je osmišljen kako bi zadovoljio visoke standarde kontrole emisije ispuš-

nih plinova u atmosferu.

2. „Lean-burn“ proces izgaranja u motoru

Izgaranje goriva u Wärtsilä 50DF motoru odvija se po „lean-burn“ procesu. Naime, u smjesi zraka i plina u cilindru motora ima više zraka nego je potrebno za potpuno izgaranje. Ovakvo „mršavo“ izga-



Slika 5 – Omjer zraka i goriva u odnosu na tlak u cilindru motora

ranje smanjuje temperaturu izgaranja u cilindru, a time i količinu dušikovih spojeva u ispušnim plinovima motora. Učinkovitost motora i izlazna snaga su povećane zbog sprječavanja dodatnog lupanja (engl. – „**knocking**“) u cilindrima motora. „Knocking“ je izraz za male eksplozije (detonacije) do kojih može doći u cilindru motora prilikom izgaranja plina, a područje detonacija prikazano je na slici 5.

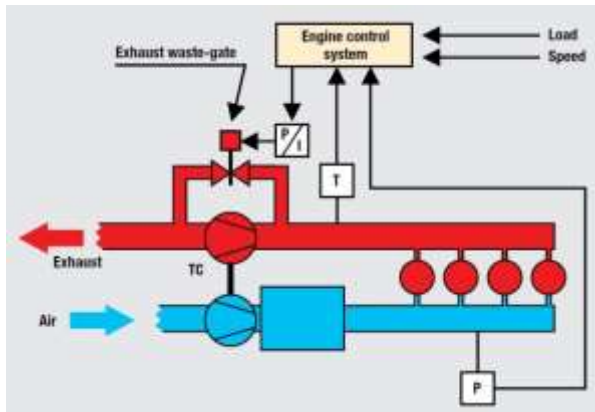
Važno je napomenuti da je za plinska goriva karakterističan „metanski broj“ (engl. **Methane number - MN**), a on je mjerilo za procjenu otpora goriva prema lupanju u cilindrima. Prilikom izgaranja plina veći „metanski broj“ daje veću otpornost goriva

prema detonacijama u cilindrima motora i obrnuto. Izračun metanskog broja u plinovitom gorivu moguć je ako su poznate količine svih komponenti u plinu. Teži ugljikovodici (etan, propan i butan) smanjiti će vrijednost metanskog broja, a time će se povećati detonacije u cilindru motora.

Paljenje siromašne smjese zraka i plina izvodi se ubrizgavanjem male količine tekućeg dizel goriva u cilindar motora kroz pilot-ventil. Mala količina dizel goriva u cilindru motora pali se kompresijom kao i u svakom drugom tradicionalnom dizelskom motoru. To čini dobar energetski izvor za paljenje i izgaranje plina koji se uštrcava u pojedinačni cilindar. Da se dobije najveća učinkovitost i najmanja emisija ispušnih plinova iz motora, svaki cilindar pomoću elektroničkih uređaja pojedinačno je kontroliran i reguliran ispravnom količinom i vremenom uštrcavanja dizel goriva za zapaljenje te ispravnim omjerom zraka i plinskog goriva. U tu svrhu u Wärtsilä-i su razvili poseban elektronički sustav kontrole koji zadovoljava zahtjevni zadatak kontrole izgaranja u svakom cilindru da bi se osigurale optimalne performanse u svim uvjetima rada.

Točan omjer zraka i goriva u bilo kojim operacijskim uvjetima je bitan za optimalne performanse i kontrolu emisija. Za ovu funkciju, Wärtsilä 50DF motor je opremljen s posebnim zaobilaznim ventilom (engl. Waste gate valve). Taj ventil elektro-pneumatski regulira količinu ispušnih plinova koji će proći kroz turbopuhalo, a na taj način i količinu svježeg zraka koja će ući u cilindre motora. Funkcija ovoga ventila je da namjesti pravilan omjer zraka i goriva prilikom visokih opterećenja u radu motora.

Wärtsilä 50DF motor je opremljen jednocijevnim modularno ugrađenim sustavom za turbopuhalo, koji mora osigurati kontinuirani tlak punjenja zrakom. Visoka učinkovitost turbopuhala osigurana je



Slika 6. Shema kontrole količine usisnog zraka pomoću ventila na ispušnom cjevovodu

ugradnjom kvalitetnih ležajeva koji se podmazuju uljem iz sustava za podmazivanje motora.

3. Sustav dobave goriva

Sustav dobave goriva Wärtsilä 50DF motora podijeljen je na tri dijela. Jedan sustav je za dobavu plina, drugi je za dobavu tekućeg goriva, a treći je za dobavu dizel goriva na pilot-ventil za zapaljenje plinskog goriva u cilindru. Wärtsilä 50DF motor se normalno starta na dizel gorivo, a na plin se prebacuje nakon što se motor stabilizira u radu. Kad motor radi na plinsko gorivo, ukupna potrošnja dizel goriva kroz pilot ventil manja je od 1% ukupne potrošnje goriva pod punim opterećenjem motora. Količina goriva koja ulazi u cilindar motora kroz pilot-ventil podešava se elektronički preko kontrolnog sistema motora. Dizel gorivo se dobavlja na pilot-

ventil i tijekom rada motora na tekuće (dizel ili teško) gorivo, kako bi se osiguralo hlađenje mlaznice. Prirodni plin radi dobave motoru prolazi kroz ventilsku stanicu koja je prikazana na slici 7.



Slika 7. Ventilaska stanica za dobavu plina

3.1 Dobava plina

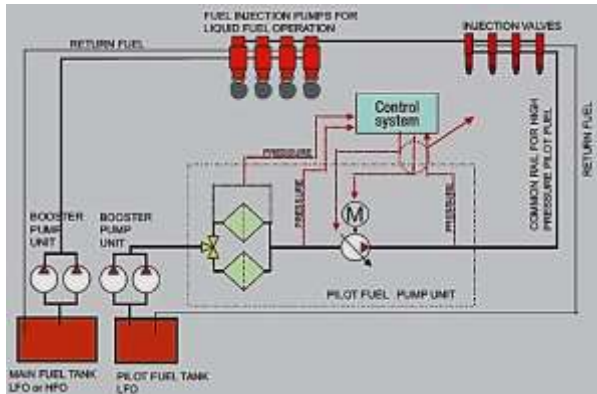
Prirodni plin se dobavlja motoru prolazeći kroz ventilsku stanicu. Prije ulaska u motor, plinsko gorivo se filtrira da se osigura čistoća prije ulaska u cilindre motora. Tlak plina je kontroliran pomoću regulacijskog ventila smještenog u ventilskoj stanici. Tlak dobave plina ovisi o opterećenju motora. Pri punom opterećenju motora tlak plina iznosi 3.9 bara za donju ogrjevnu moć od 36 MJ/m³. Ako je vrijednost donje ogrjevne moći ispod 36 MJ/m³, potrebno je povisiti tlak dobave.

Ovaj sustav opremljen je s ventilima za trenutno zaustavljanje dobave plina te sa sustavom za ventiliranje ventilske stanice u slučaju zaustavljanja. Na samome motoru plin se dobavlja u cilindre kroz zajednički cjevovod smješten uzduž motora. Svaki cilindar ima zasebnu cijev za dobavu koja izlazi iz zajedničkog cjevovoda.

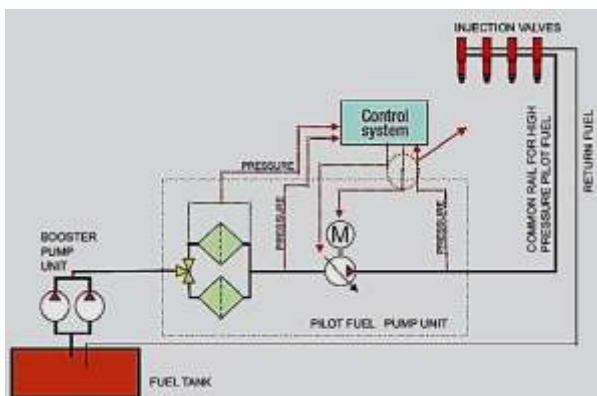
Plinski cjevovod standardno je dizajniran s dvostrukom stijenkom.

3.2 Dobava tekućeg goriva

Dobava tekućeg goriva podijeljena je na dva odvojena sustava. Jedan sustav je za dobavu tekućeg (dizel ili teškog) goriva,



a Slika 8 – Shema sustava dobave goriva kada motor radi na plinsko gorivo



Slika 9 – Shema sustava dobave goriva kada motor radi na tekuće gorivo

drugi je za dobavu dizela kroz pilot-ventil. Vrijeme i dužina otvaranja pilot-ventila regulirana je i kontrolirana elektronički. Tlak dizel goriva koje se uštrcava u cilindar motora kroz pilot-ventil iznosi oko 900 bara. Sustav za dobavu dizel goriva pilot-ventilu je odvojen od sustava za dobavu tekućeg goriva motoru, kao što je prikazano na slici 8. Tekuće gorivo se dobavlja motoru pomoću pumpe goriva privještene na brega-

stu osovinu.

4. Sustav hlađenja motora

Wärtsilä 50DF motor ima fleksibilan sustav za hlađenje, koji je dizajniran za optimalan rad pri različitim uvjetima hlađenja. Rashladni sustav ima dva odvojena kruga rashladne vode - visoke i niske temperature rashladne vode. Motor je opremljen s dvije pumpe, jedna za temperaturni krug toplije, a druga za krug hladnije rashladne vode. Obje pumpe su preko odgovarajućih zupčanika pogonjene preko samog motora. Krug toplije rashladne vode hladi košuljice i glave cilindara, dok krug hladnije rashladne vode služi za hlađenje sustava ulja za podmazivanje motora. Ovi krugovi rashladne vode spojeni su na odgovarajuće dijelove dvostupanjskog rashladnika zraka.

5. Sustav podmazivanja motora

Wärtsilä 50DF motor ima ugrađenu uljnu pumpu za podmazivanje, koja je pogonjena preko zupčanika motora. Pumpa mora osigurati podmazivanje cijeloga motora. Ulje za podmazivanje se filtrira upapimatim ulošcima filtra i separira se u centrifugalnim filtrima koji su ugrađeni u motoru. Odvojeni sustav za pretpodmazivanja se koristi prije startanja motora. Pumpa pretpodmazivanja je pogonjena pomoću elektromotora. Kada se motor starta, pumpa za pretpodmazivanje se automatski zaustavlja, a glavna pumpa ulja preuzima funkciju podmazivanja motora. U sustav podmazivanja motora još je ugrađen i dodatni filter ulja, prije ulaza ulja u glavne ležajeve motora.

6. Dijelovi motora

6.1 Raspršivač goriva

Raspršivač goriva, Wärtsilä 50DF motora ima na vrhu dvije mlaznice za ubrizgavanje goriva. Veća mlaznica se koristi kada motor radi na tekuća goriva (dizel ili teško), a manja mlaznica se koristi tijekom rada motora na plinsko gorivo, ali i tijekom rada motora na tekuća goriva radi hlađenja mlaznice. Uštrcavanje goriva kroz manju mlaznicu pilot-ventila elektronički je kontrolirano, a ubrizgavanje tekućeg goriva kroz raspršivač kontrolirano je hidromehanički. Svaki cilindar ima ugrađen magnetski ventil za ubrizgavanje dizel goriva kroz pilot-ventil, koji je individualno kontroliran da uvijek ima optimalan vremenski period za otvaranje i zatvaranje pilot-ventila i optimalno trajanje dobave dizela kada motor radi na plin. Količina dušika u ispušnim plinovima motora



Slika 10. Raspršivač goriva

direktno ovisi o količini dizel goriva ubrizganog u cilindre motora kroz pilot-ventil. Dizajn ovog motora omogućava nisku vri-jednost dušika prilikom stabilnog rada motora. Ovaj način izgaranja mora biti u cijelosti pojedinačno kontroliran za svaki cilindar.

Kako ovaj ventil može vremenski biti neovisan od usisnog ventila, cilindar može biti propuhan i očišćen bez rizika da će se

zagaditi s ispušnom plinovima. Samostalni ulaz plina kao goriva osigurava ispravan omjer zraka i goriva i daje optimalne radne uvjete s obzirom na učinkovitost i emisiju ispušnih plinova. Isto tako omogućuje pouzdan rad motora bez zaustavljanja, lupanja ili nepravilnog izgaranja u cilindrima. Ventil za dobavu plina ima kratak hod i izrađen je od specijalnog kvalitetnog materijala, što mu omogućava dug radni vijek i duge intervale između održavanja.

6.3 Visokotlačna pumpa goriva

Wärtsilä 50DF motor koristi dobro dokazane konvencionalne visokotlačne pumpe za ubrizgavanje tekućih goriva. Ova pumpa izdržava velike tlakove tijekom rada motora i ima ugrađen ventil za održavanje konstantnog tlaka, kako bi se izbjegla kavitacija. Pumpa je spremna za rad u svako doba i bez problema preuzima rad ako motor u radu prelazi s plinskog goriva na tekuće. Klip pumpe je napravljen od materijala koji je otporan na habanje.

6.4 Visokotlačna pumpa za dobavu dizel goriva na pilot-ventile

Dobavna pumpa pogonjena je pomoću motora preko bregaste osovine, a visokotlačna pumpa s elektromotorom. VT pumpa prima signal za ispravan odlazni tlak goriva iz kontrolne jedinice motora i samostalno postavlja i održava tlak na potrebnoj razini te prenosi prevladavajući tlak goriva na upravljački sustav motora. Pod visokim tlakom gorivo je dostavljeno svakom cilindru kroz zajednički cjevovod („**common rail**“ sustav), koji djeluje kao akumulator tlaka i prigušivač pulsirajućeg tlaka u tom sustavu. Sustav dizel goriva za pilot-ventile ima dvostruki cjevovod s

ugrađenim alarmom, što omogućava brzu detekciju u slučaju curenja goriva.

6.5 Klip i prsten klipa motora

Klipovi su izrađeni od nodularnog ljevanog željeza s time da im je vrh (kruna) napravljen od kovanog čelika, pa im je trenje nisko. Sam dizajn je prilagođen za motor ove veličine, a uključuje brojne inovativne pristupe



Slika 11 – Presjek klipa i košuljice cilindra

Dugi vijek klipova se dobio pomoću Wärtsiläinih patentiranih sustava za podmazivanje klipa i njegove krune. Klipni prstenovi u Wärtsilä 50DF motoru su optimalni s obzirom na funkcionalnost i učinkovitost. Najopterećeniji dio klipa su klipni prstenovi, koji se uslijed trenja najviše i troše. Nalaze se na kruni klipa; dva prstena su kompresijska, a treći je uljni. Svaki prsten je dimenzioniran na način da kvalitetno

obavi svoj zadatak. Ovaj koncept s tri prstena se dokazao kroz svoju djelotvornost tijekom rada u ranijim Wärtsilä motorima.

6.6 Glava cilindra motora



Slika 12 – Glava cilindra motora

Glava cilindra motora pričvršćena je pomoću četiri vijka za blok cilindra motora. Pri visokim tlakovima u cilindru motora, glava cilindra je dokazala svoju superiornost, osobito pri velikim i dinamičnim napreznjima. Pouzdana je i jednostavna za održavanje. Osim toga, s ovom vrstom glava cilindra motora može se izvesti veća učinkovitost usisnih i ispušnih kanala. Sustav rashladne vode je optimiziran da osigura odgovarajuće hlađenje ispušnih ventila te samih glava cilindra motora i raspršivača goriva.

Ovakav sustav rashladne vode smanjuje toplinska naprezanja i jamči nisku temperaturu ispušnih plinova iz motora. Tijekom rada motora, oba ventila, i usisni i ispušni, rotiraju, čime se postiže ujednačeno toplinsko i mehaničko naprezanje.

6.7 Košuljica cilindra motora



Slika 14 – Košuljica cilindra motora

Košuljica cilindra je dizajnirana na temelju opsežnog iskustva iz tribologije i otpornosti na trošenje, koje se steklo tijekom mnogih godina pionirskog rada u dizajnu dizelskih motora.

Tribologija je znanost o interakciji površina u relativnom gibanju, a studije se provode o trenju, trošenju, podmazivanju i dizajnu košuljica, ležajeva, itd.

Košuljice je potrebno pravilno hladiti da bi se deformacije svele na minimum.

Materijal i površine košuljice cilindra su brušene strukture i moraju biti izrađene od materijala maksimalno otpornih na trošenje. Prsten protiv poliranja je ugrađen u gornjem dijelu košuljice cilindra i služi da minimizira rizik trošenja košuljice cilindra, a

isto tako i da tijekom rada motora osigura minimalnu potrošnju ulja za podmazivanje košuljice cilindra.

6.8 Ojnica

Ojnica je dizajnirana iz tri dijela i snagu nastalu prilikom izgaranja u cilindrima motora ravnomjerno raspodjeljuje na ležajeve motora. Pomicanja između površi-



Slika 15– Ojnica

na materijala su svedena na minimum. Na ojnica se može napraviti remont bez rastavljanja letećih ležajeva i isto tako inspekcija letećih ležajeva se može napraviti bez rastavljanja ojnica. Dizajn u tri dijela smanjuje i ukupnu težinu.



Slika 14 – Ojnica u tri dijela

Kučiste letećih ležajeva stegnuto je pomoću hidraulike, čime su ležajevi zaštićeni od korozije.

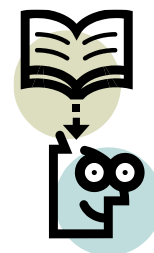
8. Tehničke karakteristike Wärtsilä 50DF motora – V tipa (vidi tablice 1 & 2)

9. Zaključak

Wärtsilä 50 DF motori pogodni su za širok raspon primjene. Zahvaljujući fleksibilnosti u pogledu tri različite vrste goriva koje koriste te širokom rasponu snaga koje pokrivaju savršeno se uklapaju kao motori koji mogu biti instalirani i optimirani za kontinuirane i promjenjive brzine agregata. Nadalje, kompaktan i modularni dizajn Wärtsilä 50DF motora pruža savršenu priliku za uštedu prostora pogotovo u manjim aplikacijama kao što su glavni propulzijski strojevi na manjim teretnim brodovima, trajektima ili tegljačima. Mogućnost rada s više vrsti goriva pruža nove mogućnosti tih strojeva za primjenu na različitim plovilima.

Na većim plovilima, tankerima, platformama za istraživanje i vađenje nafte i plina, ovakvi motori uglavnom se ugrađuju za proizvodnju električne energije.

Tehnologija izgaranja s tri različita goriva, donosi izvrsne pogodnosti za brodoglasnike i operatore. Kako je već rečeno, Wärtsilä 50DF motori rade na „leanburn“ principu gdje mješavina zraka i plina u cilindru sadrži više zraka nego što je potrebno za potpuno izgaranje. Ovakvo siromašno izgaranje smanjuje vršne temperature i emisije dušikovih i sumpornih spojeva u atmosferu.



Tablica 1 (za V tip motora)

Wärtsilä 50DF		Rad motora na	
		Plinsko gorivo	Dizel ili teško gorivo
Broj okretaja	rpm	514	
Izlazna snaga	kW	11700	
Dijametar cilindra	mm	500	
Hod klipa	mm	580	
Tlakovi u cilindru	Mpa (bar)	2.0 (20.0)	
Brzina klipa	m/s	9.9	
Sustav dobave zraka			
Protok pri opterećenosti od 100%	kg/s	18.3	22.5
Maksimalna temperatura na ulazu u turbopuhalo	°C	45	
Temperatura na izlazu iz rashladnika zraka	°C	45	50
Sustav ispušnih plinova			
Protok pri opterećenosti od 100%	kg/s	18.8	23.1
Protok pri opterećenosti od 75%	kg/s	14.2	17.9
Protok pri opterećenosti od 50%	kg/s	10.8	12.7
Temperatura poslije turbopuhala pri opterećenju od 100%	°C	373	343
Temperatura poslije turbopuhala pri opterećenju od 75%	°C	424	352
Temperatura poslije turbopuhala pri opterećenju od 50%	°C	426	385
Maksimalni povratni tlak	kPa (bar)	4 (0.04)	
Potrošnja goriva			
Ukupna potrošnja goriva pri opterećenosti od 100%	kJ/kWh	7300	
Ukupna potrošnja goriva pri opterećenosti od 75%	kJ/kWh	7620	
Ukupna potrošnja goriva pri opterećenosti od 50%	kJ/kWh	8258	
Potrošnja plina pri opterećenosti od 100%	kJ/kWh	7258	
Potrošnja plina pri opterećenosti od 75%	kJ/kWh	7562	
Potrošnja plina pri opterećenosti od 50%	kJ/kWh	8153	
Potrošnja tekućeg goriva pri opterećenosti od 100%	g/kWh	1	189
Potrošnja tekućeg goriva pri opterećenosti od 75%	g/kWh	1.5	192
Potrošnja tekućeg goriva pri opterećenosti od 50%	g/kWh	2.4	204
Sustav dobave plina			
Minimalni tlak plina prije ulaska u motor	kPa (bar)	475 (4.75)	
Minimalni tlak plina prije ulaska u ventilsku stanicu	kPa (bar)	555 (5.55)	
Temperatura plina prije ulaska u ventilsku stanicu	°C	0...60	
Sustav dobave tekućeg goriva			
Tlak prije visokotlačnih pumpi	kPa (bar)	800 ±50 (8±0.5)	
Viskozitet teškog goriva prije ulaska u motor	cSt		16...24
Maksimalna temperatura teškog goriva prije ulaska u motor	°C	140	
Viskozitet dizel goriva prije ulaska u motor	cSt	2.8	
Maksimalna temperatura dizel goriva prije ulaska u motor	°C	45	
Viskozitet dizel goriva pilot ventila prije ulaska u motor	cSt	2...11	
Tlak dizel goriva pilot ventila prije ulaska u motor	kPa (bar)	400...800 (4...8)	
Tlak dizel goriva iza pilot ventila prije ulaska u motor	kPa (bar)	80 (0.8)	

Tablica 2 (za V tip motora)

Wärtsilä 50DF		Rad motora na	
		Plinsko gorivo	Dizel ili teško gorivo
Sustav podmazivanja			
Tlak ulja prije ležajava	kPa (bar)	400 (4.0)	
Tlak poslije pumpe ulja	kPa (bar)	800 (8.0)	
Temperatura ulja prije ležajava	°C	63	
Temperatura ulja na izlasku iz motora	°C	78	
Kapacitet glavne pumpe ulja pogonjene motorom	m ³ /h	221	
Protok ulja kroz motor	m ³ /h	170	
Kapacitet pumpe pretpodmazivanja	m ³ /h	65	
Potrošnja ulja pri opterećenju od 100%	g/kWH	0.5	
Protok ulja iz kartera pri opterećenju od 100%	l/min	2600	
Količina ulja u regulatoru brzine okretaja	l	6.2	
Sustav toplije rashladne vode			
Normalni tlak rashladne vode u motoru poslije pumpe	kPa (bar)	250 (2.5)	
Maksimalni tlak rashladne vode u motoru poslije pumpe	kPa (bar)	480 (4.8)	
Izlazna temperatura	°C	91	
Kapacitet pumpe rashladne vode	m ³ /h	270	
Ukupni pad tlaka rashladne vode u motoru	kPa (bar)	50 (0.5)	
Maksimalni pad tlaka rashladne vode izvan motora	kPa (bar)	150 (1.5)	
Tlak u ekspanzionom tanku	kPa (bar)	70...150 (0.7...1.5)	
Volumen rashladne vode u motoru	m ³	1.7	
Sustav hladnije rashladne vode			
Normalni tlak rashladne vode u motoru poslije pumpe	kPa (bar)	250 (2.5)	
Maksimalni tlak rashladne vode u motoru poslije pumpe	kPa (bar)	440 (4.4)	
Temperatura rashladne vode prije motora	°C	38	
Temperatura rashladne vode poslije motora	°C	25	
Kapacitet pumpe rashladne vode	m ³ /h	270	
Ukupni pad tlaka rashladne vode u rashladniku zraka	kPa (bar)	30 (0.3)	
Maksimalni pad tlaka rashladne vode	kPa (bar)	200 (2.0)	
Tlak u ekspanzionom tanku	kPa (bar)	70...150 (0.7...1.5)	
Sustav zraka za upućivanje motora			
Nominalni tlak	kPa (bar)	3000 (30)	
Minimalni tlak zraka za upućivanje motor kod 20 °C	kPa (bar)	1000 (10)	
Minimalni tlak u spremniku zraka za upućivanje	kPa (bar)	1800 (18)	
Potrošnja zraka pri ručnom upućivanju	Nm ³	6	
Potrošnja zraka pri automatskom upućivanju	Nm ³	7.2	

LITERATURA :

- 1] B. Thijssen (2004). *Dual-Fuel-Electric LNG Carrier Propulsion*. Wärtsilä Ship Power Solution, Finland.
- [2] Wärtsilä Land & Sea Academy (2008). *Engine W50DF Operation Advanced*. Wärtsilä Network, Korea.
- [3] Wärtsilä Land & Sea Academy (2013). *Training programme catalogue*. Wärtsilä Corporation, Finland
- [4] Wärtsilä Land & Sea Academy (2013). *LNG Systems*. Wärtsilä Oil and Gas Solution, Finland



DOKTORIRAO mr. ANTE MRVICA

S velikim zadovoljstvom objavljujemo da je mr. Ante Mrvica 28. travnja 2015. na Pomorskom fakultetu Sveučilišta u Rijeci obranio doktorskú disertaciju pod naslovom

„Racionalizacija pomorskog povezivanja kopna i otoka te otoka međusobno u Republici Hrvatskoj“

i time stekao akademski stupanj doktora znanosti iz znanstvenog područja tehničkih znanosti, znanstvenog polja tehnologije prometa i transporta. Ovim činom je Ante Mrvica završio poslijediplomski sveučilišni studij „Pomorstvo, smjer Logistika i menadžment u pomorstvu i prometu“. Doktorskú disertaciju branio je pred povjerenstvom kojeg su sačinjavali: dr. sc. Pančo Ristov, docent Pomorskog fakulteta u Splitu - predsjednik povjerenstva, zatim dr. sc. Pavao Komadina, redoviti profesor Pomorskog fakulteta u Rijeci - mentor, te dr. sc. Alen Jugović, izvanredni profesor Pomorskog fakulteta u Rijeci - komentor.



U ovoj doktorskój disertaciji se istražuje pomorski putnički promet na Jadranu i svi bitni činitelji koji utječu na povezivanje otoka sa kopnom i otoka međusobno. U disertaciji se analiziraju sve putničke linije na Jadranu i to posebno za svaku primorsku županiju te se na kraju daje analiza i ocjena stanja pomorskog putničkog brodarstva i luka na hrvatskom dijelu Jadrana.

Republika Hrvatska ima suverenitet nad ukupno 31.757 km² obalnog područja što čini preko 50% površine njenog kopnenog dijela. Tome treba dodati i površine epikontinentalnog pojasa i zaštićeni ekološko-ribolovni pojas. Tu se nalaze i 1.242 otoka, otočića i grebena. Samo je 49 naseljenih otoka, a na njima živi ukupno oko 130 tisuća stanovnika.

Dakle, povezanost otoka i kopna predstavlja osnovu opstanka otočkog stanovništva kao i osnovu cjelokupnih demografskih i gospodarskih kretanja u smislu održivog razvoja i života na otocima, daljnjeg razvoja otoka te sprječavanja dugogodišnjeg odljeva tog stanovništva. Danas su veliki jadranski otoci vrlo dobro povezani i to u više vidova pomorskog prijevoza i s većim brojem putovanja. Povezanost manjih otoka s malim brojem stanovnika kao i povezanost otoka međusobno

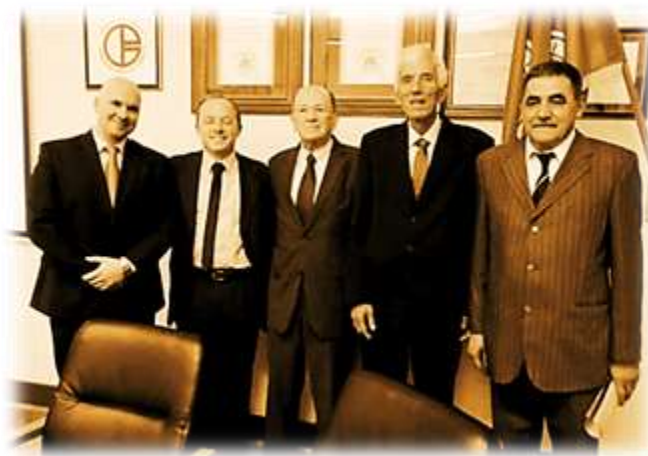
izrazito je nedovoljna te predstavlja bitan ograničavajući čimbenik njihova razvoja. Putnički promet na Jadranu uglavnom je sezonskog karaktera te se glavnina prometa odvija tijekom ljetnih mjeseci turističke sezone kada su otoci odgovarajuće povezani sa kopnom velikim brojem linija, bilo trajektnih ili brzobrodskih. Budući da su otoci uglavnom povezani samo s užim krugom bližih otoka koji leže na plovnim putovima, međuotočna povezanost je nedovoljna.

Značajan iskorak u odvijanju trajektnog prometa je izgradnja osam trajekata u domaćim brodogradilištima koji su znatno većih kapaciteta od prethodnih, što je doprinijelo učinkovitosti u pomorskom putničkom prijevozu. Međutim, brz rast pomorskog prometa ne prate lučke i lučka infrastruktura te se u tom dijelu javljaju određene poteškoće.

S obzirom na navedeno u disertaciji su sagledani svi bitni elementi koji utječu na odvijanje pomorskog prometa i to: lučke, rute plovidbe, linije te vrste i tipovi plovila uvažavajući područje plovidbe i vremenske uvjete. Temeljem navedenih spoznaja predložene su optimalne veličine i tipovi brodova koji bi trebali doprinijeti što učinkovitijoj povezanosti kopna i otoka i otoka međusobno te je u radu predložen i model njihove racionalnije i efikasnije prometne povezanosti.

Sadržaj doktorske disertacije, tj. analiza problematike, rezultati istraživanja i prijedlozi za rješavanje prezentirani su u više međusobno povezanih dijelova, a to su:

Uvod; Teorijske značajke pomorskog putničkog prometa; Analiza pomorskog putničkog prometa; Komparativna analiza stanja pomorske putničke povezanosti kopno – otok i otoci međusobno u Republici Hrvatskoj; Pravni okvir odvijanja pomorskog putničkog prijevoza u Republici Hrvatskoj; Prijedlog novog modela pomorskog povezivanja kopna i otoka te kopna međusobno u Republici Hrvatskoj; Procjena uspješnosti modela povezivanja otoka međusobno na primjeru Splitsko-dalmatinske županije - gdje se preispituje odabir metode višekriterijske analize za izbor odgovarajuće veličine i tipova plovila koji povezuju otoke i kopno te otoke međusobno. Završno, u Zaključku sustavno su prezentirani rezultati znanstvenog istraživanja, a kojima je dokazana postavljena hipoteza i pomoćne hipoteze.



A sada malo o Anti Mrvici kao osobi. Mnogim ljudima on je poznat po svojim dnevnim izvještajima preko medija o stanju pomorskog putničkog prometa. No mnogi ne znaju da ovaj odgovorni i savjesni službenik dok većina ljudi spava svako jutro rano ustaje i na svom radnom mjestu djeluje dok ne padne mrak. Kako i sam kaže „More i ljudi su moj život“. Sve to na uštrb svoje obitelji, supruge Ljilje i 22-godišnje kćerke koja uskoro završava studij na Ekonomskom fakultetu u Splitu. Stoga, posebnu zahvalnost Ante iskazuje svojoj obitelji, a osobito supruzi Ljiljani na pruženoj pomoći, strpljenju i odricanjima tijekom proteklih godina i posvećuje joj svoju doktorskú disertaciju.

Rođio se 21/08/1952 u Žirju - na najudaljenijem naseljenom otoku šibenskog otočja. Osnovnu i srednju školu završava u Šibeniku, a zatim se otiskuje na more. Dvije godine plovi na našim brodovima i 14 godina na stranim brodovima u dugoj plovidbi. 1986. godine upisuje se na Pomorski fakultet u Splitu, gdje 1989. diplomira „VI. stupanj studija“ na brodstrojarskom odjelu i nastavlja studirati „VII. stupanj“. Godine 1990. položio je ispit „Pomorskog strojara I. klase“ i stječe zvanje „Upravitelja stroja neograničene snage“ (preko 3.000 kW). Posjeduje važeću pomorsku knjižicu i sve potrebne certifikate prema STCW konvenciji. 1991. godine diplomira na brodstrojarskom odjelu Pomorskog fakulteta u Splitu i stiče zvanje „Dplomiranog inženjera strojarstva“. 1992. godine na Pomorskom fakultetu u Splitu upisuje studij – smjer „Pomorska nautika“. 1992./1993. na Pomorskom fakultetu u Rijeci upisuje poslijediplomski magistarski studij za znanstveno usavršavanje, a 1995. godine na istom fakultetu diplomirao je „VI. stupanj“ i stekao zvanje „Inženjera pomorskog prometa - smjer Nautika“. Godine 2004. na Pomorskom fakultetu u Splitu upisuje stručni poslijediplomski studij „Pomorski menadžment“ te 2008. godine diplomira na temu „Povezivanje srednjodalmatinskih otoka sa Splitom“ i stječe zvanje „Magistra pomorskog prometa – smjer Pomorski menadžment“. Akademske godine 2007/2008 na međusveučilišnom doktorskóm studiju u Rijeci upisuje poslijediplomski doktorski studij smjer „Pomorstvo“ gdje postupno polaže sve ispite i 28. travnja 2015. uspješno brani temu doktorskog rada „Racionalizacija pomorskog povezivanja kopna i otoka te otoka međusobno u RH“.

U Jadroliniji je zaposlen od 1990. godine na radnom mjestu tehničkog inspektora, a od 1995. godine na radnom mjestu „Koodinatora plovnoг područja Split“. Od uvođenja brzobrodskih linija 1998. godine imenovan je odgovornom osobom za opoziv putovanja matične luke Split. Dva puta je bio član nastavnog tima i držao predavanja prema STCW konvenciji u cilju izobrazbe pomoraca za stjecanje zvanja za rukovanje i upravljanje brzim plovilima. Uprava Jadrolinije 2007. ga je imenovala i koodinatorom za obavljanje prakse na brodovima Jadrolinije studenata Pomorskog fakulteta u Splitu kao i učenika Pomorske škole u Splitu. S Lučkom kapetanijom u Splitu sudjeluje u brojnim praktičnim vježbama studenata Pomorskog fakulteta i učenika Pomorske škole i to: Požar na brodu, Požar u strojarnici te Napuštanje broda. Godine 2007. sudjeluje na Međunarodnom savjetovanju „Održivi razvoj Jadrana – gospodarjenje lučkim otpadom“. Dobitnik je „Plakete Pomorskog fakulteta u Splitu“ za 2010. godinu. Prihvaćen mu je rad za izlaganje na XVII. znanstvenom simpoziju međunarodnih stručnjaka vezanih uz promet „Prometni sustavi 2010.“ održanom u Opatiji 22.-24. travnja 2010. Izlagao je i na „Međunarodnoj multidisciplinarnoj konferenciji o moru, transportu i logistici“ održanoj u Opatiji 22.-24. listopada 2010. godine i to na temu „RFID tehnologija u

kontejnerskom prijevozu“ te „Integriranost Hrvatske u Paneuropski program i mrežu jadranskih moto-putova“. Godine 2015. godine sudjelovao je u izvođenju nastave za rad (D 30) i upravljanje (D 31) na HSC brzim plovilima.

Tijekom svoje karijere dobitnik je mnogih nagrada, priznanja i plaketa u pomorstvu i turizmu na Jadranu. Primjerice, 2005. godine na proslavi Hrvatske turističke zajednice u Cavtatu proglašen je za Najboljeg djelatnika u pomorstvu u Hrvatskoj“ i dobio priznanje „Plavi cvijet s plaketom“. Nominiran je za „Nagradu za životno djelo“ grada Splita 2008. te Splitsko-dalmatinske županije 2012., a 2015. kandidiran je za „Osobnu nagradu grada Splita“ za 2014. Sa posadom trajekta „Tin Ujević“ dobitnik je priznanja „Ponos Hrvatske“ za 2013. Povodom obilježavanja 10 godina osnivanja službe za razvoj i unaprjeđivanja sustava „112“ u RH od državne uprave dobiva 2015. godine „zahvalnicu“.

Godine 1990. postaje članom „Udruge pomorskih strojara Split“ gdje kao član Izvršnog odbora i do danas aktivno sudjeluje u njenom radu.

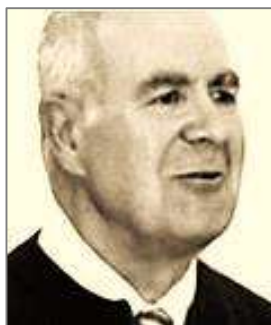
S obzirom na sve navedeno, može se reći da je dr. sc. Ante Mrvica svojim marnim i samoperijegornim djelovanjem na radnom mjestu, a i izvan njega te upornim stručnim i akademskim usavršavanjem stekao ugled vrsnog pomorskog znalca i stručnjaka kakvih rijetko ima u nas, te mu na tome naša Udruga od srca čestita!





In Memoriam

*Obavještavamo sve članove i simpatizere da su nas
nažalost u proteklom razdoblju zauvijek napustili ovi članovi:*



KOLJA ŠANTIĆ (1942. – 2014.)
podupirajući član, preminuo 10/06/2014



ENRIK (RIKE) ROKI (1932. – 2014.)
redovni član, preminuo 16/10/2014



JOŠKO SINGOLO (1935. – 2014.)
redovni član, preminuo 01/12/2014



JAKOV JELAVIĆ – ŠAKO (1932. – 2014.)
redovni član, preminuo 20/12/2014



BORIS TOMIĆ (1928. – 2014.)

redovni član, preminuo 21 / 12 / 2014



RATKO KOVAČEVIĆ (1941. – 2015.)

redovni član, preminuo 07/06/2015

Počivali u miru!

*Njima i svim našim ranije preminulim članovima
posvećujemo stihove ove lijepe pjesme Ante Cetine:*

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 vijkove pjene,

Čas kao živa blistava pruga,

A čas kao zmija srebrna brazda.

I zove da odem, i mene,

i to jedanput za vazda.

