

UDRUGA POMORSKIH STROJARA
SPLIT
MARINE ENGINEERS ASSOCIATION



Ukorak s vremenom



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

6. prosinca 2024.

glasilo br. 69/70



Časopis „UKORAK S VREMENOM“

6. prosinac 2024. glasilo br. 69/70

Izdavač:

UDRUGA POMORSKIH STROJARA – SPLIT
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: (021) 274 337 / (021) 398 981

OIB: 44507975005

Matični broj: 3163300

Žiro-račun: IBAN HR5924070001100579906

ISBN 1332-1307

Za izdavača: dr. sc. Frane Martinić, predsjednik UPSS-a
i Pomorski fakultet u Splitu

Glasilo uređuje:

Uređivački savjet – Toma Gvozdanović, dr. sc. Frane
Martinić, Neven Radovniković

Izvršni urednici i korektori: Toma Gvozdanović i dr. sc.
Frane Martinić

Naslovna stranica: Nastja Radić

Glasilo br. 69/70

Split, 6. prosinca 2024.

Glasilo više ne izlazi u tiskanom obliku, već se objavljuje
na našoj web stranici: www.upss.hr

Počasni članovi udruge:

kap. Mario Babić, dipl. ing.
dr. sc. Tomislav Đorđević-Balzer, dipl. iur.
Stjepko Goić, dipl. ing. str.
Jadran Marinković, novinar
dipl. ing. Damir Roje
Robert Stude, dipl. iur.
Igor Vidić, dipl. ing.

Zaslужni članovi udruge:

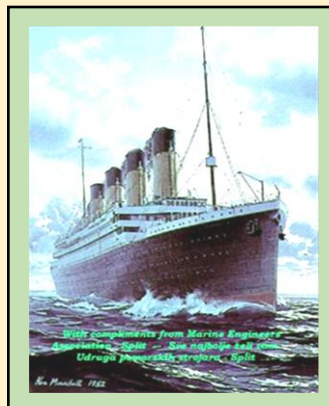
Zlatko Bilić, pom. st. I. klase,
Ivica Jelača, pom. st. I. klase,
Ivan Krolo, pom. st. I. klase,
Gordan Krstulović, pom. st. I. klase

Podupirući članovi udruge:

Aleksandar Alunić, dipl. ing.
Vladimir Bužančić, dipl. ing.
Davor Draganja, dipl. ing.
Valter Frakić, dipl. ing.
Ivica Kartelo, dipl. ing.
Ljerka Lelanović, supruga pok. Vjekoslava Lelanovića
Igor Merdžo, dipl. ing.
Neven Melvan, glavni tajnik SPH
Bruno Šegvić, dipl. ing.

PODUPIRUĆE TVRTKE I USTANOVE

- ✦ **Adria Winch d.o.o. – Split**
- ✦ **Bernhard Schulte Shipmanagement – Split**
- ✦ **BRODOSPAS d.o.o. – Split**
- ✦ **Brodsko upravljanje d.o.o. – Split**
- ✦ **Global Offshore Engineering d.o.o. – Split**
- ✦ **Globtik Express Agency – Split**
- ✦ **Golar Viking Management d.o.o. - Split**
- ✦ **HRVATSKI HIDROGRAFSKI INSTITUT – Split**
- ✦ **HRVATSKI POMORSKI MUZEJ – Split**
- ✦ **HRVATSKI REGISTAR BRODOVA – Split**
- ✦ **JADROPLOV d.d. – Split**
- ✦ **KRILO SHIPPING COMPANY – Jesenice**
- ✦ **PASAT d.o.o. – Split**
- ✦ **PLOVPUT d.o.o. – Split**
- ✦ **Pomorska škola u Splitu**
- ✦ **SPLITSKO-DALMATINSKA ŽUPANIJA – Split**
- ✦ **Sveučilište u Splitu – POMORSKI FAKULTET**
- ✦ **SINDIKAT POMORACA HRVATSKE**
- ✦ **SSM d.o.o. - Split**
- ✦ **Zorović Maritime Services – Rijeka**



SADRŽAJ

Str.:

1 – 7	PRVE STRANICE
3	Impressum
4 – 5	Sadržaj
6 – 7	Uvodna riječ
8 – 19	NOVOSTI IZ POMORSKOG I TEHNIČKOG SVIJETA
8	Wärtsilä je ugradila osovinski generator na brodu za rasuti teret
9 – 10	Wärtsilä sustav pogona na amonijak i sustav rukovanja teretom odabrani su za još dva EXMAR-ova broda u Hyundai Mipo Dockyards
10 – 11	Damen porinuo potpuno električni tegljač
11 – 12	OOCL smanjuje emisije upotrebom biogoriva
12 – 13	Teglenica koja usisava ispušne plinove za hvatanje brodskih emisija u luci Los Angelesa
13 – 14	LNG brod s nuklearnim pogonom nudi brže prijevoze bez emisija
15 – 37	U ŽARIŠTU POZORNOSTI
15 – 16	Osaka Gas i MHI udružuju se kako bi vizualizirali trgovanje CO ₂
16 – 17	Quest One i MAN otvaraju novi vodikov Gigahub u Hamburgu
18	Maersk se strateški okreće LNG-u
19 – 20	Peninsula stavlja ukapljeni prirodni plin u središte LNG strategije
20 – 21	Tehnologija kreiranja amonijaka dobiva načelno odobrenje LR-a
21 – 22	Prvi Caterpillarovi motori na metanol koji će biti postavljeni 2026.
22	PowerCell izvješćuje o velikoj narudžbi za svoje brodske gorivne članke
23	MAN razvija motor na amonijak za srednje brze brodske primjene
24 – 25	Grčki brodovlasnici uložili milijarde u brodove za prijevoz plina
26	BIMCO prihvaća FuelEU pomorsku klauzulu
27 – 30	LIKOV I ISTAKNUTIH POMORSKIH STROJARA
27 – 28	Boris Matošić
29 – 30	Oskar Magazinović
31 – 33	IZ POVIJESTI UDRUGE
	Igor Belamarić
31 – 33	Novi srednjohodni motori u brodskoj strojarnici
	Boris Abramov (posthumno)
34 – 51	ENTROPIJA (II. DIO)
	Živoje Krstulović - Opara
52 – 54	BUĐUĆA GORIVA BRODSKIH MOTORA
	Tonči Munitić
55 – 62	UTJECAJ VAKUUMA U GLAVNOM KONDENZATORU NA ENERGETSKU UČINSKOVITOST TURBINE

63 - 75

Tino Sumić i Petra Drašković
UREĐAJI ZA SNIMANJE INDIKATORSKOG DIJAGRAMA

76 - 87

IZ BRODSKE PRAKSE

Neven Radovniković
Problemi u sustavu pilot goriva na motorima Wärtsilä DF

88 - 89

IZ POMORSKOG ŽIVOTA

Dinko Poduje
Iz života na brodu – plovidba s američkim piscem Alexom Halayem

90 - 111

IZ RADA UDRUGE

Frane Martinić

- 90 Stručna predavanja Nevena Radovnikovića na temu „Sustav uplinjavanja ukapljenog prirodnog plina na plovnoj jedinici za skladištenje i uplinjavanje“
- 91 Sudjelovanje na Cruise seminaru
- 92 Sudjelovanje na 5. i 6. sjednici Središnjeg odbora SPH
- 92 Sudjelovanje na konferenciji „Žene i more“
- 93 Dan karijera 2024 na Pomorskom fakultetu u Splitu
- 93 Sudjelovanje na svečanosti 60. Plava vrpca Vjesnika
- 94 Polaganje vijenca ispod spomen svjetionika „Pomorac“
- 94 – 96 Novi podupirući članovi UPSS

97

IN MEMORIAM

98

POEZIJA O MORU
More, ti mi život značiš



Uvodna riječ

Poštovane kolege, dragi brodstrojari i čitatelji,

Prošla je 91 godina od osnutka naše udruge. Udruga pomorskih strojara – Split i Sindikat pomoraca Hrvatske organizirali su za pomorske strojare, stručnu javnost, studente i nastavnike dva stručna predavanja na temu „Sustav uplinjavanja ukapljenog prirodnog plina na plovnoj jedinici za skladištenje i uplinjavanje“. Predavač je bio upravitelj stroja Neven Radovniković. Prvo predavanje održano je u siječnju na Pomorskom fakultetu u Rijeci, a drugo u ožujku na Pomorskom odjelu Sveučilišta u Zadru. Isto tako u organizaciji Udruge Neven Radovniković je održao predavanja na istu temu u studenome ove godine na Studiju Vojnog pomorstva u Lori i na splitskom Fakultetu elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje.

Nastavljena je dosadašnja suradnja s podupirućim tvrtkama i ustanovama, a to su: Bernhard Schulte Shipmanagement – Split, Brodospas – Split, Brodsko upravljanje – Split, Coolco – Split, Global Offshore Engineering – Split, Globtik Express Agency – Split, Hrvatski hidrografski zavod – Split, Hrvatski pomorski muzej – Split, Hrvatski registar brodova – Split, Jadroplov – Split, Krilo Shipping Company – Krilo Jesenice, Pasat – Split, Plovput – Split, Pomorski fakultet u Splitu, Sindikat pomoraca Hrvatske, Splitsko-dalmatinska županija, SSM – Split i Zorović Maritime Services – Rijeka. Tvrtka Adria Winch – Split prepoznala je vrijednost našeg rada, pa je započeta suradnja.

Nakon dugog niz godina uspostavili smo suradnju s Pomorskom školom u Splitu pod vodstvom nove ravnateljice prof. Mirele Žižić.

U veljači su predstavnici Udruge G. Krstulović, Š. Naranča i F. Martinić bili u posjetu kod direktora Jadroplova kap. Ivana Pavlovića te dobili usmenu potvrdu da Udruga i dalje može koristiti prostorije u kojima se sada nalazi.

Jadroplov je predložio Udrugu za dobivanje Skupne nagrade grada Splita za 2023. godinu, a potporu za nagradu su potpisali i HRB, Brodospas i SPH, međutim nagradu dobili nismo.

U svibnju su Š. Naranča i F. Martinić bili kod župana SDŽ gosp. Blaženka Bobana, te razgovarali na temu pomorskih strojara i naše obljetnice 90. godina od osnutka. Predali smo i dokumentaciju za Skupnu nagradu SDŽ za 2024., ali nagradu nismo dobili.

Pripremili smo i poslali dokumentaciju za natječaje Pomorskog fakulteta u Splitu i Splitsko-dalmatinske županije te smo dobili manja sredstva za izdavanje stručnog časopisa „Ukorak s vremenom“.

Dovršena je Monografija: „Udruga pomorskih strojara – Split 1933 – 2023“ čija se objava očekuje do svibnja 2025.

Donosimo dvobroj časopisa "Ukorak s vremenom" broj 69-70 uz vrijedan rad uređivačkog odbora (Toma Gvozdanović i Frane Martinić). Novi broj časopisa, donosi niz zanimljivosti iz svijeta u rubrikama "Novosti iz pomorskog i tehničkog svijeta" i "U žarištu pozornosti". U rubrici "Likovi istaknutih pomorskih strojara" donosimo životopise dvoje ljudi (Boris Matošić i Oskar Magazinović) koji su u proteklim godinama svojim radom i zalaganjem doprinijeli pomorstvu i Udruzi pomorskih strojara – Split. Rubrika „Iz povijesti Udruge“ prenosi članak u originalu koji je još uvijek aktualni u današnjem brodstrojarstvu. Ovaj članak objavljen je u časopisu „Vjesnik“, saveza udruženja pomorskih strojara iz 1986. godine, pa tako Igor Belamarić piše o novim srednjehodnim motorima u brodskoj strojarnici. Posthumno Boris Abramov potpisuje II. dio članaka s naslovom: „Entropija“, a Živoje Krstulović – Opara piše članak o budućim gorivima brodskih motora. U časopis su uvršteni članci Tončija Munitića „Utjecaj vakuuma u glavnom kondenzatoru na energetske učinkovitost turbine“ i Tina Sumića „Uređaji za snimanje indikatorskog dijagrama“. Slijedi članak u rubrici „Iz brodske prakse“ koji potpisuje Neven Radovniković. Rubrika „Oz života na brodu“ donosi članak o plovidbi s američkim piscem Alexom Halayem. Predsjednik Udruge donosi pregled aktivnosti u kojima su sudjelovali članovi Udruge u proteklom razdoblju te pri kraju časopisa možete pročitati izvještaj o radu Udruge za 2024. godinu. Nažalost i ovaj broj časopisa ima rubriku „In memoriam“. Časopis završava rubrikom „Poezije o moru“ u kojoj je poznata pjesma Slobodana Kovačevića „More, ti mi život značiš“.

Za pisanje stručnih članaka za naš časopis potrebna je aktivnost svih članova, pa Vas pozivam da članke iz struke pošaljete uredništvu časopisa na mail adresu Udruge ili donesete osobno u tajništvo Udruge četvrtkom od 18:00 do 20:00 sati na adresu Dražanac 3A u Splitu.

Na internet stranici Udruge pomorskih strojara – Split (www.upss.hr) nalaze se sve informacije vezane za rad i djelovanje Udruge, te časopise koje izdajemo u PDF formatu.

Poštovane kolege, dragi brodstrojari i čitatelji, Vama i vašim obiteljima čestitam dan svetoga Nikole, zaštitnika pomoraca. Želim Vam puno zdravlja, sreće i ljubavi, blagoslovljen Božić, te Sretnu Novu 2025. godine.

Predsjednik Udruge
dr. sc. Frane Martinić
upravitelj stroja

Wärtsilä je ugradila osovinski generator na brodu za rasuti teret

Finska tvrtka za pomorsku tehnologiju Wärtsilä priopćila je u veljači 2023. da je naknadno opremila sustav generatora s osovinom na brodu za rasuti teret „Berge Toubkalu“ u vlasništvu singapurske tvrtke Berge Bulk prvi put u pomorskoj industriji. „Ovo je prva rekonstrukcija osovinskog generatora u pomorskoj industriji, a njegov uspješan završetak poboljšat će indeks energetske učinkovitosti postojećeg broda dok će se smanjiti ukupno ispuštanje ugljikovih spojeva“, rekao je Wärtsilä.

Sustave osovinskih generatora na brodovima pokreće glavni motor za opskrbu električnom energijom, čime se štedi gorivo i smanjuju emisije štetnih plinova. Dimenzionirani su tako da eliminiraju potrebu za upravljanjem pomoćnim motorima dok su na moru.

„Berge Bulk se obvezao u industriji da smanji ispuštanje ugljikovih spojeva puno prije plana IMO-a, a mi sada instaliramo najnovije tehnologije za uštedu goriva, poput osovinskih generatora, zračnog podmazivanja ili pogona vjetrom na našim plovilima“, kaže tehnički direktor Paolo Tonon: „Wärtsilä ima dokazane rezultate i jedan je od vodećih na tržištu u sustavima osovinskih generatora i električnim integracijama.“

Prema Wärtsilä-i, naknadno ugrađeni osovinski generator opskrbljivat će napajanje sustavom zračnog podmazivanja instaliranim u isto vrijeme. Sustav uključuje Wärtsilä upravljački sustav, kao i pretvarač koji omogućava generatoru da radi u širokom rasponu okretaja u minuti. Postojeće međuvratilo i ležajevi zamijenjeni su kako bi se prilagodili povećanoj težini.



Slika: Osovinski generator ulazi u „Berge Toubkal“ u suhom doku

Izvor:

<https://www.marinelink.com/news/wrtsil-berge-bulk-marine-industrys-502752>

Wärtsilä sustav pogona na amonijak i sustav rukovanja teretom odabrani su za još dva EXMAR-ova broda u Hyundai Mipo Dockyards

Wärtsilä Gas Solutions (WGS), dio tehnološke grupe Wärtsilä, isporučit će sustave za opskrbu gorivom i rukovanjem teretom za dva nova broda za prijevoz naftnog plina koji će biti pogonjeni amonijakom. Brodovi se grade u Hyundai Mipo Dockyards (HMD) u Koreji za vlasnike broda EXMAR LPG i Seapeaka. Narudžba kod Wärtsilä je rezervirana za drugi kvartal 2024.

„Iskorištenje amonijaka ključno je u našoj potrazi za dekarboniziranim operacijama“, izjavio je Carl-Antoine Saverys, glavni izvršni direktor tvrtke EXMAR. „Postizanje ovog zahtjeva zahtijeva rukovanje gorivom i sustavom opskrbe prilagođenim za amonijak, a Wärtsilä posjeduje stručnost i sposobnosti za pružanje ovih rješenja. EXMAR, s preko 40 godina iskustva u rukovanju amonijakom, ima dokazane rezultate u sigurnom i učinkovitom transportu.



Slika: Brod za ukapljeni naftni plin pogonjen amonijakom

Ovo su posljednja dva broda u nizu od šest novogradnja za EXMAR. Ovim posljednjim ugovorom Wärtsilä će isporučiti sustave za rukovanje teretom i opskrbu gorivom za svih šest brodova. Ovi brodovi za prijevoz naftnog plina srednje veličine, bit će prvi oceanski brodovi sposobni za rad s amonijakom kao gorivom. Rad s amonijakom ima potencijal značajnog smanjenja emisija stakleničkih plinova u usporedbi s konvencionalnim brodskim dizelskim gorivom, jer amonijak ne proizvodi CO₂, sumpor ili emisije čestica kada se izgara.

„Ova posljednja pobjeda u ugovoru značajno je postignuće za našu tvrtku i pokazuje našu stručnost u pružanju inovativnih i održivih rješenja za pomorsku industriju. Također je u potpunosti u skladu s Wärtsilänom strategijom za omogućavanje dekarboniziranih pomorskih operacija i jača naše snažno partnerstvo s EXMAR-om i Hyundai Mipo Dockyard“, komentirao je Patrick Ha, voditelj prodaje, Wärtsilä Gas Solutions.

Potpuni opseg Wärtsiläne ponude uključuje paket za rukovanje teretom i sustav za opskrbu tekućim amonijačnim gorivom (AFSS - Liquid Ammonia Fuel Supply System) s procesnim inženjeringom i dinamičkom simulacijom. ASS je montiran na klizni nosač s niskotlačnim i visokotlačnim pumpama za gorivo, kontrolama za tlaka i temperaturu goriva te izmjenjivačima topline.

Izvor:

<https://www.wartsila.com/media/news/02-07-2024-wartsila-ammonia-fuel-supply-and-cargo-handling-systems-selected-for-two-more-exmar-vessels-at-hyundai-mipo-dockyards-3470561>

Damen porinuo potpuno električni tegljač

Brodogradilište Damen porinulo je drugi potpuno električni tegljač RSD-E (Reversed Stern Drive Electric) 2513 u brodogradilištu Damen Song Cam. Tegljač se gradi za luku Antwerpen-Bruges, s pet konvencionalnih RSD tegljača 2513.

Kada bude isporučen kasnije ove godine, bit će to prvi potpuno električni tegljač koji će raditi u europskim vodama.

Luka je bila jedna od prvih koja je upravljala konvencionalnim RSD Tug 2513 nakon što je Damen pustio brod na tržište 2018. Luka Antwerpen-Bruges, jedna od najprometnijih u Europi, obvezuje se postati ugljično neutralna do 2050. godine. Belgijska luka naručila je šest brodova s tvrtkom Damen, od kojih je svaki u potpunosti u skladu s propisima IMO Tier III, s RSD-E tegljačem 2513 koji može raditi s nultom emisijom.

Luka trenutačno upravlja tegljačem na vodikov pogon, a uskoro će započeti s radom s naknadno opremljenim tegljačem metanola.

RSD-E Tug 2513 može izvesti najmanje dvije operacije tegljenja s jednim punjenjem i može se u potpunosti napuniti za samo dva sata, prema Damenu. Sustav baterija dizajniran je da izdrži 30000 ciklusa tijekom životnog ciklusa, što je u skladu sa



Slika: Tegljač RSD-E 2513

životnim vijekom plovila. Osim opskrbe plovila, Damen također opskrbljuje luku Antwerpen-Bruges opremom za punjenje i kopnom infrastrukturom za punjenje koja je potrebna za rad plovila.

Izvor:

<https://www.marinelink.com/news/mans-methanolready-cr-engine-earns-rina-503568>

OOCL smanjuje emisije upotrebom biogoriva

Oceanski prijevoznik Orient Overseas Container Line Ltd. (OOCL) sa sjedištem u Hong Kongu rekao je da za svoje brodove koristi biogorivo kao sredstvo za smanjenje emisija iz svojih operacija.

Tvrtka, koja koristi biogorivo na nekim svojim plovilima od 2023., rekla je da se udružila s kupcima IKEA i Kyocera za najnovije probno putovanje, koje je započelo početkom kolovoza. Gorivo korišteno na putovanju je mješavina biogoriva B24, s certificiranim metil esterom rabljenog ulja za kuhanje kao komponentom u VLSFO.

Zamjenom fosilnih goriva biogorivima, OOCL ima za cilj smanjiti emisije ugljičnog dioksida u pomorskom prometu, smatrajući to praktičnim korakom prema dugoročnim ciljevima dekarbonizacije. Smanjenje ugljika postignuto tijekom ovog putovanja pripisat će se partnerima koji sudjeluju, čime se smanjuje ugljikov otisak povezan s njihovim teretom.

Svaki partner dobit će zeleni certifikat kao dokaz uštede ugljika postignute korištenjem biogoriva. Ovaj postupak certifikacije provjerava i upravlja Global Shipping Business Network (GSBN), neprofitni blockchain konzorcij. Uštede ugljika prate se putem blockchain tehnologije, čime se osigurava točna i nepromjenjiva evidencija. OOCL koristi pristup Well-to-Wake za procjenu cjelokupnog životnog ciklusa emisija ugljika, od proizvodnje goriva do njegove potrošnje u operacijama broda.

Michael Xu, direktor trgovine u OOCL-u, rekao je: „Rad s partnerima na brodskom prijevozu s niskim udjelom ugljika definitivno je vrlo važna prekretnica



Slika: Brod za prijevoz kontejnera „OOCL Spain“

u OOCL-ovom putu prema okolišu i održivosti koji omogućuje i OOCL-u i našim partnerima da napreduju prema vlastitom planu dekarbonizacije. Želio bih zahvaliti našim partnerima kao što su IKEA, Kyocera i nekoliko drugih na ukazanom povjerenju i podršci u OOCL-u i na njihovom sudjelovanju u prvom putovanju. Želja nam je uspostaviti dodatnu dugotrajnu suradnju na održivosti sa svim našim partnerima i dionicima kako bismo smanjili emisije duž opskrbnog lanca i zajedno stvorili zeleniju budućnost."

Izvor:

<https://www.marinelink.com/news/oocl-reduce-emissions-biofuel-516507>

Teglenica koja usisava ispušne plinove za hvatanje brodskih emisija u luci Los Angelesa

STAX Engineering objavio je da je osigurao petogodišnji ugovor za implementaciju svojih najsuvremenijih usluga hvatanja emisija na Shellov terminal Mormon Island u luci Los Angelesa, što se podudara s novim propisima o emisijama Kalifornijskog odbora za zračne resurse (CARB - California Air Resources Board).



Slika: Teglenica za hvatanje brodskih emisija

STAX-ovo rješenje za hvatanje i kontrolu emisija nudi alternativu za napajanje s obale za smanjenje emisija za tankere. Dostupan kao rješenje na kopnu ili teglenici, mobilni, fleksibilni sustav za hvatanje ispušnih plinova dizajniran je da odgovara svim brodovima bez modifikacija, uklanjajući 99% čestica (PM - Particulate Matter) i 95% dušikovih oksida (NO_x - Nitrogen Oxides) iz svih ispušnih cijevi u svoj sustav prije nego što

se ispušni plin oslobodi kao pročišćeni plin.

STAX izvješćuje da je brzo porastao od pokretanja u prvom tromjesečju 2024., osiguravši ugovore o ekskluzivnim uslugama u glavnim kalifornijskim lukama, uključujući Los Angeles, Long Beach, Hueneme, Beniciu, Richmond i

Oakland. Dodatno, STAX je sklopio partnerstvo s vrhunskim međunarodnim otpremnicima kao što su NYK Line i Hyundai GLOVIS.

Mike Walker, izvršni direktor STAX-a, rekao je: „Ponosni smo što možemo proširiti naše vrhunske usluge hvatanja i kontrole emisija na terminal Mormon Island. Ovaj je sporazum značajna prekretnica u našoj misiji pružanja cjenovno prihvatljivih i pristupačnih rješenja lučkim zajednicama, pomažući im da ostvare svoje ekološke ciljeve bez ometanja poslovanja. Kako širimo svoju prisutnost u Kaliforniji, veselimo se dovođenju naše tehnologije u luke diljem Sjeverne Amerike i šire.“

Izvor:

<https://www.marinelink.com/news/exhaustsucking-barge-capture-ship-516234>

LNG brod s nuklearnim pogonom nudi brže prijevoze bez emisija

Američki registar brodova (ABS - American Bureau of Shipping) objavio je svoje najnovije izvješće o potencijalu napredne nuklearne tehnologije za pomorske primjene, zaključivši da bi tehnologija instalirana na LNG brod omogućila veće brzine prijevoza s operacijama bez emisija.



Slika: Brod za prijevoz ukapljenog prirodnog plina na nuklearni pogon

ABS je proveo studiju malog modularnog reaktora na standardnom brodu za prijevoz ukapljenog prirodnog plina (LNG).

Transformacijski utjecaj visokotemperaturnog reaktora hlađenog plinom (HTGR – High Temperature Gas-cooled Reactor) na dizajn, rad i emisije LNG broda od 145000 m³ modelirali su ABS i Herbert Engineering Corporation (HEC).

Studija je osmišljena kako bi pomogla industriji da bolje razumije izvedivost i sigurnosne implikacije nuklearnog pogona i podržala buduće razvojne projekte.

Studija pruža ABS-u i industriji važne informacije o upravljanju toplinom i energijom, zaštiti, raspodjeli težine i drugim značajkama dizajna LNG broda s nuklearnim pogonom.

To će pomoći u identifikaciji problema s dizajnom koji će poslužiti kao temelj za budući razvoj pravila.

Studija je također otkrila da HTGR tehnologija omogućuje veće brzine prijevoza i nudi operacije s nultom emisijom. Također ne bi bilo potrebe za punjenjem goriva, iako bi HTGR tehnologiju trebalo zamijeniti otprilike svakih šest godina.

„Iako je ova tehnologija dobro poznata na kopnu, njezina prilagodba za primjenu u moru je u povojima. Međutim, ova studija i druga istraživanja koja smo proveli jasno naglašavaju njegov značajan potencijal za rješavanje ne samo izazova emisija u brodskom prometu, već i za pružanje niza drugih operativnih prednosti industriji“, rekao je Patrick Ryan, viši potpredsjednik ABS-a i glavni tehnološki direktor .

Studija pokazuje da bi LNG brod na nuklearni pogon imao specifične značajke dizajna, s reaktorima smještenim u stražnjem dijelu broda i baterijama ispred mjesta koje zauzimaju spremnici goriva na trenutačnim brodovima i ojačanim trupom. S obzirom na ograničenja dizajna, HTGR tehnologija bila bi prikladna samo za veće LNG brodove.

Izvješće je najnovije u nizu inicijativa ABS-a osmišljenih za rješavanje izazova u usvajanju nuklearne tehnologije na moru. Ranije ovog mjeseca, ABS je pokrenuo prva sveobuhvatna pravila u industriji za plutajuće nuklearne elektrane na forumu za čelnike nuklearne industrije koji je održan s Nacionalnim laboratorijem Idaho (INL - Idaho National Laboratory).

Izvor:

<https://www.marinelink.com/news/japanese-shipping-companies-partner-508291>

U žarištu pozornosti

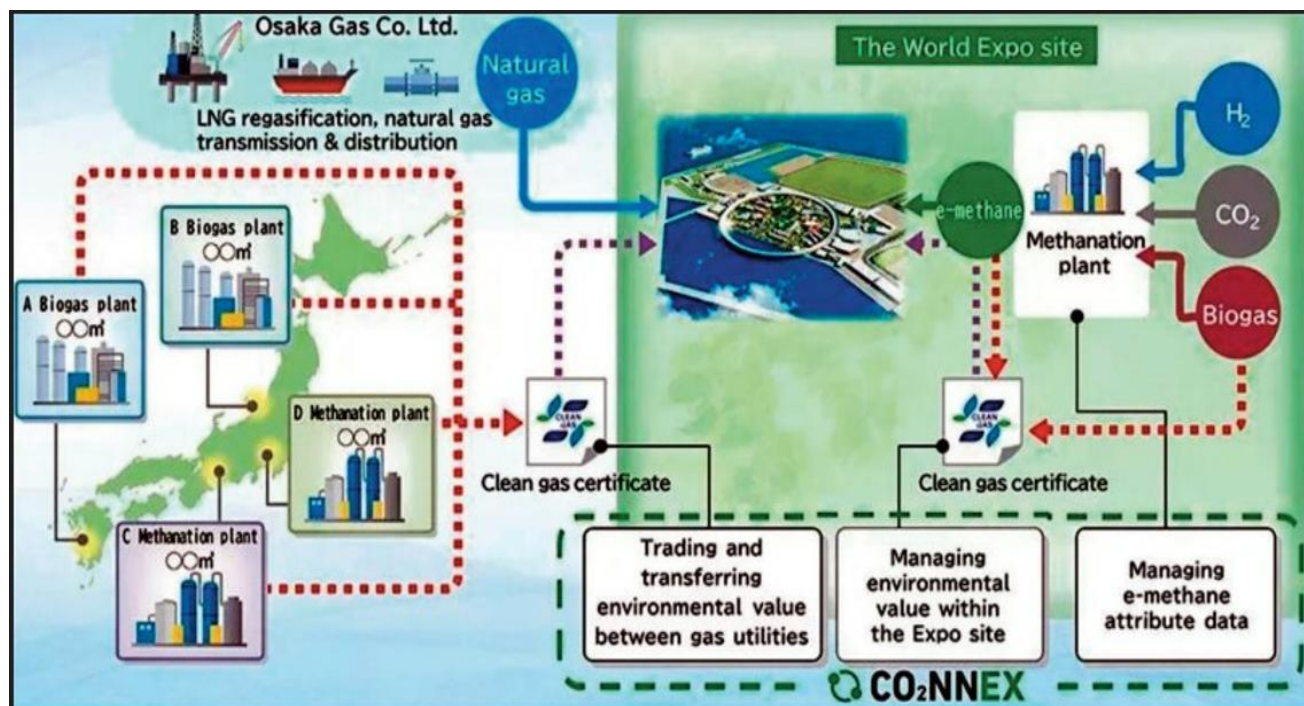
Osaka Gas i MHI udružuju se kako bi vizualizirali trgovanje CO₂

Osaka Gas se udružio s Mitsubishi Heavy Industries (MHI) kako bi vizualizirao ugljični dioksid (CO₂) kojim se trguje putem prve digitalne platforme u industriji CO₂NNEX. Budući da je privatni sektor počeo koristiti certifikate čistog plina u travnju, japanski opskrbljivači gradskim plinom trebaju sustav za određivanje obujma proizvodnje i čistoće e-metana i drugih goriva koja recikliraju ugljik kao što su održivo zrakoplovno gorivo (SAF - Sustainable Aviation Fuel) i zeleni naftni ukapljeni plin (LPG - Liquefied Petroleum Gas).

Održivo zrakoplovno gorivo je niskougljična alternativa tradicionalnom mlaznom gorivu koja se može uklopiti u postojeću infrastrukturu i zrakoplove. Zeleni naftni ukapljeni plin, poznat i kao biopropan ili BioLPG, obnovljiv je i održiv proizvod. Kemijski je identičan običnom ukapljenom naftnom plinu, ali se stvara korištenjem bioloških sirovina, uključujući tokove otpada. BioLPG ima manji ugljični otisak od benzina i dizelskog goriva, što ga čini ekološki prihvatljivom alternativom

Osaka Gas ima za cilj uvesti e-metan, koji čini 1% gradskog plina koji isporučuje, do 2030. Kako će vrijednost e-metana u budućnosti značajno porasti, MHI želi proširiti upotrebu ove platforme ne samo na upravljanje podacima o atributima e-metana, ali i prenijeti ekološku vrijednost drugih e-goriva. Hvatanje i skladištenje ugljika (CCS - Carbon Capture and Storage), kao i iskorištavanje zarobljenog ugljika, postaje sve isplativije i jednostavnije za rukovanje generatora električne energije – proširujući lanac vrijednosti goriva koja recikliraju ugljik. A kako se održivo zrakoplovno gorivo (SAF) i zeleni ukapljeni naftni plin (LPG) sve više koriste u prometnom sektoru, potreban je sustav koji će industriji omogućiti trgovinu tim gorivima i prijenos vrijednosti za takve transakcije. Što se tiče regulative, certifikati za nefosilna goriva za električnu energiju uvode se i za prirodni plin. Programeri CO₂NNEX-a rekli su da platforma može olakšati trgovinu takvim certifikatima za čisti plin. Japansko plinsko udruženje priopćilo je da će dati smjernice tvrtkama u vezi s funkcijama instaliranim na ovoj platformi i kako ih implementirati. Platforma će biti službeno lansirana na Expo 2025 u Osaki, a tijekom sajma, Osaka Gas će pansionima i

drugim objektima opskrbljivati e-metan proizveden na licu mjesta, dok će platforma pratiti vrijednost za okoliš stvorenu tijekom testiranja. Štoviše, ekološka vrijednost e-metana i bioplina koje proizvode gradske plinske tvrtke



Slika: Shema CO₂NNEX koncepta

diljem Japana prenijet će se na Osaka Gas, dodatno pridonoseći ugljičnoj neutralnosti Expo 2025.

Izvor:

Gas to Power Journal (Peakload Power and Energy Storage). 4 October 2024

Quest One i MAN otvaraju novi vodikov Gigahub u Hamburgu

Specijalist za elektrolizu Quest One, dio MAN Energy Solutions, otvorio je svoj novi „Gigahub“ za serijsku i automatiziranu proizvodnju elektroliznih dimnjaka u Hamburg-Rahlstedtu. Serijska proizvodnja dimnjaka - tehnološkog središta elektrolizera - pomaže da se više zelenog vodika (H₂) učini dostupnim u pokušaju da se ubrza njemačka energetska tranzicija.

Poklapajući se s otvaranjem nove proizvodne lokacije, H-TEC SYSTEMS promijenio je ime u „Quest One“. Od ručne do automatizirane proizvodnje, govoreći na svečanosti otvorenja, njemački kancelar Olaf Scholz rekao je da Hamburg-Rahlstedt šalje signal. „Do sada su se elektrolizeri izrađivali ručno. Ako korak prema automatiziranoj proizvodnji na industrijskoj razini bude uspješan,

troškovi i potrebno vrijeme znatno će pasti. Serijska proizvodnja trebala bi smanjiti vrijeme proizvodnje ovdje u Rahlstedtu za 75%", rekao je Scholz, nazvavši projekt „stvarnom prekretnicom za brzo povećanje proizvodnje vodika pokazuje što je moguće u našoj zemlji". Na novoj lokaciji sada je u tijeku visoko automatizirana proizvodnja takozvanih PEM elektroliznih dimnjaka za proizvodnju zelenog H₂. Utemeljena na tehnologiji membrane za razmjenu protona (PEM - Polymer Electrolyte Membrane), elektroliza trenutno je najčešće korišten proces za povećanje proizvodnje H₂ iz izvora energije vjetra i sunca. Stvaranje troškovno atraktivne alternative fosilnim gorivima Serijska proizvodnja PEM dimnjaka preduvjet je da zeleni vodik bude dostupan u velikim količinama, a time i da postane atraktivna alternativa fosilnim gorivima. Ne samo zato što je ponovno osnaživanje industrije u Njemačkoj i široj Europi na klimatski neutralna goriva skup i dugotrajan pothvat. Predvodnici u industriji uskoro će moći ulagati u obnovljive izvore energije na licu mjesta, u kombinaciji s masovno proizvedenim PEM elektrolizatorima i skladištenjem - ostvarujući ekonomiju razmjera i iskorištavajući vremenske i troškovne prednosti triju komplementarnih izvora energije. Nova proizvodna i razvojna lokacija u Hamburgu igra središnju ulogu u ovom kontekstu. To je također korak prema ostvarenju misije Quest One za izbjegavanje 1% globalnih emisija stakleničkih plinova do 2050. korištenjem vlastitih elektrolizera. S ciljem proizvodnje preko 5 GW PEM skupova godišnje. U punom kapacitetu, novi Gigahub će omogućiti automatiziranu serijsku proizvodnju PEM gorivnih članaka s potencijalnim ukupnim kapacitetom elektrolize od preko 5 GW godišnje. Gorivni članci dijele vodu na kisik i vodik uz pomoć obnovljive električne energije, a njihova jeftina i velika proizvodnja ključna je za ubrzanje budućeg gospodarstva vodika. Podružnica MAN Energy Solutions u Hamburgu stoga također istražuje nove generacije dimnjaka. Automatizirana proizvodnja snopova odvija se na dvije proizvodne linije: „Titan" s linearnim transportnim sustavom i „Gerd" s robotima s okretnom rukom - obje nazvane po dva mjeseca planeta Saturna, koji se sam sastoji od oko 95% vodika. Radni koraci koji su se prethodno izvodili ručno sada su automatizirani, smanjujući vrijeme proizvodnje za oko 75%. Ovi PEM gorivni članci sada se mogu proizvesti u Hamburgu za manje od sat vremena. Automatizirana proizvodnja također povećava učinkovitost i preciznost u proizvodnji i omogućuje dosljedno visoku kvalitetu proizvoda i brza vremena isporuke. „Ekonomija vodika uvelike će se promijeniti u nadolazećim godinama i desetljećima, a mi ćemo imati posla s količinama koje su danas gotovo nezamislive", rekao je izvršni direktor Quest One Robin von Plettenberg, nazivajući industriju elektrolize „jednom od ključnih industrija budućnosti".

Izvor:

Gas to Power Journal (Peakload Power and Energy Storage). 4 October 2024

Maersk se strateški okreće LNG-u

Danski broderski div Maersk otkrio je iznenađujući zaokret u svojoj potpori LNG-u, odmaknuvši se od metanola dok se suočava s izazovima troškova sa skaliranjem goriva i jasnijim putem za LNG da postigne svoje ciljeve dekarbonizacije.

Maersk je posljednjih godina bio strogi kritičar LNG-a, umjesto toga energično podržavajući metanol. Međutim, sporije od očekivanog povećanje pogona za zeleni metanol i manjak dostupnosti goriva u ključnim lukama doveli su do toga da je glavni broderski prijevoznik odustao od svoje podrške i prihvatio LNG. Iako detalji o bilo kakvom poslu ostaju povjerljivi, izvješća sugeriraju da je Maersk duboko u pregovorima s dobavljačima o izgradnji flote velikih brodova na LNG pogon. Izvještava se da tvrtka ima upite za više brodogradilišta, s planovima za izgradnju flote od najmanje 23 LNG broda na dvojno gorivo.

„Prije dvije godine, potencijalni dobavljači zelenog metanola govorili su nam o isporukama 2024., ali sada nitko ne može isporučiti“, rekao je Xie Wenxuan, kineski menadžer za poslovni razvoj dekarbonizacije u Maersku. Ovaj se potez smatra kratkoročnom zaštitom, jer Maersk ne želi previše odstupati od svojih konkurenata i vidi tržište LNG goriva kao učinkovit put ka dekarbonizaciji. Ovo dolazi u trenutku kada cijela industrija nastoji prevladati nadolazeće razdoblje regulatorne nesigurnosti s novim zakonodavstvom koje pripremaju Međunarodna pomorska organizacija (IMO) i Europska komisija.

U usporedbi sa sivim metanolom, LNG nudi veće smanjenje CO₂ za brodovlasnike i ima daleko veću gustoću energije kao učinkovitije gorivo, iako je izbacivanje metana i dalje veliko neriješeno pitanje. S druge strane, ekološki prihvatljiviji biometanol i ugljično neutralni e-metanol proizvedeni iz obnovljivih izvora energije skupi su i rijetki. Uzimajući u obzir gustoću energije, biometanol je sada tri puta skuplji od cijena loživog ulja s niskim sadržajem sumpora. Industrija se nadala da će proširenje proizvodnje smanjiti troškove, ali napredak je bio neujednačen. Na primjer, Maerskovi projekti zelenog metanola u Kini suočavaju se s izazovima kao što su dobavljači koji previše obećavaju i poteškoće u proizvodnoj tehnologiji. Dok kineska napredna industrija obnovljivih izvora energije daje neke prednosti u proizvodnji alternativnih goriva, druge prepreke poput tehničkih problema i troškova usporavaju napredak. Održivi opskrbeni lanac Unatoč tim izazovima, Maersk i dalje vidi metanol kao održivu opciju na duži rok i nedavno je najavio svoje najnovije plovilo s metanolom u SAD-u. Brod će biti kršten na događaju imenovanja ovog ljeta u Los Angelesu u suradnji s tvrtkom za sportsku odjeću Nike. „Radeći s dobavljačima poput Maerska, koji dijele našu predanost održivosti, povećavamo našu upotrebu biogoriva u oceanskom prijevozu, našem glavnom kanalu isporuke prve milje.“ Sposoban za prijevoz više od 16000 kontejnera, brod će biti porinut u luci Los Angeles Outer Harbor u kolovozu, što ga čini jednim od prvih svjetskih brodova koji koriste metanol.

Izvor:

[LNG Transition \(LNG as a transition fuel\). 3rd Quater 2024](#)

Peninsula stavlja ukapljeni prirodni plin u središte LNG strategije

Rastuća potražnja za skladištenjem ukapljenog prirodnog plina u zapadnom Sredozemlju ojačala je strategiju pomorske energetske tvrtke Peninsula oko goriva, s planovima za proširenje svoje uloge u operacijama dekarbonizacije.

Tvrtkin namjenski LNG brod za bunker goriva, Levante LNG, započeo je s radom krajem prošle godine, opskrbljujući ukapljenim prirodnim plinom flote u Gibraltarskom tjesnacu i zapadnom Mediteranu. „Svakako smo posljednjih mjeseci vidjeli porast interesa naših kupaca za LNG“, rekao je glasnogovornik tvrtke. „Od opskrbe brodova za krstarenje Silver Nova i Icon of the Seas grupe Royal Caribbean do tankera Starway za istočni Pacifik, MSC-ovog kontejnerskog broda Virginia i, u novije vrijeme, K Line PCC Thor Highwaya, naš Levante LNG bunker brod doista je bio zaposlen.“



Slika: Levante LNG

Regulatorni pritisak Bunker brod od 12500 m³, Levante LNG, prvi put je predložen prije tri godine, kao zajednički pothvat s ENAGAS-ovom podružnicom Scale Gas i razvijen u brodogradilištu Hyundai Mipo u Južnoj Koreji. Od tada je regulatorni pritisak katalizirao putanju rasta LNG-a i sada je rangiran kao najpopularnije alternativno gorivo, prema standardnoj agenciji DNV, nešto ispred drugoplasirane opcije metanola. „Prošlog siječnja vidjeli smo kako je EU sustav trgovanja emisijama stupio na snagu za pomorski sektor“, navodi Peninsula. „Brodske operateri sada zapravo prikupljaju račune za svoje emisije za sva putovanja s pristaništem u EU, a brodarske će kompanije uskoro morati predati EU dozvole koje odgovaraju njihovim prijavljenim ukupnim emisijama za 2024.“

Fleksibilno usmjeravanje i sve veća infrastruktura za bunker LNG u Europi također igra ključnu ulogu u njegovom usvajanju.

Kako se kapacitet punjenja poboljšava, brodovima postaje lakši pristup zalihama LNG-a na globalnoj razini, podržavajući stalnu potrebu pomorske industrije za preusmjeravanjem i prilagodbom novim logističkim izazovima. „Ovo je dobra vijest jer kako potražnja za bunkerom LNG raste, LNG infrastruktura se također poboljšava, što brodovima olakšava pristup zalihama LNG-a diljem svijeta“, dodaje glasnogovornik Peninsula. „Za globalnu industriju koja se neprestano bori s preusmjeravanjem, to je ključno.“ Gledajući u budućnost, Peninsula je optimističan glede kontinuiranog rasta LNG-a kao brodskog goriva. Tvrtka ulaže u daljnje širenje svojih LNG mogućnosti i istražuje inovacije u bio-LNG-u i sintetičkog LNG-a. Ovi razvoji obećavaju još više povećati ekološke prednosti LNG-a, podržavajući dugoročne ciljeve održivosti industrije. „Prelaskom na LNG sada, koji je lako dostupan, brodski operateri i vlasnici mogu smanjiti svoje emisije CO₂ za oko 25%“, zaključuje Peninsula.

Izvor:

[LNG Transition \(LNG as a transition fuel\). 3rd Quater 2024](#)

Tehnologija krekiranja amonijaka dobiva načelno odobrenje LR-a

H₂SITE-ova tehnologija AMMONIA to H₂POWER za razbijanje amonijaka na brodu dobila je načelno odobrenje (AiP - Approval in Principle) od Lloyd's Register (LR).

Tehnologija je ugrađeno rješenje u spremnicima koje proizvodi vodik kvalitete gorivnih članaka s pomoću amonijaka. Ovaj vodik zatim mogu koristiti vodikovi gorivni članci koje mogu pridonijeti električnoj energiji broda ili se vodik može potrošiti izravno u motoru s unutarnjim izgaranjem.

Krekiranje amonijaka dobiva na zamahu kao potencijalni nosač vodika za primjene na brodu, a ovaj se sustav temelji na vodikovo-selektivnim membranama H₂SITE koje nadilaze termodinamička ograničenja reakcije krekiranja amonijaka kontinuiranim obnavljanjem vodika i rezultiraju gotovo potpunom pretvorbom amonijaka i većom učinkovitošću pri nižim temperature, smanjujući ukupnu potrošnju energije i otisak.

H₂SITE je operativno demonstrirao svoju tehnologiju napajanja amonijakom na vodik kada je brod Bertha B tvrtke Zumaia Offshore nosio tehnologiju na brodu, potvrđujući njenu izvedbu u stvarnim uvjetima na moru.

„Ponosni smo što smo postigli ovu prekretnicu, jer potvrđuje dizajn i sigurnost naše ugrađene tehnologije krekiranja amonijaka za dekarbonizaciju pomorskih aplikacija temeljenih na membranskim reaktorima. Nakon što smo prošle godine pustili u pogon naš prvi kreker i jedinicu s gorivnim člancima na opskrbnom brodu Bertha B, trenutačno povećavamo tehnologiju i dizajniramo jedinice MW-razmjera“, rekao je Jose Medrano tehnički direktor u H₂SITE. Sustavi

AMMONIA do H₂POWER bit će integrirani s propulzijskim sustavima i pomoćnim pogonskim jedinicama za opsluživanje niza plovila, od offshore platformi do tankera i brodova za prijevoz plina.

Izvor:

<https://www.marinelink.com/news/ammonia-cracking-technology-receives-lr-513323>

Prvi Caterpillarovi motori na metanol koji će biti postavljeni 2026.

Caterpillar Marine najavio je planove za postavljanje svog prvog seta brodskih motora 3500E s dvojnim gorivom za 2026. godine.

Brodski motori Cat 3500E koristit će inovativnu tehnologiju s dva goriva koja koristi dokazane dizelske sustave goriva i podržava niskotlačne sustave goriva - ispod 10 bara - plovila. Cat 3500E motor s dvojnim gorivom na metanol cilja na iste performanse i izdržljivost kao i trenutni dizelski motor 3500E, istovremeno zadovoljavajući standarde emisije i isporučujući 100% snage.

Nakon značajnog napretka u razvoju ove tehnologije, proizvođač motora objavio je da je potpisao memorandum o razumijevanju (MOU - Memorandum of Understanding) s Damen Shipyards Group za ispitivanja 2026.

„Koristimo našu duboku stručnost o dvojnog gorivu kako bismo pomogli u smanjenju emisija u pomorskoj industriji“, rekao je Brad Johnson, potpredsjednik i generalni direktor Caterpillar Marine. „Veselimo se što ćemo prve demonstracijske motore Cat 3500E staviti u vodu s Damen Shipyards 2026.“

„Proširujemo fleksibilnost goriva platforme 3500E kako bismo kupcima pružili širi niz opcija za navigaciju energetsom tranzicijom“, rekao je Andres Perez, globalni menadžer segmenta tegljača u Caterpillar Marine. „Fleksibilnost goriva ključna je za imovinu otpornu na budućnost. Ova tehnologija omogućit će vlasnicima da usvoje željeno gorivo kada se za to stvore uvjeti, a da pritom ne moraju graditi novu imovinu ili se suočiti s preskupom rekonstrukcijom.“

„Naši brodski motori Cat 3500E s dvojnim gorivom optimizirani su za postizanje visokih stopa zamjene metanola u širokom rasponu faktora opterećenja, uključujući nizak raspon opterećenja u kojem tegljači rade većinu vremena“, rekao je Will Watson, globalni direktor proizvoda u Caterpillar Marineu. „Na primjer, 28-metarski tegljač koji plovi brzinom od 8 čvorova i koji zahtijeva samo 600 kW pogonske snage ciljao bi na postizanje supstitucije metanola na energetskej osnovi iznad 70%. To će omogućiti operaterima da smanje emisije stakleničkih plinova dok istovremeno uživaju u snazi i performansama na koje su navikli“, rekao je Watson.

Razvoj motora 3516E s dvojnim gorivom na metanol ima holistički pristup, ciljajući na najvišu zamjenu metanola uz zadovoljavanje reguliranih emisija, priopćio je Caterpillar Marine. Neregulirane emisije, poput formaldehida, dio su

fokusa, a rješenje IMO III smanjit će regulirane i neregulirane emisije, ciljajući na istu tvrdnju o prostoru za naknadnu obradu.

Izvor:

<https://www.marinelink.com/news/first-caterpillar-methanol-dualfuel-51399>

PowerCell izvješćuje o velikoj narudžbi za svoje brodske gorivne članke

PowerCell Group sa sjedištem u Švedskoj objavila je da je potpisala jednu od najvećih svjetskih narudžbi sustava gorivnih članaka za brodove do danas s talijanskim proizvođačem OEM opreme za brodove. Vrijednost narudžbe je približno 165 milijuna SEK (16.3 milijuna USD), a isporuke će započeti sredinom 2025. i završiti do kraja godine.

Narudžba se sastoji od tri dijela i sastoji se od ukupno 56 jedinica Marine System 225 od kojih će većina biti instalirana na komercijalnim kruzima. Sustavi gorivnih članaka osigurat će pomoćnu energiju unutarnjim električnim sustavima broda, ukupno više od 6.3 MW. Osim toga, gradi se rješenje za brodsku energiju od 3.2 MW za unutarnju ispitnu platformu i rješenje od 3.2 MW za dodatnu instalaciju plovila.



Slika: Gorivni članak „Marine System 225“

Richard Berkling, izvršni direktor PowerCell grupe, rekao je: „Vrlo smo ponosni što nam je ukazao povjerenje ovaj važan talijanski kupac, tvrtka s mnogo iskustva u rješenjima za napajanje brodova u kontejnerima. Isporučujemo rješenje s gorivnim člancima koje nije samo prihvatljivo za klimu, već također pruža prednost smanjene buke s broda. Ova narudžba potvrđuje važnost vodikovo-električnih rješenja za pomorsku industriju“.

Berkling je nastavio: „To također označava prijelaz prema komercijalnijem tržištu koje pokreće OEM, smjer kojem smo težili. Uz značajne isporuke za nekoliko pomorskih projekata ove godine, ova

nova narudžba ponovno potvrđuje našu poziciju vodećeg dobavljača vodikovo-električnih rješenja za ovaj segment“.

Izvor:

<https://www.marinelink.com/news/powercell-reports-large-order-marine-fuel-517383>

MAN razvija motor na amonijak za srednje brze brodске primjene

MAN Energy Solutions krenuo je u izradu četverotaktnog testnog motora srednje brzine s dvojnim gorivom koji radi na amonijak. Tvrtka je u utorak najavila početak istraživačkog projekta „AmmoniaMot 2“, nadovezujući se na svoj nedavni uspjeh s prvim svjetskim dvotaktnim motorom na amonijak.

Pokrenut u partnerstvu s raznim industrijskim i istraživačkim institucijama i podržan od njemačkog Saveznog ministarstva za ekonomska pitanja i klimatske akcije (BMWK - Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz), projekt je započeo u kolovozu 2024. i trajat će otprilike 3.5 godine. Slijedi raniji projekt „AmmoniaMot“, koji je bio usmjeren na temeljne studije izgaranja amonijaka u motorima s unutarnjim izgaranjem i koji je završen u svibnju 2024. Rezultati ovog preliminararnog projekta postavili su temelje za ciljeve AmmoniaMot 2.

MAN Energy Solutions nastavlja voditi inicijativu sa svojim izvornim projektnim partnerima. Tim se proširio uključivanjem novih suradnika kao što su WTZ Roßlau gGmbH, Woodward L'Orange GmbH, Sveučilište u Münchenu, Neptun Ship Design GmbH, Sveučilište u Rostocku, GenSys GmbH i MNR GmbH. Ovaj zajednički napor ima za cilj unaprijediti amonijak kao održivi izvor goriva u pomorskom i industrijskom sektoru.

Alexander Knafl, voditelj inženjerskog istraživanja i razvoja četverotaktnih motora MAN Energy Solutions rekao je: „Za MAN Energy Solutions ovaj je projekt sljedeći logičan korak nakon prethodnog AmmoniaMot projekta. Savršeno podržava našu vlastitu strategiju za razvoj održivih tehnologija i jako cijenimo priliku za suradnju s našim istaknutim partnerima. Za nas, put ka dekarbonizaciji pomorske industrije počinje dekarbonizacijom goriva i, u tom kontekstu, amonijak je izvrstan kandidat jer ne sadrži ugljik i stoga izbjegava emisije CO₂ kada se koristi kao gorivo u našim motorima“.

MAN Energy Solutions rekao je da vidi buduću primjenu četverotaktnih motora na amonijak prvenstveno u projektima novogradnje bez putnika, kao što su teretna ili posebna plovila, ili kao pomoćni GenSet za velika dvotaktna plovila na amonijak. Za putničke brodove kao što su trajekti i brodovi za krstarenje, MAN Energy Solutions trenutačno se fokusira na metanol kao gorivo budućnosti u tom segmentu i već paralelno razvija odgovarajuće motore, rekli su iz tvrtke.

Christian Kunkel, voditelj razvoja izgaranja, istraživanje i razvoj četverotaktnih motora MAN Energy Solutions dodao je: „U izvornom projektu AmmoniaMot postavili smo čvrste temelje s našim izvrsnim partnerima i dokazali da je amonijak prikladno gorivo za aplikacije srednje brzine s potencijal za smanjenje emisija stakleničkih plinova za 90-95% uz usklađivanje s postojećim propisima o emisijama. Više sam nego uzbuđen što ću poduzeti sljedeći korak s našim partnerima u AmmoniaMot 2. Nema sumnje da će amonijak postati važno gorivo bez ugljika i time ne samo pridonijeti dekarbonizaciji pomorskog sektora“.

Izvor:

<https://www.marinelink.com/news/Ing-carrier-nuclear-propulsion-offers-518563>

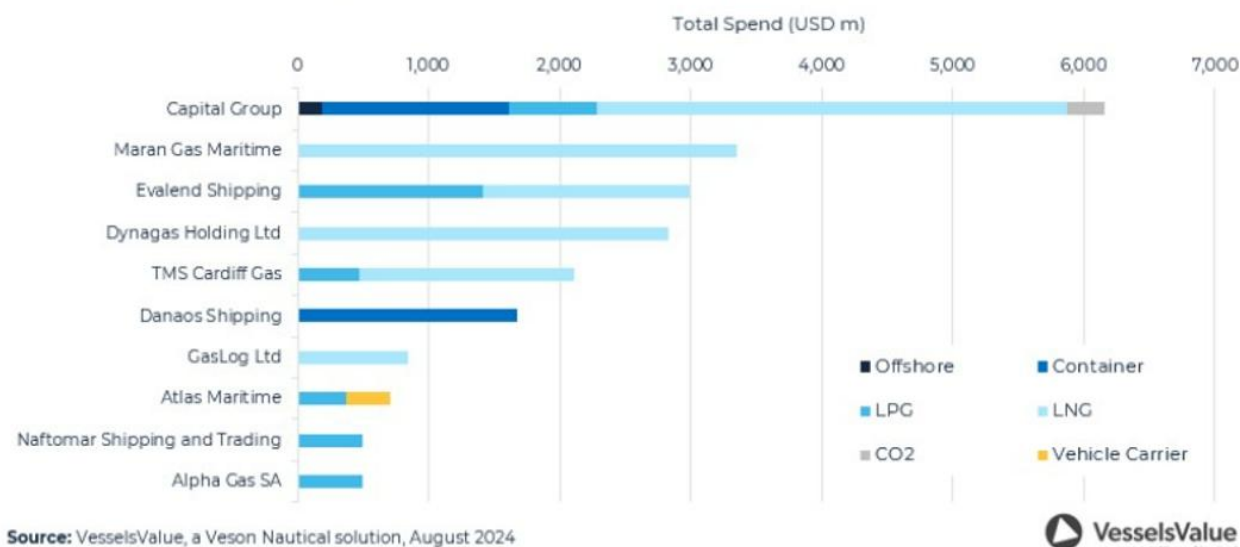
Grčki brodovlasnici uložili milijarde u brodove za prijevoz plina

Grčki brodovlasnici uložili su neviđenih 18 milijardi dolara na novoizgrađene brodove za prijevoz plina od 2021. dok su tvrtke diversificirale svoje portfelje od tradicionalnih tankera, brodova za prijevoz rasutog tereta i brodova za prijevoz kontejnera prema novom istraživanju VesselsValuea Veson Nautical-ovog ogranka za podatkovnu inteligenciju.

Otprilike 13.8 milijardi dolara od te brojke potrošeno je na 59 brodova za prijevoz ukapljenog prirodnog plina (LNG), a približno 4 milijarde dolara na 41 brod za prijevoz ukapljenog naftnog plina (LPG), prema novom izvješću, „Greek Speculative S&P Investments“. To se može usporediti s grčkim brodovlasnicima koji su potrošili oko 12.2 milijarde dolara na 167 tankera, 4.1 milijardu dolara na 109 brodova za prijevoz rasutih teret i 3.1 milijardu dolara na 39 broda za prijevoz kontejnera.

„U desetljeću definiranom nestabilnim tržištima i seizmičkim promjenama u dinamici brodarstva, grčki brodovlasnici zauzeli su hrabre investicijske stavove koji bi mogli oblikovati budućnost globalne trgovine“, rekao je Dan Nash, pomoćnik direktora za vrednovanje i analitiku u VesselsValueu. „Grčki brodovlasnici jasno planiraju buduće povećanje opskrbe plinom i LNG-om u globalnoj energetskej mješavini s ovim špekulativnim ulaganjima“.

Top Greek NB Ordering Companies since 2021



Slika: Narudžbe grčkih brodovlasnika od 2021.

Prednjači Capital

Capital Ship Management (Capital) sa sjedištem u Pireju s 15 velikih brodova za prijevoz ukapljenog prirodnog plina (LNG - Liquefied Natural Gas), 2 vrlo velika broda za prijevoz amonijaka (VLAC - Very Large Ammonia Carrier), 8 srednjih brodova za prijevoz ukapljenog naftnog plina (MGC - Medium Gas

Carrier) i 4 broda za prijevoz ugljikovog dioksida (CO₂ Carrier) potrošio je otprilike 4.7 milijarde dolara.

Capital slijedi Maran Gas Maritime (Maran) sa sjedištem u Ateni, tvrtka za upravljanje LNG brodovima Angelicoussis Shipping Groupa, s ukupnim ulaganjem od oko 3.3 milijarde dolara, što uključuje 15 velikih LNG brodova.

Treći je Evalend Shipping sa sjedištem u Ateni, koji je investirao oko 3 milijarde dolara na 12 vrlo velika broda za prijevoz ukapljenog naftnog plina (VLGC - Very Large Gas Carrier), 2 MGC-a, 2 VLAC-a i 6 velikih LNG brodova.

Offshore tržište nafte i plina također privlači interes

U izvješću se dodaje da su vrijednosti brodova tegljača (AHTS - Anchor Handling Tug Supply), koji se koriste za sidrenje i osiguranje naftnih i plinskih platformi, porasle za nekih 97% od 2021. Brodovi za opskrbu platformi (PSV - Platform Supply Vessel) su porastao za 67%. Cijene su podržane niskom knjigom narudžbi od oko 2% - 3%.

Rast vrijednosti potaknuo je Capital da u lipnju plati 180 milijuna dolara za 4 PSV jedinice kineskom Fujian Mawei Shipbuildingu s opcijama ponavljanja. Nakon toga ubrzo su uslijedile 2 srednje PSV narudžbe (44700 iz istog brodogradilišta u rujnu).

„Cijene plovila na offshore tržištu porasle su za veliku maržu od 2021., ali Capital očito predviđa snažnu krivulju prema naprijed“, rekao je Nash.

Cijene novogradnje će ostati visoke u svim klasama imovine

U izvješću se također navodi da su cijene novogradnje u svim sektorima dosegnule najvišu razinu od financijske krize 2008. s posljednjim pritiskom na rast koji počinje 2021. Visoka aktivnost narudžbi za kontejnerske i LNG brodove u 2021./22. izvršila je još veći pritisak na kapacitete brodogradilišta i razdoblja izgradnje. Zbog porasta narudžbi, brodogradilišta su prevladala u pregovorima o cijenama i cijene su rastle.

„Iako ne predviđamo ponavljanje količine narudžbi iz godina pandemije, očekujemo da će cijene novogradnje za kontejnerske brodove porasti iznad uzlaznog trenda u drugim sektorima“, rekao je Nash. „Dodaje da su naša očekivanja da će cijene novogradnji kontejnera nastaviti rasti 2024. i 2025. bržim tempom nego u ostalim sektorima.“ Dodao je da, osim ako se zarada kontejnerskih brodova nastavi povećavati, očekujemo usporavanje potražnje za narudžbama kontejnera i polagani pad ukupnog broja narudžbi.

„Ako se održi neko vrijeme, pad ukupne knjige narudžbi uklonit će pritisak na kapacitete iz brodogradilišta što obično dovodi do nižih cijena novogradnje“, rekao je Nash. „Međutim, ovaj pad će biti postupan i vjerojatno će trajati 12-24 mjeseca, stoga se očekuje da će cijene plovila ostati na povijesno visokom području.“

Izvor:

<https://www.marinelink.com/news/greek-shipowners-betting-billions-gas-518144>

BIMCO prihvaća FuelEU pomorsku klauzulu

Dana 1. siječnja 2025. na snagu će stupiti FuelEU pomorska uredba. Uredba može zahtijevati od sudionika da sada počnu poduzimati mjere, a pomorska klauzula BIMCO FuelEU za Ugovore o najmu na vrijeme 2024. razvijena je kako bi se sudionicima pomoglo da usklade svoje ugovorne okvire. Ovu klauzulu usvojio je Odbor za dokumentaciju BIMCO-a 25. studenog 2024.

Brodarska industrija suočava se s povećanjem propisa o dekarbonizaciji iz EU-a i Međunarodne pomorske organizacije (IMO), BIMCO nastavlja dodavati svom portfelju ugljične klauzule kako bi podržao industriju. Najnoviji dodatak portfelju je pomorska klauzula FuelEU za ugovore o najmu na vrijeme 2024. koja je osmišljena za ugradnju u ugovore o najmu na vrijeme.

„Industrija je željno iščekivala ovu klauzulu. Siječanj je blizu, a uredba FuelEU Maritime složena je. Zbog toga smo proveli nekoliko industrijskih konzultacija tijekom procesa izrade kako bismo bili sigurni da smo došli do klauzule koja funkcionira u praksi“, kaže Stinne Taiger Ivø, zamjenik glavnog tajnika i direktor ugovora u BIMCO-u.

Fokus pododbora bio je na razvoju standardne klauzule koja je primjenjiva za većinu scenarija i komercijalnih odnosa. Za ugovore o najmu na duže razdoblje, unajmljivači će imati fleksibilnost odlučivanja o svojoj strategiji usklađenosti bilo da se radi o udruživanju, bankarstvu ili posuđivanju.

„Uredba FuelEU Maritime značajno će utjecati na pomorsku industriju, čak i više od EU sustava trgovanja emisijama. Klauzula koju smo danas usvojili rezultat je procesa suradnje između vlasnika, unajmljivača, P&I i pravnih stručnjaka i drugih dionika“, kaže Nicholas Fell, predsjednik Odbora za dokumentaciju BIMCO-a.

Tvrtka odgovorna za usklađenost s FuelEU Maritime prema novoj BIMCO klauzuli je brodovlasnik. U stvarnosti, međutim, to može biti upravitelj broda treće strane koji je pristao preuzeti sve dužnosti i odgovornosti koje nameće Međunarodni kodeks upravljanja za siguran rad brodova i sprječavanje onečišćenja (ISM). BIMCO stoga radi na razvoju klauzule za BIMCO-ov ugovor o upravljanju brodom, SHIPMAN.

U prosincu prošle godine Odbor za dokumente usvojio je novu klauzulu o emisijskim dozvolama za BIMCO-ov ugovor o upravljanju brodom, SHIPMAN, i tri ETS klauzule za ugovorne strane zakupa brodova. Štoviše, u lipnju ove godine Odbor za dokumentaciju usvojio je tri ETS klauzule za ugovore o utovaru.

Druge objavljene klauzule o dekarbonizaciji u BIMCO-ovom portfelju klauzula o ugljiku uključuju klauzulu o emisijskim dozvolama za shemu trgovanja emisijama za ugovore o najmu na vrijeme, CII (Carbon Intensity Indicator) klauzulu za ugovore o najmu na vrijeme, klauzulu CII o operacijama za ugovore o najmu na vrijeme i EEXI Energy (Efficiency Existing Ship Indeks) klauzulu o prijelazu za ugovore o najmu na vrijeme.

Izvor:

<https://www.marinelink.com/news/bimco-adopts-fueleu-maritime-clause-519604>

LIKOV I ISTAKNUTIH POMORSKIH STROJARA

BRUNO MATOŠIĆ (1913-1998)



Mladima za primjer najstarijeg člana Udruge pomorskih strojara – Split, Bruna Matošića.

Bruno Matošić rođen je 1913. u Splitu. Srednju tehničku školu, brodostrojarSKI odsjek uspješno je završio 1932. Po završetku škole plovi i položio je ispit za pomorskog strojara III. klase 1934. Ispit pomorskog strojara II. klase položio je 1940. Ispit pomorskog strojara I. klase položio je 1955. Ovi podatci iz životopisa našeg člana su samo navedeni da čitatelju dočaraju godine života ovog marljivog i vitalnog čovjeka.

Njegova vedrina duha, vječni optimist usprkos teško proživljenih dana, ponosan što pripada brodostrojarSKOJ struci s ljubavlju za sve što je u svezi s morem i okusom soli, to je štur opis života našeg člana Bruna.

Malo je ljudi upoznato s činjenicom da je taj „kapo od makine“, šef održavanja u Pomgradu, znao na neposredan način ophodnje s ljudima kojima je bio okružen napisati i sačuvati od zaborava napisavši „uspomene iz života“ što čine knjigu u kojoj je sadržano 500 stranica teksta i još toliko stranica ispunjenih s 3000 slika kao dokument vremena u kojem je živio.

Pored opisa događanja i ljudi sa specifičnim smislom za opise događanja na moru i kopnu daje čitatelju mogućnosti sagledavanja događaja i sudbina u jednom prošlom vremenu. Prema njegovim riječima želio je napisati i ostaviti svojim najbližima opis života kako ga je on vidio kao i dogodovštine s ljudima uz dokumentaciju sa slikama, tako da je to neuljepšana stvarnost jednog nemirnog duha. Također je ovjekovječio zbivanja i ljude od kojih su mnogi već sklopili svoje umorne oči.

Događaje koji opisuje imaju poglavlja podijeljena u razdoblja kako slijedi:
- Plovidba kao vježbenik stroja i pomorski strojar III. klase na brodovima duge plovidbe Jugoslavenskog Lloyd-a s centralom u Londonu i ispostavi u Zagrebu, u

Udruga pomorskih strojara Split i Pomorski fakultet u Split

razdoblju od 1932. do 1939. Na brodovima PB „Njegoš“, PB „Izabran“, PB „Marija Račić“, PB „Aleksandar I“ i PB „Rečina“, opisuje uvjete plovidbe i međusobne odnose do II. svjetskog rata,

- Razdoblje od 1949. do siječnja 1956.,
- Gradilište luke Bar za razdoblje od siječnja 1956. do ožujka 1957.,
- Remorker „Jarmuk“ (kasnije Pomgrad) razdoblje od ožujka 1957. do svibnja 1960.,
- Razdoblje rada u direkciji Pomgrada od srpnja 1962. do veljače 1963.,
- Gradilište Secondi-Ganna od ožujka 1963. do travnja 1966.,
- Direkcija od travnja 1966. do travnja 1968.,
- Gradilište Tartous Syria od travnja 1968. do travnja 1970.,
- Direkcija od travnja 1970. do umirovljenja rujna 1970.

Vidljivo je da od kolovoza 1949. do travnja 1970. opisuje mnoge zgode i nezgode, a mi ćemo u glasniku objaviti samo jedan doživljaj koji je vezan isključivo za našu struku i iz koje je vidljiva borba čovjeka s prirodom kao što je uzburkano more. Iz ovog članka je vidljivo da se ponekad zbog nestručnosti ili pretjerane hrabrosti ili pak zbog osobne karijere događaju se zagonetni udesi iako u tehnici sve ima svoje uzroke.

Upravo zbog toga treba se katkada izložiti na vjetrometinu s ciljem da se spase ljudi i brod. A da opisujemo kritične trenutke kojih je bilo dosta u životu našeg Bruna Matošića, želimo istaći njegovo stručno znanje u brodstrojarskoj struci. Ujedno začuđuje da je u isti vrijeme dobio i nadimak „Mister Radio“ zbog sklonosti da nešto ispriča uz posebno afinitet da izmišlja dosjetke i šale.

Ni odlazak u mirovinu koju na našu radost dugo koristi, nije ga promijenio da ne bude dinamičan, što ga je održalo u dobroj kondiciji. Ovaj kratki osvrt koji smo mu posvetili ima svrhu da svim članovima naše udruge ukažemo da svoje dane u mirovini provedu u aktivnostima za koje imaju sklonosti. Ako ih ne znaju treba ih izmisliti! To će biti garancija da će živjeti bolje i duže na radost svojih najbližih i prijatelja. Uvijek spreman da pomogne u radu Udruge pomorskih strojara – Split, želimo našem Brunu da ni u svojoj 85. godini ne sustane fizički i umno te kako do danas bude aktivan kao živi primjer dugovječnosti.

Bruno Matošić preminuo je 1998. u Splitu.

Pripremio: posthumno Žarko Šošo

OSKAR MAGAZINOVIĆ (1914-2003)



Dana 6. kolovoza 2003. u Splitu u osamdeset devetoj godini života preminuo je član naše Udruge pomorskih strojara – Split, gosp. Oskar Magazinović, pomorski strojar I. klase, pisac i publicist, rođen 1914. godine na otoku Silbi.

U Splitu je 1933. diplomirao na Tehničkoj školi, brodstrojarski odsjek. Sve državne ispite za pomorskog strojara je položio u Splitu.

Tijekom čitavog radnog vijeka, pa i nakon umirovljenja, sve do kraja života mnogo je vremena posvetio radu u svim društveno pomorskim organizacijama. Još kao mladi pomorski strojar 1935. postao je član Udruženja časnika stroja trgovačke mornarice

u Splitu. U svojim poznim godinama bio je aktivan i u našoj udruzi, gdje je bio više godina član Izvršnog odbora. Surađivao je svojim člancima i u ovom glasilu.

Na brodovima je plovio 25 godina vršeći dužnost časnika i Upravitelja stroja. Prije II. svjetskog rata plovio je na brodovima brodarskog društva „JUGOLLOYD“ iz Splita, a tijekom rata plovio je u savezničkim konvojima. Pri koncu rata, neko vrijeme živio je u New Yorku, gdje je bio jedan od osnivača i član Uprave kluba pomoraca - New Yorka. Nedugo po završetku rata plovio je na brodovima kompanije „JUGOLINIJA“ - Rijeka.

Prije umirovljenja radio je u „Jugoregistru“ - Split kao strojarski ekspert - inspektor.

Publicistički rad počinje objavljivanjem putopisa, reportaža i članaka „U JADRANSKOJ STRAŽI“ i „GLASNIKU UDRUŽENJA ČASNIKA STROJA TRGOVAČKE MORNARICE JUGOSLAVIJE“ (1934. - 1938.). Tijekom II. svjetskog rata niz pisanih radova objavljuje u Americi i Kanadi i to u iseljeničkim časopisima „Hrvatski svijet“ - New York, „Slobodna misao“ - Toronto, „Američko - Jugoslavenski glasnik“ - San Francisco, „Narodni glasnik“ i „Zajedničar“ - Pittsburgh.

Svoju prvu knjigu „ALLURING WAVES“ („ZAMAMNI VALOVI“) objavljuje 1944. u Pittsburghu. Drugu knjigu „VELEBIT U PLAMENU“ objavljuje u Rijeci 1954. na hrvatskom jeziku i izdanju izdavačke kuće „OTOKAR KERŠOVANI“. U prijevodu na makedonski jezik knjiga izlazi u izdanju izdavačke kuće „KOSTA RACIN“ u Skopju. Ova knjiga je njegov najznačajniji pisani red i postigla je veliki uspjeh u pomorskoj i ostaloj javnosti jer je na prikladan način opisala istinsku epopeju

Udruga pomorskih strojara Split i Pomorski fakultet u Split

preživjelih članova posade zapaljenog broda „VELEBIT“, koji su u ljeto 1941. torpedirali Nijemci.

Nakon povratka u domovinu, objavljuje putopise, reportaže i slične radove u dnevnim novinama „SLOBODNA DALMACIJA“ iz Splita i „NOVI LIST“ iz Rijeke te u tjedniku „VJESNIK U SRIJEDU“ i u časopisu „UKORAK S VREMENOM“.

Pored toga bio je inicijator i osnivač časopisa „POMORSTVO“, čiji je glavni i odgovorni urednik od 1946. do 1949. Po uvjerenju i življenju bio je umjeren, postojan i ugledan gospodin, a u struci predani pomorski strojar. Obitelj, pomorstvo i struka i književnost bili su mu prioriteti. Svojim društvenim radom mnogo je zadužio pomorsko strojarske udruge. U posljednje vrijeme teško se kretao, ali mu nije bilo teško uputiti se u centar grada da bi popričao sa znancima. Vijest o gubitku dragog nam člana i kolege, Udruga pomorskih strojara - Split primila je sa žalošću.

Sjećanje na OSKARA MAGAZINOVIĆA, našeg dragog i poštovanog člana, kolegu i prijatelja, dok je nas neće izbljediti.

Poema o moru posvećena Oskaru

Spoznaja mora je apstrakcija: more je fatamorgana naše mašte. Ljudi bez mašte ne mogu spoznati more. Ta bezgranična velika, neomeđena, plava apstrakcija, ne može se konkretizirati. Do nje vodi samo jedan put - impresionistički. Ništa određeno, izrecivo, dimenzionirano.

Jedna sugestivna slika, čija je dimenzija konkretizacija koju tražimo...

I kada smo je našli, ona nije opipljiva.

Mašta, mašta, da, samo mašta.

Pripremio: dr. sc. Frane Martinić, upravitelj stroja



Iz povijest Udruge

Igor Belamarić: Novi srednjohodni motori u brodskoj strojarnici

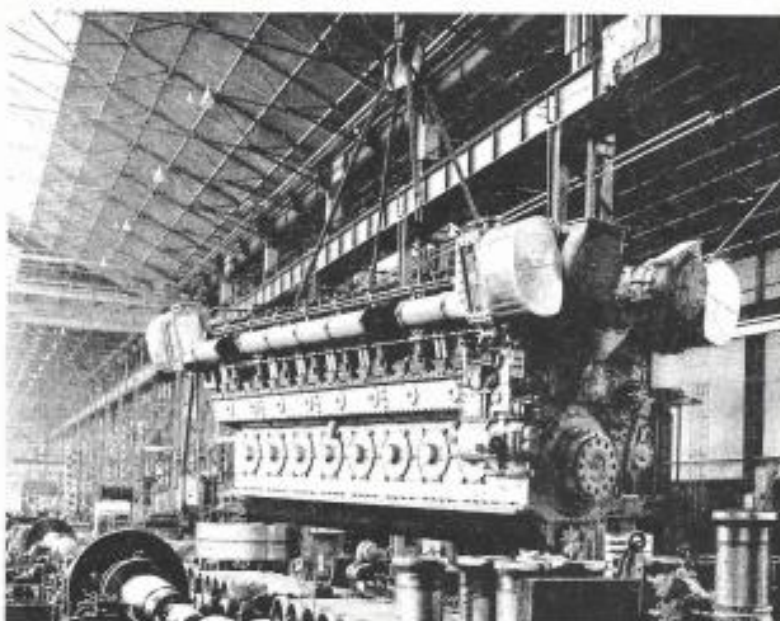
Igor BELAMARIĆ
dipl. inž.

Novi srednjohodni motori u brodskoj strojarnici

Razvoj i proizvodnja brodskih dizel motora ide proteklih dvadeset godina krivudavom i trnovitom stazom. Bijaše i pravih drama: gašenje i silaženje sa scene Stork i Doxford sporohodnih motora npr. zatim uvođenje i ubrzo napuštanje motora jedometarskih promjera, tzv. „katedrala” ili „dinosaur”. Razvijani su novi tipovi srednjohodnih motora, izrađivani prototipovi te odbacivani i prije praktične primjene i provjere. Mijenjane su izvedbe napunjenja i načina ispiranja, uz popratne pokude i reske replike. Ugledni će se proizvođač godinama ograđivati od ispušnog ventila u glavi cilindra (*Ceterum censeo*... zašto si zadavati brige nepotrebnim ventilima, moglo bi se parafrazirati), da bi ga odjednom i sam uveo promijenivši ujedno i sistem ispiranja i štošta drugo. Dobro je to – ne osjetiti se sputanim te kročiti naprijed. Toplinski proces dizel motora znatno je poboljšao, a smanjivanjem broja okretaja osovine direktno spojenih motora povišen je i stupanj iskoristivosti propulzije. Tako je za danu nosivost, formu i brzinu broda smanjen potrošak goriva, na probitak brodovlasnika i na opće dobro.

S druge strane u ovom se trenutku razvoja dizel motora nameće pitanje sudbine sporohodnog dvotaktnog motora s poprečnim načinima ispiranja i omjerom stapa i promjera $s/d = 2$ i niže. Ne griješe li oni koji misle da ih treba baciti u ropotarnicu?

Stranputice i razvojna lutanja dizel motora imaju i određene ekonomske implikacije. Razvoj, proizvodnja prototipa i napuštanje stoji mnogo novaca pa se to moralo odražavati na cijene motora na tržištu. To pogađa sve strane: proizvođača motora, brodograditelja i brodovlasnika.



SEMT–Pielstick uvodi četvrtu generaciju PC–motora. Hoće li smanjeni potrošak goriva i manji broj okretaja novih srednjohodnih motora zaustaviti njihovo uzmicanje pred sve ekonomičnijim sporohodnim dvotaktnim motorima?

Protekli dvadesetogodišnji razvojni hod bilježi pozitivne konstante kao što su:

- postupno povećanje srednjeg efektivnog tlaka, a time i momenta torzije za dani učin motora,
- smanjivanje specifičnog potroška goriva,
- smanjivanje veličine i mase motora za dani učin,
- povećanje sigurnosti i pouzdanosti rada.

Taj napor i domaćaje treba utoliko više cijeniti što je proizvođačima motora nametnut zadatak da u cilindre uštrcavaju (i da u njima izgaraju) vrlo teška

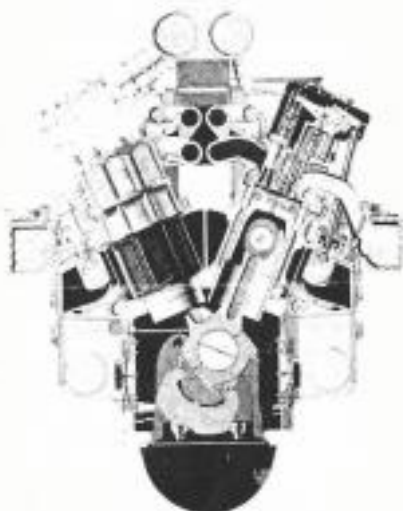
goriva koja sadržavaju mnoge škodljive i agresivne sastojke.

Pitanje potroška goriva dramatično se nametnulo prije desetak godina, da bi potrajalo do dana današnjeg. Započelo je tzv. naftnom krizom, kako je eufemistički nazvana činjenica poskupljenja goriva. Šire i dalje gledano, poskupljenje zemnih ulja i njihovih derivata bilo je potrebno da bi se obuzdalo neumjerenost, rasipanje i rastrošnost suvremenog čovjeka. Sjetimo se da su se prije petnaestak godina „sanjala” brodska dizel-motorna postrojenja sa više od 250 000 kW. Činjenica jest da je ispreza-

nje suvišnih konja iz brodskih zaprega uslijedilo kao nužda, uslijed ekonomske prisile; dočim je ljudski razbor tu bio u drugom planu. Zacijelo će se jednog dana moći zaključiti da je spomenuti čin pšokupljenja goriva imao za čovječanstvo i dalekosežnih pozitivnih efekata.

Četverotaktni srednjohodni dizel motori kao glavni brodski strojevi, odlučnije se uvode prije punih trideset godina. Slijedi njihov postojani uspon da bi sedamdesetih godina došlo do ozbiljnijeg nadmetanja sa do tada suvereno vladajućim, sporohodnim dvotaktnim motorima. I kad se već činilo da ćemo promatrati utriku dvaju ravnopravnih takmaca, došlo je do spomenutog problema s gorivom, što će proteklog desetljeća donijeti prevagu sporohodnim dvotaktnim motorima. Nametnutu potrebu „probavljanja“ teških goriva nisu mogli srednjohodni motori obavljati tako uspješno kao prostorniji sporohodni, a i specifični potrošak goriva i maziva je u potonjih bio manji.

Program vodećih proizvođača brodskih motora, M.A.N.—B&W, i Sulzera obuhvaća kako sporohodne tako i srednjohodne motore. Istina, za potonjeg je uvijek bilo karakteristično intenzivnije razvijanje dvotaktnih sporohodnih nego srednjohodnih motora. Upravo je Sulzer uvođenjem RTA tipa s najnižim potrošcima goriva i okretajima manjim od 100 u minuti (najnoviji model RTA84M, kao komplet postojebnog promjera 840 mm ima samo 55 min⁻¹ i specifični potrošak goriva od 158 g/kWh), odlučno potisnuo srednjohodne motore. Ujedno je, prvi put u povijesti motora s unutarnjim izgaranjem, ukupni stupanj iskoristivosti, termički i mehanički, dosegao i prekoračio brojku od $\eta = 0,5$.



Poprečni presjek srednjohodnog motora PC4

Pielstickov zaokret i uzlet

U uvođenju i razvoju srednjohodnih motora kao glavnih brodskih strojeva SEMENT-Pielstick je odigrao pionirsku ulogu. I više od toga: više nego ijedan drugi proizvođač srednjohodnih motora, u proteklih trideset godina, Pielstick je s neviđenom upornošću propagirao i dokazivao njihovu životnost i opravdanost. Možda je stoga pravo i normalno da je upravo SEMENT-Pielsticku pripala uloga obnovitelja. Inače mu je primat u proizvodnji posljednjih godina bio ugrožen od drugih proizvođača srednjohodnih motora, osobito, od solidnog MaK-a iz Kiela.

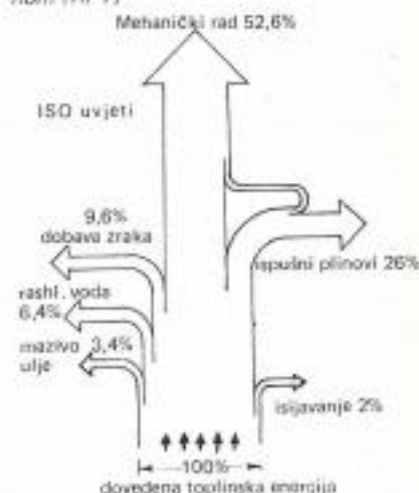
Tako ovaj francuski proizvođač uvodi danas čak tri nova modela, četvrtu generaciju svojih PC-motora, da bi osviežio i dao novi zamah uzdrmano srednjohodnoj obitelji. Tri bitne odlike rese novouvedene PC-motore:

- neslučeno mali specifični potrošak goriva,
- relativno mali broj okretaja,
- linijska konfiguracija cilindara.

Pogledajmo tabelarni pregled njihovih glavnih karakteristika:

Model	PC20	PC30	PC40
Promjer, mm	400	425	570
Stapaj, mm	550	600	750
Cilindarski volumen, l	69,08	85,07	191,28
Broj cilindara	6-9	5-9	6-9
Učin po cilindru, kW	550	736	1215
Broj okretaja, min ⁻¹	450	450	350
Stapna brzina, m/s	8,2	9,0	8,25
Srednji efektivni tlak, bar	21,6	23,05	21,75
Omjer stapaja prema promjeru	1,375	1,412	1,316
Omjer snage, kW/l	7,96	8,65	6,35
Specifični potrošak goriva, g/kWh	171	158*	160*
Raspon snage, kW	3300-4950	3680-6625	6075-10935

Toplinska bilanca motora PC30 optimizirana pri 0,85 mcr s dodatnom turbinom (RPT)



stapna brzina (c_m) iznosi 9,0 m/s pa je tako na granici, koju se inače nerado prekoračuje. Tu je i najveća koncentracija snage po jedinici duljine motora i po cilindarskom volumenu. Uz pomoć dodatne pogonske turbine (RPT) specifični je potrošak (sfc) sveden na svega 158 g/kWh, što konkuriira i spo-

Uz pomoć dodatne turbine - RPT.*

Modeli PC20 i PC40 predstavljaju razvoj svojih prethodnika, tj. motora PC2 i PC4. Promjeri su tu zadržani, ali je stapaj produljen, a model PC30 nema svog prethodnika i tu su primijenjeni neki novi koncepti, kao način hlađenja stapa. Moglo bi se reći da je uvođenje takvog novog modela, uz neke ekstrapolacije, stanoviti rizik. Jer, kako se vidi, PC30 je mehanički i termički najopterećeniji. Tu je srednji efektivni tlak (mep) čak puna 23 bara, dok je maksimalni podignut na 180 bara. Srednja

rohodnim motorima s najnižim potrošcima.

Uspoređujući specifične potroške goriva između PC30 i PC40 upada u oči razlika od 2 g/kWh u korist PC30, pri čemu oba motora koriste isti BBC-sistem puhalo s dodatnom turbinom RPT. S obzirom na veći promjer stapa i manju brzinu modela PC40 očekivalo bi se suprotno, osim ako nije riječ o efektu većeg kompresionog omjera, (F. BOŠNJAKOVIĆ, *Nauka o toplini I*, str. 295, Zagreb 1947).

Omjer stapaja prema promjeru (s/d) srednjohodnih motora standardno se kretao tek nešto iznad jedinice, dapače bilo je primjera s omjerom $s/d = 1$, tzv. „kvadratni motor“. Ovdje su ti omjeri znatno povećani, a model PC30, sa svojim $s/d = 1,412$, zacijelo je najdalje išao od svih srednjohodnih motora uopće.

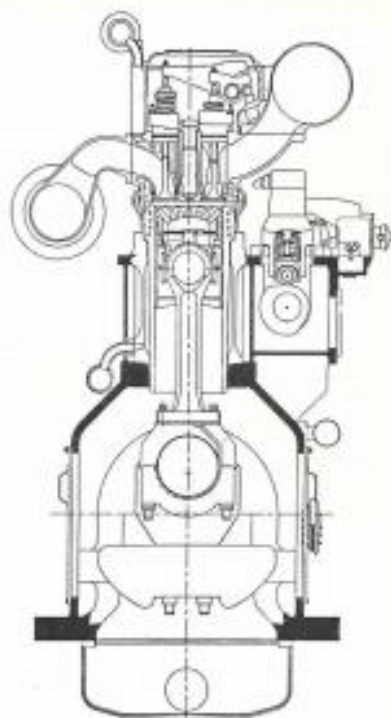
U pogledu veličine srednje stapne brzine (c_m) ovdje se SEMT-Pielstick držao dobrog ustaljenog standarda. Treba istaknuti stapnu brzinu modela PC20 i PC40 od 8,2 i 8,25 m/s. Potonja je dovela do vrlo pogodnog broja okretaja modela PC40 od 350 min^{-1} . Treba očekivati da će upravo taj, relativno mali broj okretaja, osigurati uspjeh motoru PC40. Naime, s obzirom na redukcione prigone za danu snagu povećan je ulazni moment, ali se za dani izlazni broj okretaja smanjuje prijenosni omjer (i), odnosno za dani će prijenosni omjer biti postignut manji broj okretaja propelerne osovine. Time će ovaj motor biti prikladan za spajanje s konvencionalnim kao i s planetarnim prigonima. U odnosu na druga dva modela, PC40 je sa svojih 6,35 kW/l volumena najmanje opterećen. Bila bi grehota ukoliko bi pri daljnjem razvijanju motora PC20 i PC40, a u želji za povećavanjem snage, bila povisivana njihova stapna brzina.

U pogledu odabrane stapne brzine modela PC30, možda će buduće iskustvo i razvoj pokazati da je treba približiti broji od 8 m/s.

Srednji efektivni tlakovi (mep) od punih 21, odnosno 23 bara standardno su solidno visoki, osobito potonji. Naravno, za trajni pogon računa se zasigurno s 10 do 15% nižim vrijednostima.

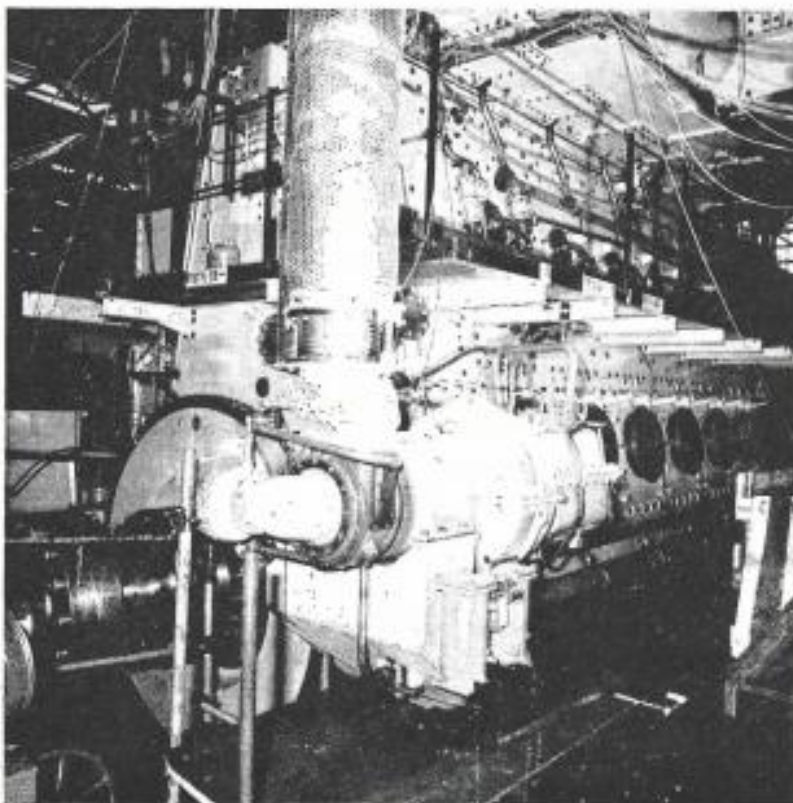
Napokon, zanimljiva je činjenica da se sva tri modela zasnivaju isključivo na linijskoj konfiguraciji cilindara. Tako je Pielstick zatvorio krug: počeo je s L-izvedbom, nastavio i dugo gradio V-motore, da bi se vratio L-modelu. Ovaj se korak može pozdraviti jer je L-izvedba, u principu iz više razloga, primjerenija brodskoj strojarnici. S obzirom na uvodne rečenice može se spomenuti kako je prije nekoliko godina jedan proizvođač, očigledno impresioniran dobrom prodom PC-motora V-izvedbe, osnovao svoj novi tip motora predviđajući isključivo V-konfiguraciju da bi, tek na nagovor sa strane, uveo i linijsku izvedbu.

Zaključimo sa činjenicom da se u krilu združene BI „Jadranbrod“ uspješno grade sporohodni dvotaktni kao i srednjohodni četverotaktni dizel-motori po



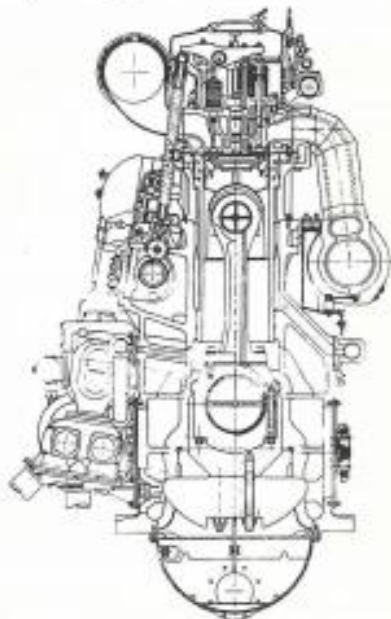
Poprečni presjek motora PC30L/LE

Dizel motor SEMT Pielstick u probnom radu



licencama vodećih proizvođača. Visoka kvaliteta izradbe potvrđena je i međunarodno priznata. Te okolnosti bitno ublažuju moguće negativne efekte iz vanjskih mijena na naše brodske strojarstvo.

Poprečni presjek motora PC20L – 400



Objavljeno: „Vjesnik“ saveza udruženja pomorskih strojara SFRJ, 1986. godine

Entropija (II. dio)

Drugi zakon termodinamike upravlja svijetom !

entropija

Termodinamika i njeni zakoni

Da bi se lakše shvatilo što je osnovni uzrok većine ovih zala, trebamo malo obnoviti naše znanje o termodinamici stečeno u školama, poglavito prvi i drugi zakon.

Termodinamika je dio znanosti o toplini i proučava pretvorbu toplinske energije u mehanički rad i obrnuto. Leonard Sadi **Carnot** (1796.-1832.), francuski znanstvenik fizičar koji se smatra osnivačem moderne termodinamike, 1824. je godine u svom traktatu **Reflexions sur la puissance motrice du feu**, postavio načela rada idealnog toplinskog stroja.



Slika 11. L.S. Carnot



Slika 12. J.P. Joule

Kasnije je (1840.-1843.) engleski fizičar James Prescott **Joule** postavio osnove termodinamike, kada je nizom pokusa nedvojbeno dokazao da se prijelaz topline u rad uvijek odvija po količinskim zakonima. Glavnu bit termodinamike čine njena tri ili četiri osnovna zakona:

- Početni, ili nulti zakon termodinamike određuje temperaturu kao funkciju stanja sustava. Ako su dva sustava u ravnoteži s trećim, onda su i međusobno u ravnoteži, pa imaju i jednake temperature, bez

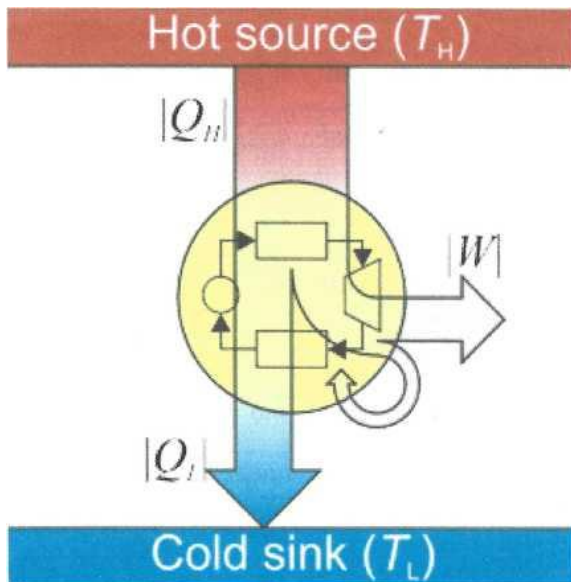
obzira na sadržaj ukupne količine unutrašnje energije u svakom od njih.

Prvi zakon termodinamike izveo je 1847. godine, njemački prirodoslovac Hermann Ludwig von Helmholtz, na temelju prethodnih radova Carnota i Joulea. Ovaj osnovni zakon prirode u općem obliku (primjenjiv na sve oblike energije) kaže da je zbroj količina topline i mehaničkog rada u zatvorenom sustavu konstantan. Količina topline predana nekom zatvorenom sustavu troši se na povećanje njegove unutrašnje energije i na svladavanje tlaka koji se opire povećanju volumena nastalog zagrijavanjem.



Slika 13. H.L.F. Von Helmholtz

Prvi zakon termodinamike može se nazvati i **zakon o očuvanju energije**, jer govori da energija nije nikad izgubljena već je samo pretvorena iz jednog oblika u drugi. To nadalje znači - za svaki rad potrebno je utrošiti odgovarajuću količinu **iskoristive energije** i time se ista pretvara u neiskoristivu. Također se može kazati - **količina ukupne energije i materije u svemiru nepromjenjiva je, pa materija i energija ne mogu biti stvorene ili uništene**. Ovaj osnovni zakon prirode dobiva 1905. godine novu dimenziju kada je Albert Einstein uveo ekvivalentnost mase i energije, i to izrazio poznatom jednačinom:



Slika 14. Toplinska bilanca idealnog toplinskog stroja (Heat Engine)

$$E = m * c^2$$

Drugim riječima, ova jednačina kaže da se pretvorbom vrlo malih količina materije dobivaju jako velike količine energije. Pretvorbom mase od 1 grama materije dobiva se energija od $9 * 10^{13} \text{ J} \cong 25 \text{ GWh}$!

Drugi zakon termodinamike (**Zakon entropije!**) ukazuje na smjer u kojem se odvija pretvorba toplinske energije u mehaničku - ista pretvorba kako je opisana u prvom zakonu. Već je Carnot 1824. godine došao do zaključka da su za pretvorbu topline u rad potrebna dva spremnika topline na različitim temperaturama. Prelaskom iz

toplijeg u hladniji spremnik, dio topline pretvara se u rad. Preostala toplota koja se nije pretvorila u rad degradira, tj. prijeđe na spremnik s nižom temperaturom. Carnot je prema ovoj tvrdnji odredio maksimalni stupanj iskoristivosti idealnog toplinskog stroja s kružnim procesom pretvorbe topline u rad, i to uobličio sljedećim jednostavnim matematičkim izrazom:

$$\eta = \frac{Q_H - Q_L}{Q_H} = 1 - \frac{T_L}{T_H}$$

(η - stupanj iskoristivosti)

Udruga pomorskih strojara Split i Pomorski fakultet u Split

gdje su T_H apsolutna temperatura toplijeg spremnika, T_L apsolutna temperatura hladnijeg spremnika, Q_H ukupno raspoloživa toplota za prijelaz, Q_L onaj dio te topline koji degradira, tj. ne izvrši nikakav rad što, u stvari, predstavlja bit drugog zakona, dok izraz $Q_H - Q_L$ predstavlja količinu topline pretvorenu u rad W . Zakon utvrđuje da pri toplinskim procesima dio topline uvijek neminovno degradira. Matematička formulacija kakvoće toplinskog procesa može se izraziti s pomoću fizikalne veličine koja se naziva **entropija** (S) i koju je u termodinamiku uveo njemački teoretski fizičar Rudolf Emanuel Clausius. Taj izraz glasi:

$$S = Q/T,$$

gdje S predstavlja entropiju, Q ukupnu količinu topline i T temperaturu sustava. Prema ovoj jednadžbi vidi se da je entropija (stupanj degradiranosti) nekog sustava to veća što je niza temperatura istog sustava u kojem je sadržana određena količina topline Q . Svakim prelaskom topline na spremnik s nižom temperaturom, tj. pretvorbom topline u mehanički rad, dio topline degradira i time raste ukupna entropija sustava. Da rezimiramo dakle drugi zakon: **materija i energija mogu se mijenjati samo u Jednom smjeru, tj. od uporabljivosti ka neuporabljivosti, od korisnosti ka nekorisnosti ili od središtenosti ka nesredištenosti**. Taj zakon objašnjava kako svaki put kad koristimo energiju, plaćamo za to stanovitu „kaznu“. Kazna se sastoji u smanjivanju ukupne količine dostupne energije, koja bi eventualno mogla obaviti neki rad u budućnosti. Mjeru ove degradacije nazivamo **ENTROPIJOM**.

Kako je već spomenuto, entropija je dakle pojam kojim se može označiti degradacija, ali ne samo toplinskih već i drugih energetske procesa i stanja, bilo da se radi o mehaničkoj, potencijalnoj (energiji položaja), kinetičkoj, električnoj, magnetskoj, svjetlosnoj, nuklearnoj ili nekoj drugoj vrsti energije. Objasnimo ovo samo na jednom primjeru; ako imamo dva bazena ili spremnika za vodu, jedan na višem, a drugi na nižem položaju, tada, ako pustimo vodu da istječe iz višeg u niži spremnik taj protok vode možemo koristiti, recimo, za proizvodnju električne energije putem vodoturbine i generatora. Jednom kad je sva voda istekla iz višeg spremnika, njenu energiju položaja više ne možemo koristiti. Isteklu vodu iz nižeg spremnika trebali bi vratiti tj. prepumpati natrag u viši spremnik, a za to nam je potrebno uložiti energiju. To se u praksi i radi kod reverzibilnih hidrocentrala gdje tijekom noći, kad je potrošnja manja, ionako neiskoristivu tzv. „jalovu“ energiju rabimo da bi pumpama vratili vodu u viši bazen za ponovno korištenje tijekom dana, kada je potrošnja najveća.

Postoji nekoliko definicija entropije, a to su:

- kvantitativna mjera količine toplinske energije koja se može pretvoriti u rad u zatvorenom termodinamičkom sustavu,
- mjera nereda ili nasumičnosti u nekom zatvorenom sustavu,
- težnja sveskolike materije i energije u svemiru da završi u stanju inertne nepromjenjivosti,
- naziv za neizbježnu i postojanu degradaciju nekog sustava ili društva,
- mjera za gubitak informacija u odaslanju poruci.

Udruga pomorskih strojara Split i Pomorski fakultet u Split

U osmišljavanju ovih zakona o energiji i njenim pretvorbama, osim navedenih, sudjelovalo je još podosta vrsnih znanstvenika svoga doba. Nijemac **Leibnitz** i Englez **Newton** uveli su koncem šesnaestog stoljeća pojam „kinetičke energije“, dok je **J. Bernoulli** iznio prvu zamisao o „održanju energije“. Zakon o održanju energije u mehaničkim procesima u današnjem obliku postavio je 1788. godine Francuz Lagrange. U optiku je pojam održanja energije uveo **Fresnel** 1823., dok **R. Mayer** (1842.) i Joule (1843.) dokazuju istoznačnost topline i mehaničke energije, te uvode novi pojam „toplinska energija“.

Prva dva zakona termodinamike ujedno nam ukazuju kako je nemoguće ostvariti „vječni stroj“ ili „**Perpetuum mobile**“. „**Perpetuum mobile** prve vrste“ bio bi takav stroj koji bi radio bez izvanjskog ulaganja energije. „**Perpetuum mobile** druge vrste“ bio bi stroj koji bi toplinu koja se nalazi u jednom jedinom spremniku mogao izravno i bez posrednika (putem magije?!) pretvarati u neki rad. Potpuna neostvarivost ovih dvaju koncepata, koje su mnogi pokušali oživotvoriti, predstavlja empirijski dokaz za prvi i drugi zakon termodinamike.

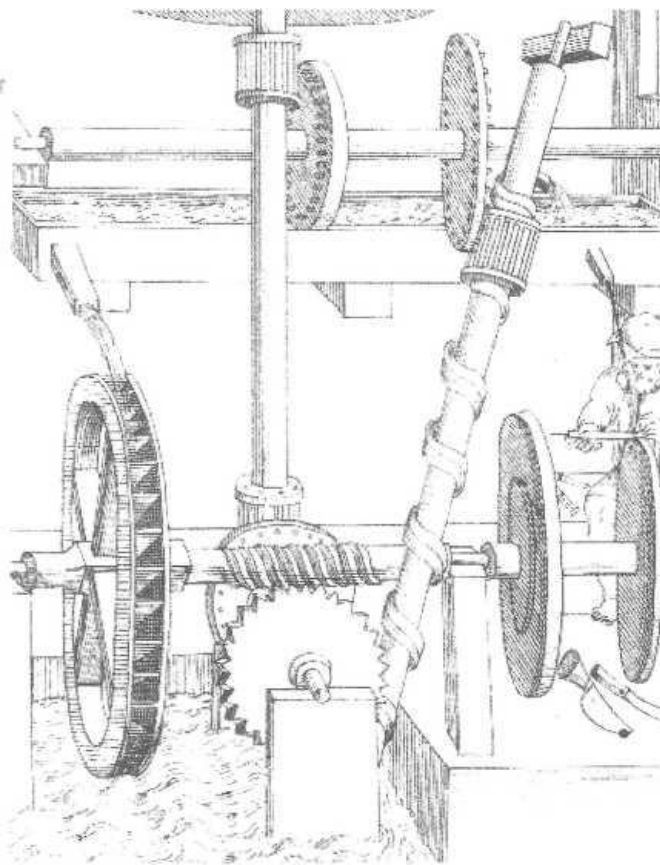
Oba se ova zakon dadu svesti na još jednu jedinu kratku rečenicu koja objašnjava cijelu ovu tematiku: **Ukupan sadržaj energije u svemiru je nepromjenjiv, a ukupna entropija u svemiru i njegovim sastavnicama neprestano se povećava.**

Postoji i treći zakon termodinamike koji se neće ovdje razmatrati, jer nije toliko bitan za ova razglabanja.

Dosadašnji svjetonazori

Svijet još uvijek živi i djeluje pod utjecajem oko četiri stoljeća stare njutnovske mehaničke paradigme svijeta. Nju je potakao **Isaac Newton** (1642. -1727.), objavivši svoja tri poznata zakona o dinamičkim odnosima među tijelima i silama u gibanju i mirovanju. Prije njega, toj su paradigmi svojim teorijama utrti put **Francis Bacon** i **Rene Descartes**. Nakon tri stotine godina mi još uvijek živimo i djelujemo na temeljima njihovih ideja.

Mehanicistički nazor na svijet bavi se isključivo materijom u



Slika 15. Uređaj za poliranje što ga stavlja u pogon perpetuum mobile (bakrorez iz 1617. godine)



Slika 16. I. Newton

Udruga pomorskih strojara Split i Pomorski fakultet u Split

gibanju, jer to je bilo jedino što se moglo matematički mjeriti. Takav svjetonazor više odgovara strojevima nego ljudima. Nije bio dalek put od razmatranja čiste materije do ostvarenja čistog materijalizma, kao životne filozofije.

Osnovno je da postoji red među stvarima, a taj red bio je potvrđen matematičkim formulama i znanstvenim promatranjima. Utvrđeni su prirodni zakoni koji vladaju u svemiru. Još je preostalo pronaći način kako, u svrhu stvaranja savršeno uređenog društva, zbrkano ponašanje ljudi i slabo funkcioniranje države i gospodarstva prilagoditi prirodnim zakonima. Tako je Englez **John Locke** (1632.-1704.) zaključio da religija ne može biti prirodni temelj društvu. On je, udaljivši Boga od čovjekovih poslova, kao što ga je Bacon udaljio iz prirode, pretvorio ljude u obične fizičke pojave, koje su, u hladnom mehanicističkom svijetu, u međudjelovanju s ostalim dijelovima materije. On je tada ustvrdio:

„Jednom, kad prekinemo s beskorisnim običajima i praznovjerjem, budući da je društvo sastavljeno isključivo od pojedinaca koji sami određuju vlastite ciljeve, to će društvo imati jednu i jedinu svrhu - zaštititi imetak svojih članova i dopustiti uvećavanje tog imetka“.



Slika 17. J. Locke



Slika 18. Geološka karta svijeta

Na ovakvom sebičnom principu društvo postaje materijalističko i individualističko, jer to je „prirodan poredak stvari“. Od pojedinca se očekuje zgrtanje osobnog imetka, a od društva da ga u tome štiti, pa je vlastiti interes postao jedini važan motiv društva. Dakle, cilj je države osigurati ljudima slobodu kako bi oni novostečenu vlast nad prirodom iskoristili za stvaranje bogatstava. Sve do danas društvena uloga države razvijala se je u potpomaganju ljudima u podjarmljivanju prirode. To se čini s ciljem kako bi čovjek mogao postići materijalni napredak i komfor za kojim žudi. Stalno je prisutna težnja ka potpunom oslobađanju od robovanja prirodi. Priroda je od koristi samo onda ako je čovjek oplođuje svojim intervencijama i radom. Neograničeno gomilanje bogatstva i novca smatra se također prirodnim. U pogledu ratova i

revolucija, pojava kakve bi to gomilanje bogatstva moglo eventualno izazvati, naš teoretičar Locke smatrao je da ljudska bića nisu prirodno zla niti lošeg morala već im je, naprotiv, dobrota pri-rođena. Zlima ih čini oskudica i neimaština. Priroda je izdašna i još uvijek ima dovoljno za svakoga, čak i pretiče. Neprestanim povećavanjem bogatstava u društvu poboljšavat će se i društveni sklad, pa ljudima neće biti potrebno ratovati. Tako je ovaj teoretičar postao zagovornikom materijalnog obilja i neograničene ekspanzije. Što se pak ratova i revolucija tiče, čovječanstvo se je u prošlom stoljeću uvjerilo koliko je ova teorija klimava i neosnovana.



Slika 19. A. Smith

Drugi engleski teoretičar, ovaj put ekonomist, Adam Smith (1723.-1790.) po nacionalnosti Škot, također je zaljubljenik u mehanicistički svjetonazor. On vjeruje kako je slobodno, nesputano poslovanje i natjecanje među razboritim i poduzetnim pojedincima najprikladniji način da se proizvede bogatstvo. Sve što unapređuje razvoj treba poticati, a svrha ekonomije je stalno proširivanje tržišta.

Kada je Charles Darwin u knjizi „O podrijetlu vrsta“ 1859. godine objavio svoju teoriju o biološkoj evoluciji, činilo se da će ona potisnuti mehanicistički svjetonazor i postati potpuno novo načelo u procesu organiziranja društva. To se uopće nije dogodilo. Darwinova teorija je zapravo postala privjesak Newtonovom mehaničkom svijetu, jer se na nju gledalo kao na dokaz da se uvećavanje reda i u biološkom svijetu neprestano događa. Svaka sljedeća životna vrsta bolja je i savršenija od prethodne, što je siguran dokaz o valjanosti teorije o stalnom napretku u uređenju svijeta.

Temeljne, ali pogrešne postavke mehanicističkog pogleda na svijet i danas su još uvijek aktualne. Jezgrovito, one se mogu izraziti ovako:

- Svemirom vlada precizan matematički poredak izveden iz promatranja gibanja nebeskih tijela,
- Na Zemlji, većina stvari nalazi se u primitivnom stadiju i u stanju nereda i zbrke,
- Stvari na Zemlji potrebno je preurediti da bi se ostvario kakav - takav red, makar približan onom koji vlada u cijelom svemiru,
- Za preuređivanje prirode treba primijeniti znanstvene principe mehanike, a u cilju unapređenja materijalnih interesa ljudi.



Slika 20. C. Darwin

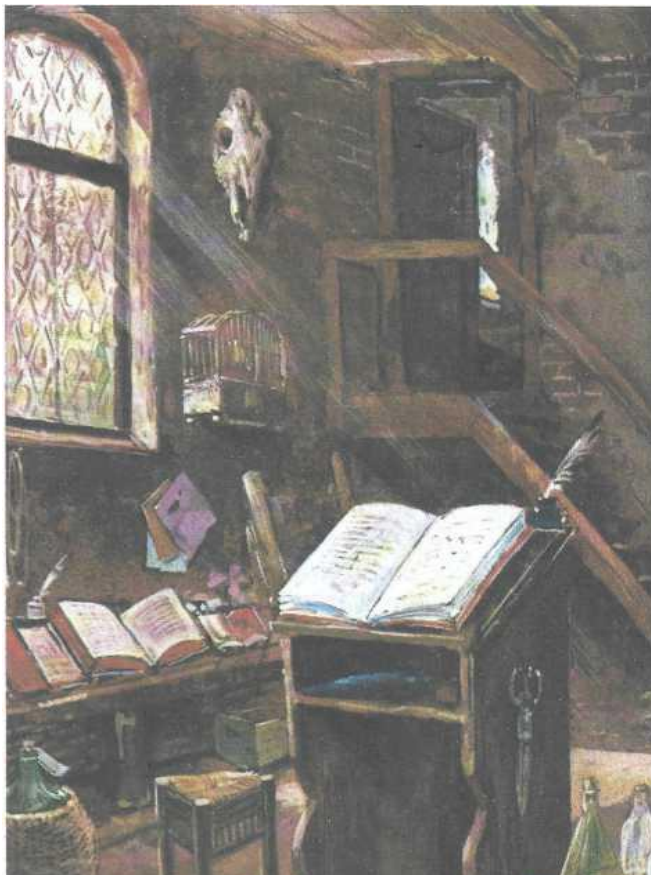
Na osnovi izloženog dalo se zaključiti; što više materijalnih dobara gomilamo, to svijet postaje sve uređenijim. Prema tome, napredak (ili tzv. „progres“) sastoji se u postizanju sve većeg materijalnog obilja. Time se preuređuje i poboljšava svijet u kojem živimo. Na napredak moramo gledati kao na proces kojim se manje uređen svijet prirode oblikuje kako bi se dobio uređeniji materijalni okoliš. Napredak stvara veću vrijednost u prirodi od one što je ona imala u prvobitnom stanju. Shodno tome, znanost je metodologija kojom učimo o zakonima prirode, kako bi tu istu prirodu podvrgli sebi i svojim zahtjevima. Uz primjenu tih načela, tehnologija nam služi za pretvorbu prirodnih procesa u nama korisne oblike. Tako uobličena priroda viših je vrijednosti, strukture i reda nego u svom prvobitnom stanju.

Takav svjetonazor, koji sebi prisvaja pravo da neupitno objašnjava svijet u kojem živimo, danas gubi svoju vitalnost i približava se svome neumitnom završetku. Osnovni razlog tome jest što se energetska podloga na kojoj je taj svjetonazor niknuo iscrpljuje sve jačim i jačim tempom. Još se ne vidi načina kojim će današnji svijet uspješno prebroditi krizu koja ga prije ili kasnije neminovno očekuje. Budućim generacijama, ako ih uopće bude, slika svijeta kao jednog velikog stroja izgledat će jako naivnom. Oni će morati živjeti unutar jedne potpuno nove paradigme koja će biti u skladu s prirodom, a ne protiv nje.

Kroz povijest, svjetonazori su se uobličavali, prihvaćali i mijenjali shodno energetske podlogama koje su tad stajale na raspolaganju i koristile se u određenim povijesnim razdobljima. Tako bi svjetonazori lovačko-sakupljačkih kultura bili posve neprimjereni ratarskom okruženju, kao što bi i pogledi na svijet ratarskih društava bili potpuno neprimjereni nekoj razvijenoj industrijskoj sredini. Dakle, energetska podloga postavlja široke granice unutar kojih onda ljudi odabiru sustav mišljenja i vjerovanja kojeg će usvojiti.

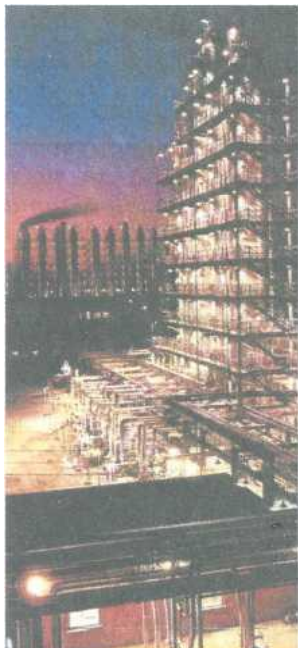
Svjetonazor starih Grka i ranih Kršćana odražavao je zbilju energetskog okoliša, a počivao je na živim, obnovljivim izvorima energije. Uz obnovljiva prirodna bogatstva, zamisao o razvoju od reda prema kaosu i od života prema smrti stalno je bila prisutna i podsjećala na smjer kojim život teče na zemlji. Kršćanski svjetonazor, koji je vladao u Zapadnoj Europi tijekom čitavog srednjeg vijeka, shvaćao je život na ovom svijetu samo kao predah u pripremanju za drugi, bolji svijet. Premda je odbacio vjerovanje starih Grka kako svijet od početka, u određenim ciklusima, teži od savršenstva ka propadanju i svome kraju, kršćanski svjetonazor se slaže da je povijest ustvari proces propadanja. Po kršćanskom vjerovanju, povijest dokazuje da čovječanstvo vodi neprestanu borbu sa snagama zla, koje stalno siju kaos i razdor u ovome svijetu. Kao ni Grci, ni Srednji vijek nije shvaćao povijest kao razvoj i materijalni napredak. Ciljevi čovječanstva u to vrijeme nisu bila nikakva dostignuća. Glavni cilj bio im je kako spasiti dušu za vječni život.

Prijelazom na neobnovljive oblike energije, na fosilna goriva, prešli smo iz svijeta ciklusa i tijeka, u svijet kvantitativnih skokova i carstva neživih predmeta. Neobnovljive sirovine predstavljaju neživu tvar koja se daje mjeriti i naručiti, za razliku od obnovljivih prirodnih bogatstava koji se u dužem razdoblju stalno mijenjaju, nastaju ili propadaju, pa se na njih ne



Slika 21. Kabinet srednjovjekovnog znanstvenika

može primijeniti Njutnovska mehanička paradigma, s njezinim mjerenjima, matematičkim formulama i određivanjima položaja i udaljenosti.

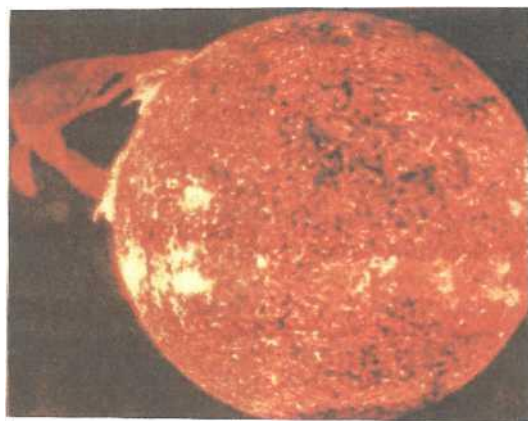


Slika 22. Rafinerija nafte u Teksasu

Treba se zapitati kako to da je pojam težnje ka neograničenom napretku zavladao usporedno s idejom o svijetu kao stroju. To se desilo najvjerojatnije zbog toga što je društvo postalo svjesno goleme, prividno neiscrpne zalihe uskladištene Sunčeve energije koja se je nataložila pod Zemljinom površinom tijekom tri milijarde godina. Kad smo pohlepno zgrabili u to „neiscrpivo skladište energije“, raniji koncepti o ciklusima i dobima postepeno su tonuli u zaborav. Nije više bilo potrebno čekati da Sunce izađe i obasja Zemlju stvarajući, energiju i život. O ne, sada je energije bilo dovoljno da nadomjesti Sunce, pa su ljudi povjerovali da se više nikad neće morati oslanjati na prirodu i njezine mijene. Naprotiv, oni će uz pomoć tehnologije i strojeva mijenjati tu prirodu, da je naprave boljom i prilagode je svojoj zamisli o redu i uređenosti. To se radilo s ciljem da ljudi sebi osiguraju što više materijalnih dobara i ovozemaljskih ugodnosti. Tako je vrijeme izgubilo povezanost s prirodnim tijekom događaja i postalo samo mjera za tempo kojim možemo iskorištavati Sunčevu energiju uskladištenu u slojevima ugljena i bazenima nafte.

Energija i njeni izvori

Energija, koja u biti sva potječe od Sunca, temelj je cjelokupnog života. Sunčeva energija uložena je, u ovom ili onom obliku, u sve što je čovjek ikad napravio. I samo Sunce, kao i sve ostalo u svemiru, slijedi zakon entropije sagorijevajući samog sebe, ali ono je toliko veliko da mu kraj predviđamo tek u vrlo dalekoj budućnosti.



Slika 23. Naša zvijezda Sunce s ogromnom protuberancom

Planet Zemlja neprestano prima energiju u obliku toplotnih zraka od svoje zvijezde, Sunca. Količina sunčeve energije koja stigne na zemlju je relativno mala, kad se gleda na jedinicu površine ili na trajanje osunčanosti, ali kad se gleda na ukupnu dnevnu količinu, onda se tu radi o ogromnoj energiji. Dio nje apsorbira sama Zemlja i flora i fauna na njoj, tj. biomasa. Dio se zagrijavanjem atmosfere pretvara u vjetrove, a dio se troši na održavanje zemljinog klimatskog sustava. Klima je u biti također transformirana sunčeva energija pretvorena, recimo, u rijeke, vodopade, gejzire, morske struje, oblake,

vjetrove i slično. Dakle, u svemu tome sadržana je Sunčeva energija koju možemo koristiti u različitim oblicima. Tako je koristimo za ishranu, grijanje, proizvodnju struje, građevni materijal ili sirovinu za dobivanje raznih drugih tvari, od goriva do medikamenata. Izvore Sunčeve

energije možemo podijeliti u dvije grupe; obnovljivi i neobnovljivi.



Slika 24. Tropska prašuma u Africi

Obnovljivi izvori energije su oni koji se mogu sami ponovno obnoviti, ostavimo li im dovoljno vremena. To se opet događa pomoću sunčeve energije koja neprestance pristiže na zemlju. Uzmimo za primjer ogrjevno drvo. Energiju sadržanu u drvima koristimo sagorjevši ih u peći, kako bi se ogrijali. Ova energija pretvorena je u toplinu, dim i pepeo. Međutim, ogrjevno drvo dobivamo sječom stabala u prirodi. Stabla fotosintezom Sunčevu energiju pretvaraju u celulozu kao osnovnu građu svakog stabla. Dakle, drvo raste i nakon izvjesnog broja godina zrelo je za sječu, pa tada ponovno imamo sirovine za ogrjev.

Ili, uzmimo drugi primjer i razmotrimo jedan vodopad. Voda koja pada s visine svojom potencijalnom energijom pretvorenom u kinetičku može izvršiti bilo kakav rad. To se najlakše izvede tako što se ta energija iskoristi za proizvodnju električne struje, koja se tada, po želji, može koristiti na razne načine. Kad je voda dostigla morsku razinu, gdje na koncu uvijek završi, njena se hidraulična energija više ne može koristiti, bilo protokom bilo padom. Međutim, morsku vodu zagrijevaju sunčeve toplotne zrake, pa voda opet isparava u atmosferu i putem kiše ili drugih padalina ponovno dopijeva na zemlju i puni njene vodne tokove. Tako ta se vrsta energije može ponovno ciklično koristiti, tj. obnovljiva je.

Neobnovljivi izvori energije su oni izvori Sunčeve energije koji su se na Zemlji stvarali tijekom dužih geoloških perioda, kada se je biomasa zatrpana u podzemlju eonima pretvarala u krute, tekuće ili plinovite tvari bogate ugljikovodicima. Te tvari danas vadimo iz utrobe Zemlje i prerađujemo u goriva ili neke druge proizvode. Energija sadržana u tim tvarima jednom iskorištena, više se ne može obnoviti i za nas je zauvijek izgubljena. To se uglavnom odnosi na ugljen, naftu i zemni plin, drugim riječima na fosilne energente.

Danas energiju definiramo kao fizikalnu veličinu, koja karakterizira stanje materije u nekom sustavu tijela ili čestica (gibanje, položaj, polja itd.), ali je, u užem smislu, definiramo i kao sposobnost nekog sustava da izvrši rad. Već smo spomenuli da postoje razni oblici, tj. vrste energije, od toplinske do nuklearne. Pretvorba energije iz jedne vrste u drugu suština je svakog procesa u prirodi, od najjednostavnijih mehaničkih (erozija) do jako zamršenih biokemijskih (fotosinteza) ili astrofizičkih procesa. Evo primjera - kad neko tijelo pada, smanjuje se njegova energija položaja (potencijalna energija), tijelo se ubrzava i povećava mu se energija gibanja (kinetička energija).



Slika 25. Šuma naftnih tornjeva blizu Los Angelesa

Mudre glave i entropija

Entropija je mjera za onu količinu energije kojom se u svakom zatvorenom sustavu u svemiru dio korisne energije pretvara u nekoristan tj. neiskoristiv oblik. Drugim riječima, entropija je mjera za količinu energije koja se više nikad ne može pretvoriti u rad. Svaki put kad se smanji ukupna količina iskoristive energije i tako izvrši neki rad, ili kad se dogodi neki proces u prirodi, određena količina energije postane neiskoristiva za budući rad, pa se entropija u tom zatvorenom sustavu time povećava.

To je shvatio francuski znanstvenik Sadi Carnot kada je proučavao princip rada parnog stroja. U tom kružnom toplinskom procesu, da bi se uopće ostvario neki rad, mora postojati razlika u temperaturama između pojedinih točaka u ciklusu. Dakle, da bi energija sadržana u pari na višoj temperaturi bila pretvorena u rad mora postojati razlika u razini energija. Koncentrirana energija (viša temperatura, viši tlak) gura stapalo stroja i pri tom se zbog ekspanzije hladi, tj. pada na nizu razinu (niža temperatura, niži tlak). Međutim, svaki put kad energija prelazi s više na nizu razinu, manje energije ostaje na raspolaganju za obavljanje rada u sljedećem ciklusu.

Navedimo opet primjer kinetičko-hidraulične energije, u slučaju vode koja preko brane pada u jezero. Taj pad može se iskoristiti za okretanje vodeničkog kola ili za vodnu turbinu koja nadalje pogoni generator električne struje ili nešto drugo. Ali, svaki put kada čestica vode dođe na nižu razinu, tj. na razinu površine jezera, ona nije više u stanju obaviti nikakav rad, osim ako negdje blizu ima još jedno jezero na još nižoj razini. Ova dva stanja energije nazivaju se **iskoristivo** ili slobodno stanje, nasuprot **neiskoristivom** - ili ograničenom stanju.

Pojam "termodinamika" podsjeća na nešto vrlo zamršeno. Međutim to je najjednostavnija i istodobno najupečatljivija znanstvena koncepcija za koju znamo. Prvi i drugi zakon termodinamike danas se uče na uvodnim satovima fizike srednjih škola.

Carnotov kružni proces teče između dviju izentropa i dviju izoterma. Za η_j vrijedi:

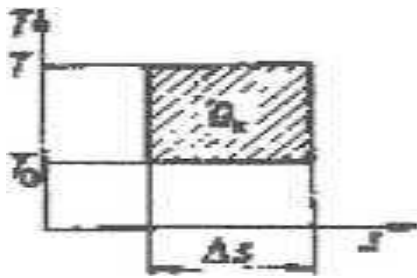
$$Q_k = (T - T_0) * \Delta S$$

a energetska korisnost iznosi:

$$\eta = 1 - T_0/T \text{ (Thompsonova jednadžba)}$$



Slika 26. Slap Victoria



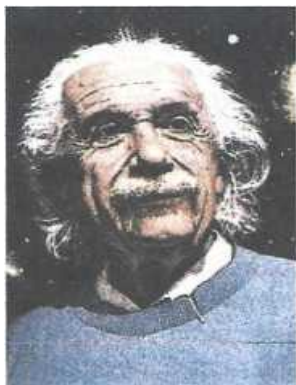
Slika 27. Carnotov idealni ciklus

Ipak, znanstvenicima je trebalo dugo vremena dok nisu konačno došli do formulacije osnovnih termodinamičkih zakona. Mnogi iznimni umovi potrošili su puno vremena, a i energije, u svojim promišljanjima, teorijama i pretpostavkama. Neobično je da su u narodu ti zakoni već odavna našli svoje mjesto u raznim poslovicama koje te zakone u potpunosti podupiru. Izreke kao što su "Ne možeš iz ničega dobiti nešto", "Ne plaći za prolivenim mlijekom", "Ne možeš pobijediti sustav" ili "Nema besplatnog ručka" većini nas dobro su poznate i stalno se potvrđuju u svakodnevnom životu.

Slavni fizičar Albert Einstein u razmišljanjima o tome koji od znanstvenih zakona zaslužuje da bude postavljen povrh svih ostalih, da bude glavni zakon svega, kaže sljedeće: „Što je neka teorija upečatljivija, a njezine pretpostavke jednostavnije, broj različitih stvari koje ona povezuje je veći pa je područje njene primjenjivosti šire. Otuda dubok dojam koji je na mene ostavila klasična termodinamika.

To je jedina fizikalna teorija univerzalnog značenja za koju vjerujem da, što se tiče primjenjivosti njezinih temeljnih pojmova, neće nikad biti srušena."

O entropiji se je vrlo slikovito izrazio suvremeni astrofizičar i mislilac Stephen Hawking koji je rekao:

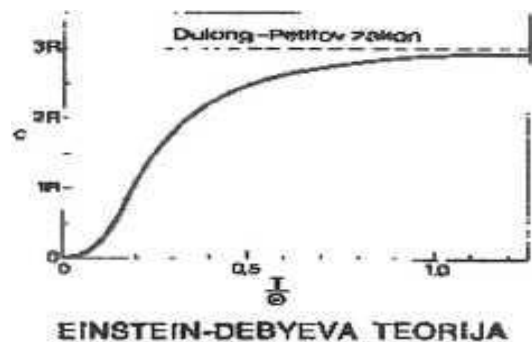


Slika 29. A. Einstein

„Odakle potječe razlika između prošlosti i budućnosti? Zakoni znanosti ne razlikuju te dvije kategorije. Ipak u običnom životu postoji velika razlika između ova dva vremenska pojma. Naime, možda ćete slučajno opaziti kako šalica čaja pada sa stola i razbija se u komadiće na podu, ali nikada u stvarnosti nećete vidjeti kako se ta ista šalica ponovno sastavlja i skače natrag na stol. Jačanje nepravilnosti ili, drugim riječima entropija, je ono što čini razliku između prošlosti i budućnosti, dajući tako pravac vremenu!"

Hawking rabi izraz „entropija“ da bi ilustrativno prikazao pravac u kojem se razvija vrijeme, pošto je vrijeme jedna od fizikalnih veličina koju nije lako u potpunosti objasniti.

Zakon entropije govori i o tome da energija u izoliranom sustavu prelazi iz sređenog u nesređeno stanje. Drugim riječima, najsređenije je stanje kad je koncentracija energije najviša u nekom sustavu, tj. količina iskoristive energije maksimalna, a entropija minimalna. Za razliku od toga, u nesređenom stanju nekog sustava, iskoristiva energija potpuno je potrošena i rasuta, a entropija je maksimalna. Prema zakonu entropije kad god se, bilo gdje na zemlji ili u svemiru, stvara nešto što je nalik na neki poredak, to se događa uz cijenu još većeg nereda u okolini. Zakon entropije ruši postojeću predodžbu o povijesti kao progresu i negira mišljenje da znanost i tehnologija stvaraju sređeniji svijet.



Slika 28. Einstein-Debyjeva teorija specifične topline čvrstog tijela

Entropiju je moguće smanjivati, ali samo uz cijenu povećanja ukupne entropije okoline. Razlog ovome je taj što svaki put kad se odvije neki događaj potraži se izvjesna količina energije, pa tako ista postane potpuno neuporabiva u budućnosti. Uzmimo za primjer snop igračih karata, složen po hijerarhiji prema brojevima i bojama. Snop je dakle u stanju maksimalnog reda i minimalne entropije. Ispadne li vam takav snop iz ruku i padne na pod, karte će se rasuti nasumce, bez ikakva reda. Da bismo pokupili karte s poda i posložili ih da budu složene kao i ranije, trebali bismo utrošiti mnogo više energije od one koju smo utrošili kad smo snop hotimice bacili na pod.

Sva utrošena ili rastepena energija pridružuje se ostaloj neuporabivoj energiji koja se je nakupila u sustavu kao rezultat svih ranijih događaja. Svaki put kad netko zapali cigaretu on umanjuje količinu iskoristive energije na svijetu i time, na infinitezimalni način, potpomaže porastu ukupne entropije. Procesi ove vrste od goleme su važnosti za čovječanstvo, jer, kako kaže jedan znanstvenik, svako ograničeno smanjenje entropije koje je dosad postigao čovjek, svojim radom ili uz primjenu strojeva, praćeno je povećanjem entropije u okolini, pa se tako ukupna entropija stalno i akumulativno povećava. Ovim načinom entropija našeg svijeta će kad tad u budućnosti dostići svoj maksimum, a kad se to dogodi, onda je cjelokupni sustav konačno i nepovratno mrtav.



Slika 30. Što bi bilo da je Gutenberg kojim slučajem imao računalo?

Mnogi sposobni umom pokušali su, zabave radi, predložiti ili izmisliti načine da se zaobiđe zakon entropije. Uz razne pretpostavke i trikove, nastojali su dokazati da se proces entropije može zaustaviti i preokrenuti, bez korištenja dodatne izvanjske energije. Faktična vjerojatnost da se to jednom u budućnosti spontano dogodi jednaka je onoj, gdje čopori majmuna nabadaju po tipkama pisaćih strojeva pa bi na taj način jednom "mogli" napisati sve knjige koje se nalaze u Britanskom muzeju (za takvu tvrdnju pristaje šatrovački odgovor: „malo morgen“!).

Svaki čin koji mi, ljudska bića, poduzmемо u ovom svijetu ili ubrzava ili usporava proces entropije. Načinom življenja i ponašanja što ga odaberemo, odlučivat ćemo o brzini kojom će se iskoristiva energija i materija u svijetu trošiti.

Sadašnji pogled na svijet, bezobzimo rasipanje energije i materije na način kao da tome nikad neće biti kraja i uvjerenost da će čovjek uvijek pronaći odgovor i rješenja za sve energetske probleme koje bi mogao susresti, predstavljaju ustvari "zabijanje glave u pijesak" i neodgovorno ponašanje prema, kako današnjoj, tako i budućim generacijama. Kada svijet i lideri koji ga vode konačno i u potpunosti to apsolviraju i počnu uvažavati ograničenost iskoristivih materijalnih i energetskih izvora, tada će tek postupno započeti promjene u ustroju našeg društva. Ono će morati korjenito promijeniti svoje poglede i ponašanja. Budućnost i opstanak ljudske rase ovisi o tome hoće li se taj obrat navrijeme dogoditi. U protivnom, morat ćemo se prepustiti odumiranju i predaji ove planete nekim puno manje pametnim ali mudrijim životnim vrstama, ako uopće išta uspije preživjeti.

U svezi s izloženim, razmotrimo sada pojam zagađenosti. Mnogima su puna usta te

riječi, pa možemo slobodno reći da postoji i „zagađenost riječima“. Nasuprot uvriježenom mišljenju kako je zagađenost nusprodukt proizvodnje, ona stvarno predstavlja ukupnu količinu iskoristive energije u prirodi koja je tijekom prošlosti pretvorena u neiskoristiv oblik. Prema tome, otpaci su rasuta i neuporabiva energija. Pošto, prema prvom zakonu termodinamike, energiju ne možemo ni stvoriti ni uništiti nego samo transformirati iz jednog oblika u drugi, a budući da se prema drugom zakonu termodinamike energija transformira samo u jednom smjeru, naime u pravcu potpune rasutosti, onda je zagađenost samo drugo ime za entropiju, koja predstavlja mjeru neiskoristive energije.

U svakom zatvorenom sustavu razlika u razinama energije nastoji se izjednačiti. Toplina uvijek prelazi s toplijeg tijela na hladnije, ili primjerice, voda uvijek teži da pada s više razine na nižu, sve dok se ne postigne energetska ravnoteža. Tada, iz tog procesa više nije moguće izvući nikakav rad ako ne dovedemo neku izvanjsku dodatnu energiju (primjer: reverzibilna hidrocentrala). Dakle, energetska ravnoteža je ono stanje u procesu gdje na raspolaganju nema više takve slobodne energije koja bi se mogla iskoristiti za obavljanje nekog dodatnog rada. Njemački fizičar **R. Clausius**, koji je god. 1868. entropiji nadjenao ime, kada definira drugi zakon termodinamike zaključuje da:

„U svemiru, kao zatvorenom sustavu, entropija (količina neiskoristive energije) uvijek teži ka maksimumu“.

Materija i entropija

Danas pogrešno vjerujemo da se gotovo sve ono što je uporabljeno daje u potpunosti reciklirati te ponovno rabiti, ako imamo za to razvijenu tehnologiju. Međutim, to uopće nije točno. Materijal može biti recikliran samo uz utrošak novih zaliha iskoristive energije koju koristimo za sakupljanje, prenošenje i tehnološku obradu uporabljenih materijala, i dakako, sve to uz cijenu povećanja entropije u sveukupnom okolišu. Nema načina da se postigne stopostotno iskorištenje otpadnih materijala. Primjerice, za većinu uporabljenih metala ekonomičnost reciklaže je danas samo tridesetak posto. Ali ipak, za budući ekonomski opstanak planete, efikasnija reciklaža bit će više nego potrebna, zbog ograničenosti zaliha nekih prirodnih mineralnih izvorišta.

Dosad smo razmatrali entropiju energije u Zemljinu sustavu. U odnosu na svemir, Zemlja je **zatvoreni sustav**. To znači da ona sa svojom okolinom izmjenjuje energiju ali ne i materiju. Što se tiče materije, s iznimkom meteorita i nešto kozmičke prašine, naša planeta ostaje zauvijek zatvoreni sustav. U cjelokupnom svemirskom sustavu golema količina materije neprestano se, svakog trenutka, pretvara u energiju (primjer: Sunce), ali obratan proces pretvaranja energije u materiju nije moguć. Sunčeva energija dopijeva na zemlju te u međudjelovanju sa zatvorenim sustavom zemljine materije, tj. mineralima i metalima, pretvara te materijale u život i njegove oblike. Ovo međudjelovanje pospješuje rasipanje ograničenih prirodnih izvorišta u zemaljskoj kori. Planine erodiraju, površinski sloj tla biva otpuhivan sa svakom sekundom koja protječe. To je razlog što, u krajnjem slučaju, čak i

obnovljivi izvori energije postaju neobnovljivima nakon dužeg iskorištavanja.

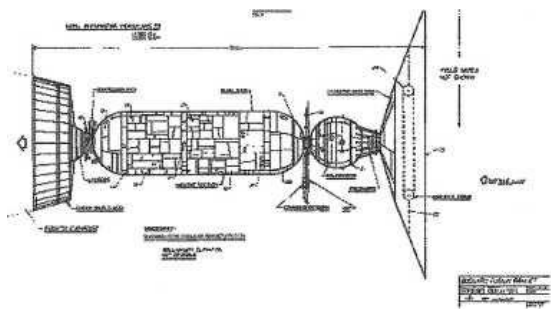
Kao primjer uzmimo zemljani **humus**, bez kojega, izuzev hidroponskog načina, nema uzgoja jestivih biljaka. Radi se o površinskom sloju zemlje dubokom samo dvadesetak centimetara. Taj sloj nastaje stapanjem stijena s organskim otpadom, pa sadrži organsku materiju i anorganske minerale koji s raznim živim organizmima stvaraju idealnu podlogu za rast biljaka. Humus je dakle entropijskog podrijetla, poput svega drugoga. Međutim humus nije vječan. Djelovanjem prirodnih sila - erozije, olujnih vjetrova, suša i poplava, ili kao rezultat ljudske intervencije, humus često degradira ili se troši i nestaje brže nego što ga je priroda u stanju nadopuniti, pa većina humusnog materijala okonča kao prašina na vjetru ili kao mulj ispran u more ili, što je najgore, završava uništen pretjeranim korištenjem herbicida, pesticida ili umjetnih gnojiva. Preintenzivno obrađivanje zemljišta i nekontrolirana uporaba raznih kemijskih sredstava rezultiraju demineralizacijom tla ili zasićenošću tla kemikalijama, što dovodi do uništenja ili neuporabivosti tog humusa. Entropija humusa koja se događa pred našim očima, i u kratkoročnom i u dugoročnom smislu, predstavlja zabrinjavajuću pojavu, s obzirom na „populacijsku eksploziju“ i, u svezi s tim, pojačanu potrebu za proizvodnjom mnogo većih količina hrane nego što se danas u svijetu proizvodi.

Dakle, uočavamo kako se materija neprestano rasipa i time postaje neiskoristiva, pa je uveden i pojam entropije materije, slično kao i u energije. Naposljetku, energija i materija samo su lice i naličje jednog te istog pojma. Stoga, vrijedi ova tvrdnja: **u zatvorenom sustavu entropija materije mora u konačnici doseći svoj maksimum.**

Što se živog svijeta tiče, za njega vrijedi biološka postavka da se sva materija živih bića reciklira. To je ustvari vrlo točno, jer prema prvom zakonu termodinamike, materija (energija) ne može biti niti stvorena, niti uništena. Ali drugi zakon termodinamike, a njega se često zaboravlja, kaže nam da, iako se materija neprestano reciklira, za to svaki put treba platiti cijenu u terminima propadanja, rasutosti i nereda. Svaka vlat trave koja je izrasla danas, znači jednu vlat trave manje koja bi mogla izrasti jednom u budućnosti, na tom istom komadiću zemlje. Kad se jednom materija rastepe u sitne djeliće, teško ju je više sakupiti i ponovno skoncentrirati. Naravno, i to je moguće, ali uz enormno povećanje energetske entropije. Kad energija postane neiskoristiva, rabimo izraz „energetska smrt“. Kad materija postane neiskoristiva rabimo izraz „kaos materije“. U oba slučaja rezultat je maksimalna entropija, nasumičnost čini i materiju i energiju manje koncentriranom, dakle manje pogodnom za obavljanje kakvog rada.

Tehnologija

Na tehnologiju, kako se je ona razvijala i postajala sve složenijom, počelo se gledati kao na nešto što je izvan prirode, kao da ona odnekud stvara i crpi vlastitu energiju, ili nekim tajanstvenim procesom dodavao novu energiju postojećoj. Ništa nije dalje od istine, jer tehnologija energiju samo troši. Što je tehnologija složenija, troši više iskoristive energije. Današnja tehnologija može nekom izgledati upečatljiva i može izazivati divljenje i strahopoštovanje, ali i ona neumitno podliježe prvom i drugom zakonu termodinamike.



Slika 31. Brissardov fuzijski ramjet

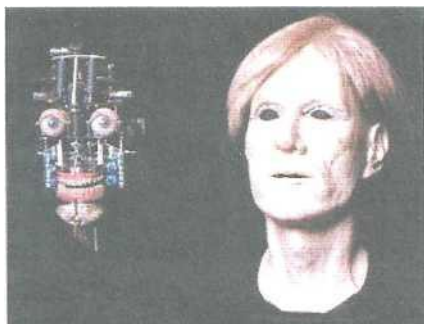
Što je zapravo tehnologija? Bilo koja tehnologija koju je čovjek ikad izmislio nije ništa drugo nego transformator koji energiju crpi i transformira iz njenog prirodnog okružja. Tehnologija omogućava protok transformirane energije kroz ljudski i društveni organizam, služeći tako održavanju života i njegovih artefakata u stanju stabilnosti. Na kraju tog procesa, energija završava kao potrošen otpad i nije više iskoristiva. Tehnologija nam dakle

služi kao transformator energije i to je otprilike sve! Druga iluzija u koju suvremena civilizacija već dugo vjeruje jeste ta, što mi mislimo kako nas tehnologija oslobađa ovisnosti o prirodnom okolišu u kojem živimo. Međutim život nije zatvoren sustav. Sva živa bića pa i ljudi mogu opstati jedino ako s okolišem razmjenjuju materiju i energiju. Da nema te razmjene život bi davno nestao. Suprotno našim uvjerenjima, tehnologija nas čini još ranjivijima i ovisnijima o prirodi, iako nas ona treba zaštititi od iste.

Uz tehnologiju postali smo dakle puno ovisniji o prirodi, jer trebamo sve veće količine energije za održavanje zahtjeva vezanih uz današnji način života. Također, nasuprot odavno uvriježenom vjerovanju da tehnologija stvara veći red u svijetu, zakon entropije nemilosrdno ukazuje kako svaki put kad se potroši korisna energija, negdje se u okolišu povećava nered. Shodno tome, što brže razvijamo tehnologiju, brže trošimo iskoristivu energiju i povećavamo ukupni nered. Sami smo sebe uvjerali kako načinom kojim izgrađujemo novi, bolji svijet rješavamo sve naše probleme. Međutim, svijet kakav doista stvaramo posve je različit i suprotan od onoga za kojeg vjerujemo da ga stvaramo. Izvnutim načinom razmišljanja došli smo do toga da vjerujemo da je nered - red, da je gubitak - dobitak a da je nerad - rad, kako je netko to zgodno izrazio. Na ovaj način sve se dublje uvlačimo u naš tehnološki oklop, nesposobni da priznamo što tehnologija stvarno čini nama samima i okolišu u kojem živimo.



Slika 32. Lansiranje svemirske letjelice

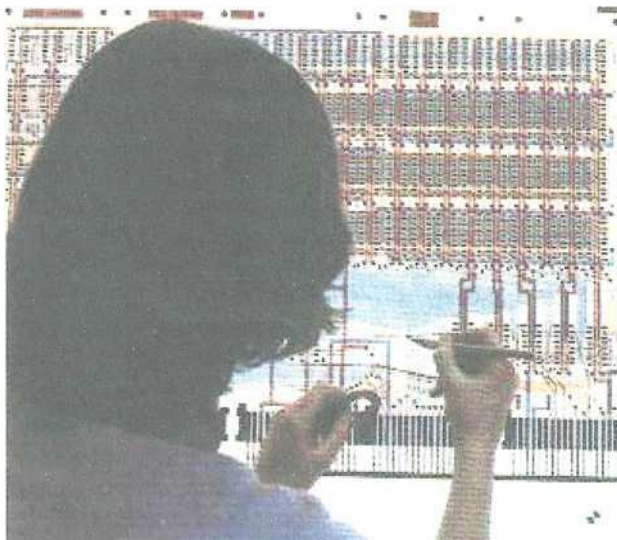


Slika 33. Stvaranje jednog robota

Drugim riječima, stvorili smo svijet u kojem je sve više prisutna opasnost kaotične fragmentacije, kada će zavladati visoka entropija koja će onemogućiti život i ljudima i ukupnoj zemaljskoj biosferi.

Život je veliki rasipnik energije. Organizmi se održavaju na životu svojom sposobnošću da akumuliraju negativnu entropiju iz svog okoliša. Pri tome se, u hranidbenom lancu ne koristi sva unesena energija, već samo nekih 10 do 20 posto. Ujedno, što je jedinka na višem položaju biološke ljestvice, u

konačnici ona potroši mnogo više energije da bi se održala. Tako, da bi jedno ljudsko biće održalo svoj visoki stupanj reda mora godiš-nje unijeti u sebe energije sadržane u, recimo, tri stotine pastrva. Te pastrve da bi narasle trebaju pojesti devedeset tisuća žaba, koje pak pojedu 2,7 milijuna skakavaca, za čiju ishranu je potrebno deset tisuća tona trave godišnje!



Slika 34. Magija elektronike

Vrlo brzo čovječanstvo će se morati organizirati na jedan posve nov način. Poglavitito, bit će potrebno smanjiti protok energije u vlastitom društvenom organizmu. Ako se to ne uradi, iskorištavajući manji protok energije na mnogo efikasniji način, naći ćemo se u istoj situaciji kao i druge biološke vrste u prošlosti. Takve vrste nisu bile sposobne uskladiti se s promjenama i prilagoditi se konačnom održivom kapacitetu okoliša. Dok ne priznamo i ne primimo k znanju da je drugi zakon osnovni upravljač života i evolucije, nećemo biti u stanju provesti prijelaz na novi način življenja. Uvažavajući taj zakon u potpunosti, novim

načinom življenja čovječanstvo će se nastojati prilagoditi neoborivim činjenicama. Shodno tome, nužno je prilagoditi i postojeću tehnologiju, pojedine institucije kao i mnogo toga drugoga. Tu se podrazumijeva i kontrola svjetske populacije, stroga štednja iskoristive energije, veće učešće manualnog rada uz što je moguće manje korištenje strojeva.

Energija predstavlja temelj civilizacije i ona se uvijek mora koristiti vrlo racionalno. Kako civilizaciju sve više opremamo tehnikom, društvo postaje sve fragmentiranije. U svim kulturama prije industrijske ere, tehnički postupak je bio ograničen u pogledu funkcije koju je obavljao. Tehnika je bila oruđe, a ne način organiziranja života. Nasuprot tome, unutar mehanicističke paradigme, tehnika je postala način organiziranja životnih aktivnosti. Tako, trudeći se da unesemo tehniku i red u sve životne aktivnosti, mi smo ustvari ubrzavali proces transformacije i pospješivali entropiju. Svako tobožnje "rješenje" koje je primijenjeno imalo je učinak "množitelja" u odnosu na probleme koji su preostali. Tako je postalo sve teže održavati red i sve

skuplje stvarati ga. Svi su se procesi odvijali sve bržim i bržim tempom. Dakle, eksponencijalno povećavanje tehnoloških potreba predstavlja jednosmjernu kartu prema ubrzanoj propasti planete i života na njoj. Kad su ljudi „ovladali vremenom“ i otkrili na koji način mogu „stvarati“ energiju, materijalni je napredak bio osiguran. Dugo vremena nikoga nije bila briga zbog rasipanja energije, a nisu bili ni svjesni nereda kojeg korištenje energije ostavlja za



Slika 35. „Cockpit“ suvremenog mlažnjaka

Udruga pomorskih strojara Split i Pomorski fakultet u Split

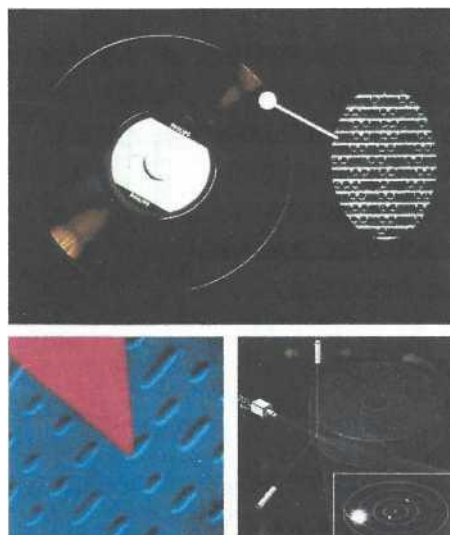
sobom, niti su marili zbog osiromašenja prirodnih zaliha neobnovljive energije i drugih bogatstava prirode. U toj euforiji, društvo se nije obaziralo na potrebu racionalne uporabe energije radi ograničenosti zaliha.



Slika 36. Satcom antena na naftnoj platformi

Ovakav nemaran stav zasnovan je na Njutnovoj mehanicističkoj paradigmi i traje već više od 400 godina. Društvo, osim malobrojnih iznimaka, još uporno ustrajava na ovakvom svjetonazoru. Neke zemlje kao, primjerice SAD, prednjače u tome, jer su zaista postale potpuni „ovisnici“ o energiji. U odnosu na svjetsku ukupnu potrošnju energije, Amerikanci danas troše više od jedne trećine te energije. Za usporedbu, u zemljama kao što je Švedska i Njemačka troši se upola manje energije po glavi stanovništva negoli u SAD-u, iako je njihov životni standard sličan američkom.

Slijedom nekontroliranog porasta svjetskog stanovništva eksponencijalnom progresijom, potreba za energijom sve više i više raste. Da bi svjetsko stanovništvo naraslo na jednu milijardu ljudi trebalo je proći dva milijuna godina, za drugu milijardu trebalo je samo sto godina, a za treću samo trideset godina itd., ali dokle tako? Sve te milijarde ljudi treba nahraniti! Naime, treba im osigurati dovoljno iskoristive energije. U isto vrijeme postojeće poljoprivredne površine, koje se sve više šire sječom šuma, ne mogu nahraniti toliki broj ljudi bez intenzivnog korištenja energije. Osim toga, da bi dobili više obradivog tla siječemo dragocjene šume koje apsorbiraju ugljik iz atmosfere. Prosječni poljoprivredni prinosi po jedinici obradive površine sve više opadaju uslijed erozije i osiromašenja tla, te radi klimatskih poremećaja. Zemlje izvoznice nafte troše uludo ogromnu energiju kako bi umjetno proizvodile vodu iz mora i zazelenile pustinju te na njoj proizvodile svoju hranu, koja tada ispada skupa kao zlato. Svjetska distribucija hrane je neadekvatna, stoga je otprilike jedna trećina svjetskog stanovništva danas neishranjena, dok puno ljudi doslovce umire od gladi.



Slika 37. Čuda tehnologije; struktura laserskog diska

LITERATURA:

- [1] OPĆA ENCIKLOPEDIJA (1-8), Jugoslavenski leksikografski zavod Zagreb, 1977.
- [2] Školski GEOGRAFSKI ATLAS, VII izdanje, "Svjetlost" Sarajevo, 1989.
- [3] VALIKI ATLAS SVIJETA, Mladinska knjiga Ljubljana, 1972.
- [4] Carl Sagan: KOZMOS Otokar Keršovani Rijeka – Opatija, 1983. (COSMOS, Random House, Inc. New York, 1980.)
- [5] Ronald Gööck: VELIKE ZAGONETKE SVIJETA, Mladost Zagreb, 1976.
- [6] Bojan Kraut: STROJARSKI PRIRUČNIK, Tehnička knjiga Zagreb, 1982.

- [7] Jeremy Rifkin: ENTROPIJA; NOVI POGLED NA SVIJET, Zagreb, MISL, 2002.
- [8] Peter Laurie: KOMPJUTOR U KUĆI, Cankarjeva založba Ljubljana – Zagreb, 1984.
- [9] Johannes Mario Simmel: POSLJEDNJI ŠEVIN PJEV, (Im Frühling singt zum letztenmal die Lerche), Mozaik knjiga Zagreb, 1997.
- [10] Zdravko Cikuša: KREMANSKA PROROČANSTVA, Stari grad, Zagreb, 1999.
- [11] Izvadci iz dnevnog tiska: Slobodna Dalmacija Split, Novi list Rijeka, jutarnji list Zagreb.
- [12] Brojne web stranice

LISTA ILUSTRACIJA:

- [11] OPĆA ENCIKLOPEDIJA (2), Jugosl. leks. zavod Zagreb, 1977 str. 24, (N.L.S. Carnot)
- [12] OPĆA ENCIKLOPEDIJA (4), Jugosl. leks. zavod Zagreb 1977. str. 106, (J.P. Joule)
- [13] OPĆA ENCIKLOPEDIJA (3), Jugosl. leks. zavod Zagreb 1977. str. 384, (H.L.F. von Helmholtz)
- [14] wikipedia - File: Heat engine.png
- [15] VELIKE ZAGONETKE SVIJETA, lijevo, Mladost Zagreb, 1976., str. 162, gore (sl. 1), legenda: **Uređaj za poliranje što ga stavlja u pogon perpetuum mobile (bakrorez iz 1617. godine)**
- [16] C. Sagan : KOZMOS, Otokar Keršovani Rijeka, - 1983., str. 69, - legenda: **Isaac Newton**
- [17] OPĆA ENCIKLOPEDIJA (5), Jugosl. leks. zavod Zagreb, 1982., str. 153, - legenda: **J. Locke**
- [18] ŠKOLSKI GEOGRAFSKI ATLAS, Svjetlost - Sarajevo, - 1989., geološka karta, str. 9, - bez legende
- [19] PĆA ENCIKLOPEDIJA (7), Jugosl. leks. zavod Zagreb, 1982., str. 536, legenda: **A. Smith**
- [20] OPĆA ENCIKLOPEDIJA (2), Jugosl. leks. zavod Zagreb, 1982., str. 258, - legenda: **C. Darwin**
- [21] VELIKE ZAGONETKE SVIJETA, Mladost Zagreb, 1976. str. 144, legenda: **Kabinet srednjovjekovnih znanstvenika**
- [22] VELIKI ATLAS SVIJETA, Mladinska knjiga Ljubljana, 1972., str. 277, - legenda: **Rafinerija nafte u Teksasu**
- [23] C. Sagan : KOZMOS, Otokar Keršovani Rijeka, 1983., str. 216, (Sunce), legenda: **Naša zvijezda Sunce s ogromnom protuberancom**
- [24] VELIKI ATLAS SVIJETA, Mladinska knjiga Ljubljana, 1972., str. 254, legenda: **Tropska prašuma u Africi**
- [25] Rječnik ENGLISH LAROUSSE, Librairie Larousse (Canada) Paris, 1968., str. 408-a, legenda: **Šuma naftnih tornjeva u blizini Los Angelesa**
- [26] VELIKI ATLAS SVIJETA, Mladinska knjiga Ljubljana, 1972., str. 269, legenda: **Slap Victoria**
- [27] STROJARSKI PRIRUČNIK, Bojan Kraut, Tehnička knjiga Zagreb, 1982., str. 177, legenda: **Sjena opasnosti lebdi nad čovječanstvom**
- [28] OPĆA ENCIKLOPEDIJA (2), Jugosl. leks. zavod Zagreb 1982., str. 496, legenda: **Einstein-Debyjeva specifična toplina čvrstog tijela**
- [29] Peter Laurie: KOMPJUTOR U KUĆI, Cankarijeva založba Ljubljana - Zagreb, 1984., str. 167, legenda: **A. Einstein**
- [30] P. Laurie: KOMPJUTOR U KUĆI, Cankarijeva založba Ljubljana - Zagreb, 1984., str. 167, legenda: **Što bi bilo da je Guttenberg kojim slučajem kojim slučajem imao računalo?**
- [31] C. Sagan : KOZMOS, Otokar Keršovani Rijeka, 1983., str. 205 , legenda: **Bussardov fuzijski ramjet**
- [32] C. Sagan: KOZMOS, Otokar Keršovani Rijeka, 1983., str. 316, legenda: **Lansiranje svemirske letjelice**
- [33] P. Laurie: KOMPJUTOR U KUĆI, Cankarijeva založba Ljubljana - Zagreb, 1984., str. 143, legenda: **Stvaranje jednog robota**
- [34] P. Laurie: KOMPJUTOR U KUĆI, Cankarijeva založba Ljubljana - Zagreb, 1984., str. 168, legenda: **Magija elektronike**
- [35] P. Laurie: KOMPJUTOR U KUĆI, Cankarijeva založba Ljubljana - Zagreb, 1984., str. 128, legenda: **„Cockpit“ suvremenog mlažnjaka**
- [36] P. Laurie: KOMPJUTOR U KUĆI, Cankarijeva založba Ljubljana - Zagreb, 1984., str. 125, legenda: **Satcom antena na naftnoj platformi**
- [37] P. Laurie: KOMPJUTOR U KUĆI, Cankarijeva založba Ljubljana - Zagreb, 1984., str. 177, legenda: **Čuda tehnologije; struktura laserskog diska**

Pripremio: Boris Abramov, pom. st. I. klase (posthumno)

Buduća goriva brodskih motora

Što je zeleni vodik? Što je ružičasti vodik? Što znači tehnologija Power-to-X?

Kad je riječ o gorivima budućnosti, ne nedostaje žargona. Dajemo rječnik budućih goriva kako bismo razumljivo objasnili ključnu terminologiju. Terminologija može biti zbunjujuća.

Zašto energetska industrija govori o zelenom, plavom, sivom i ružičastom vodiku?

Stvoren je rječnik kako bi se ponudila jasna objašnjenja bitne terminologije koja se odnosi na buduća goriva i dekarbonizaciju.

Ali ako prvo želite saznati više o tome zašto postoji toliko mnogo boja vodika, pročitajte tekst.

Spektar boja vodika - Vodik

Vodik je bezbojan plin. To je najzastupljeniji element u svemiru, ali se rijetko pojavljuje u prirodi kao plin na Zemlji. Umjesto toga, spaja se s mnogim elementima i oblikuje molekule važne za život, poput vode.

Sivi vodik koji koristi energetska industrija uvijek se proizvodi na neki način. Energetska industrija koristi različite boje kako bi opisala koji je izvor energije korišten u proizvodnji vodika. Potreban je primarni izvor energije za proizvodnju vodika – na primjer solarna energija, energija vjetra ili nuklearna energija. Neki oblici proizvodnje vodika stvaraju CO₂ kao nusproizvod, a jako je bitno što se radi s CO₂.

Zeleni vodik je najčišća opcija. Proizvodi se iz vode elektrolizom s obnovljivom električnom energijom, bez CO₂ kao nusproizvoda.

Plavi vodik se proizvodi cijepanjem fosilnog prirodnog plina na vodik i CO₂, a zatim hvatanjem i skladištenjem CO₂.

Sivi vodik nastaje na isti način kao i plavi vodik, no ugljični dioksid se ne hvata već ispušta u atmosferu.

Ružičasti vodik dobiva se elektrolizom s pomoću nuklearne energije.

Što je sa smeđim, crnim, bijelim i žutim vodikom?

Pretvaranje ugljena u plin je najstariji način proizvodnje vodika. Krajnji produkt naziva se *smeđi ili crni vodik*. To je vrlo zagađujući proces koji oslobađa CO₂ u atmosferu – i stoga nije opisan ovdje kao buduće gorivo.

Bijeli vodik odnosi se na vodik koji se prirodno pojavljuje na Zemlji, dok je žuti vodik jednostavno jedna vrsta zelenog vodika. Naziva se žutom jer nastaje isključivo sunčevom energijom. Stoga se pokušava stvari održati jednostavnima i govorimo samo o četiri glavne vrste vodika: zelenom, plavom, sivom i ružičastom.

TERMINOLOGIJA

Zeleni vodik

Zeleni vodik se proizvodi cijepanjem vode elektrolizom, koja proizvodi samo vodik i kisik. Međutim, proces elektrolize zahtijeva električnu energiju. Da bi vodik bio označen zelenom bojom, električna energija koja se koristi u proizvodnji mora dolaziti iz obnovljivih izvora energije, poput sunca, vjetra ili hidroenergija. Zeleni vodik ponekad se naziva i obnovljivi vodik.

Plavi vodik

Plavi vodik se proizvodi cijepanjem fosilnog prirodnog plina na vodik i CO₂ – a zatim hvatanje, skladištenje ili ponovno korištenje CO₂ za ublažavanje utjecaja na okoliš. Plavi vodik ponekad se naziva i vodik s niskim udjelom ugljika.

Sivi vodik

Većina vodika danas dolazi iz fosilnog prirodnog plina. Sivi vodik se proizvodi na isti način kao plavi vodik: cijepanjem prirodnog plina na vodik i CO₂. Vodik se naziva sivim kad god višak CO₂ se ne hvata. Sivi vodik ponekad se naziva i fosilni vodik.

Ružičasti vodik

Ružičasti vodik dobiva se iz vode elektrolizom baš kao i zeleni vodik, ali korištenjem nuklearne energije kao svoj izvor moći. Nuklearno proizvedeni ružičasti vodik ponekad se naziva i ljubičasti vodik ili crveni vodik.

Power-to-X tehnologija

„Power-to-X“ koristi se kao krovni izraz za razna nova tehnološka rješenja za električnu energiju pretvorbu, skladištenje energije i ponovnu pretvorbu energije, a sve to koristi obnovljivu električnu energiju proizvode primjerice sintetička goriva.

Power-to-X tehnologija u biti znači pretvaranje energije u nešto drugo. Na primjer, obnovljiva električna energija može se pretvoriti u sintetski prirodni plin kombiniranjem CO₂ zahvaćenog iz zraka i vodika.

Izravno hvatanje zraka

Izravno hvatanje zraka (engl. DAC - Direct Air Capture) je proces koji izvlači CO₂ izravno iz zraka. Uhvaćeni CO₂ može zatim pretvoriti u mnoge proizvode koji inače potječu od fosilnih materijala.

Trenutačno se vodeća DAC tehnologija može koristiti, primjerice, u ventilaciji uredskih zgrada smanjiti razinu CO₂ unutar zgrade. U budućnosti bi se DAC mogao koristiti u industrijskim razmjerima za filtriranje višak ugljikovog dioksida iz zraka.

Metanizacija

Metanizacija je proces koji koristi obnovljivu električnu energiju za spajanje vodika i CO₂, pretvarajući ga u metan. Trenutačno se većina metana koristi za grijanje, transport i proizvodnju električne energije dobivenog iz fosila. Metanizacija – također nazvana Power-to-Gas – predstavlja ugljično neutralnu alternativu.

Sintetička goriva (eFuels)

Sintetička goriva nisu isto što i fosilna goriva, koja su ograničen resurs. Sintetička goriva, odnosno eFuels, nastaju generiranjem goriva iz CO₂.

U proizvodnji sintetičkih goriva CO₂ se koristi kao sirovina materijal za stvaranje primjerice benzina, dizela i zamjenskog prirodnog plina, zajedno s električnom energijom iz obnovljivih izvora i vodika.

Ugljično neutralno naspram ugljično negativno

Energija je ugljično neutralna ako je količina CO₂ ispuštena u atmosferu tokom energije proizvodnja jednaka je količini emisija CO₂ uklonjenih iz atmosfere tijekom postupak. Ako je količina emisija CO₂ uklonjena tijekom proizvodnje energije veća od oslobođene emisije, energija je označena kao negativan ugljik.

Neto nula

Energija je neto nula ako se emisije CO₂ nastale tijekom proizvodnje energije nadoknade istom količina CO₂ drugdje, na primjer kroz sheme pošumljavanja, čineći "neto ukupni" iznos od emisije nula. Neto nulte emisije ugljika smatraju se sinonimom za ugljičnu neutralnost.

Bez ugljika

Kada su izvori energije označeni kao bez ugljika, energiju proizvodi resurs koji stvara nema emisije ugljika. Primjeri uključuju solarnu energiju i energiju vjetra – ili kada govorimo o gorivima, vodik i amonijak.

Smjese vodika

Miješanje vodika odnosi se na miješanje prirodnog plina s vodikom. Mješavina se zatim može koristiti za konvencionalni krajnji korisnici prirodnog plina za proizvodnju električne energije i topline, sve dok sama tehnologija to dopušta. Korištenje vodikovih mješavina može zahtijevati neke prilagodbe tehnologije – osobito kada govoreći o većim udjelima vodika. Trenutačno je miješanje vodika u prilično ranoj fazi razvoja, ali je obećavajuća opcija za proširenje upotrebe vodika za smanjenje utjecaj prirodnog plina na okoliš.

Dekarbonizacija

Dekarbonizacija se odnosi na smanjenje ili uklanjanje emisija CO₂, na primjer kroz smanjenje ili prestanak korištenja fosilnih goriva, prelazak na čišća goriva i korištenje električnih vozila u prijevozu.

U energetskej industriji dekarbonizacija znači smanjenje 'intenziteta ugljika', tj. rezanje ili uklanjanje emisije po jedinici proizvedene električne energije (grami ugljičnog dioksida po kilovat-satu). Dekarbonizacija je potrebna kako bi se ublažile ili preokrenule klimatske promjene i smanjile razine CO₂ u atmosfera.

Ekonomija vodika

Ekonomija vodika je zamišljena budućnost, u kojoj vodik isporučuje znatan dio energija nacije. U ekonomiji vodika, vodik bi se koristio i kao gorivo i kao energija nosač za pomoć u nadoknadi fluktuacija u proizvodnji i potrošnji energije sunca i vjetra.

Buduća goriva

Goriva budućnosti odnose se na širok raspon obećavajućih, ugljično neutralnih goriva koja se mogu koristiti za napredak dekarbonizacija. Buduća goriva uključuju, na primjer, zeleni vodik i takva goriva na bazi vodika kao sintetski metan, amonijak i metanol, kao i bio i sintetski ukapljeni prirodni plin (LNG).

Pripremio: Živoje Krstulović-Opara dipl. ing. strojarstva

Utjecaj vakuuma u glavnom kondenzatoru na energetske učinkovitost turbine



Slika 1. Brod za prijevoz ukapljenog prirodnog plina „Dukhan“

Uvod

Glavna svrha ovog članka je ukazati na važnost pravilnog funkcioniranja glavnog kondenzatora (s pripadajućim cjevovodom, ekspanzijskom dijafragmom, priрубničkim spojem, visokotlačnim i niskotlačnim drenažnim vodom, itd.), kao jednog od presudnih čimbenika u regulaciji dobivene zadovoljavajuće konačne izlazne snage na osovini propelera.

Sljedeći pogled na primjer klasične škole lako se uvjeriti u važnost i značenje održavanja jedinice u zadovoljavajućem operativnom stanju.

Pozadina

Kao jedno od rutinskih putovanja od luke za utovar (Katar) do luke za istovar (Španjolska) brod je prolazio kroz Suez Chanel.

Pozicija broda ažurirala prema zahtjevima unajmljivača i to:

- Broj okretaja glavne turbine / osovine propelera postavljen je na 73-74 o/min na kontrolnoj konzoli mosta.
- Ručka za kontrolu otvorenosti ventila pregrijane pare za glavnu turbinu u upravljačkoj sobi strojarice je namješten u skladu sa zahtjevom položaj telegrafa na kontrolnoj konzoli mosta.

Sljedeći dan dogodila se situacija koja je u potpunosti utjecala na učinkovitost parnog postrojenja.

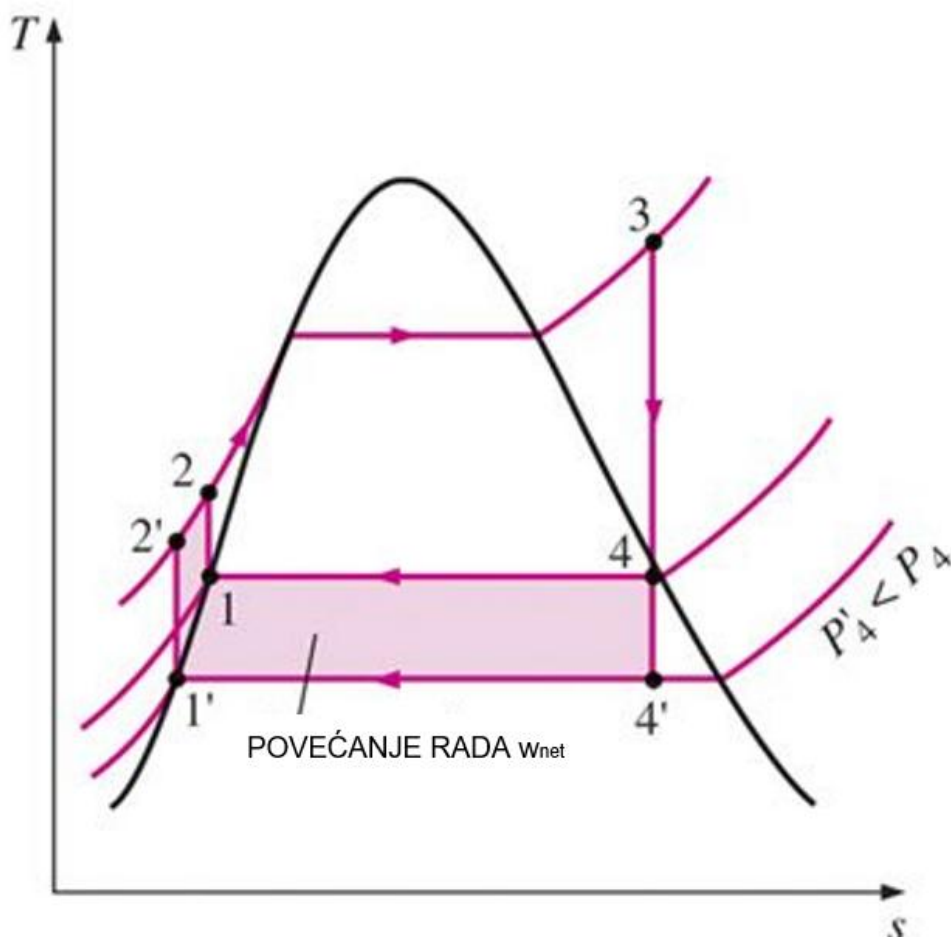
Ideja nije predstaviti teoriju termodinamičkih zakona i opisa toplinskog, kinetičkog i mehaničkog procesa, već samo ilustrirati navedeni događaj tijekom rutinskog stanja mora, koji će biti istaknut u nastavku u nekoliko koraka.

Međutim, kako bismo bolje razumjeli, navedena su neka osnovna pojašnjenja.

Dijagram toplinske ravnoteže

Kao osnovna petlja:

- U brodskom generatoru pare se razvija para visoke energije,
- Prolazi kroz turbinske stupnjeve da razvije snagu,
- Ispušna para iz turbine zatim prolazi kroz kondenzator kako bi se pretvorila u kondenzat,
- Kondenzat se s pomoću pumpe kondenzata vraća u brodski generator pare za proizvodnju pare.



Slika 2. $T-s$ dijagram

Kako povećati učinkovitost Rankineovog ciklusa?

Osnovna ideja iza svih modifikacija za povećanje toplinske učinkovitosti je isti:

Povećati prosječnu temperaturu na kojoj se toplina prenosi na radni fluid u generatoru pare, odnosno smanjuje prosječnu temperaturu kod koje se toplina odvodi radnom fluidu u kondenzatoru.

Kako bi se iskoristila povećana učinkovitost pri niskim tlakovima, kondenzatori parnih turbina obično rade znatno ispod atmosferskog tlaka.

Postoji donja granica ovog tlaka ovisno o temperaturi rashladnog medija.

Nuspojava:

Smanjenje tlaka kondenzatora povećava se sadržaj vlage u pari u završnim stupnjevima turbine.

Učinak se postiže snižavanja tlaka kondenzatora na idealni Rankineov ciklus.

Opći opis protoka pare kroz turbinu

Tip parne turbine je križni, složeni, impulsno reakcijski tip, sastoji se od visokotlačne i niskotlačne turbine i dizajniran je da osigura visoku učinkovitost i pouzdanost.

Visokotlačna turbina je impulsnog tipa s jednim protokom u kojem para ulazi u parnu turbinu kroz prednji zaporni ventil spojen na visokotlačnu turbinu s pet prednjih mlaznica i prenosi svoju energiju na rotirajući element, tj. (dvoredni Curtisovi stupnjevi i sedam Rateauovih stupnjeva) i protječe u ispušnu komoru na stražnjoj strani visokotlačne turbine. Para se vodi od ispušne komore do niskotlačne turbine kroz poprečnu cijev.

Niskotlačna turbina je tipa impulsne reakcije s jednim protokom u kojoj para protječe prema prednjoj strani, kroz parni otvor i prenosi svoju energiju na četiri Rateauova stupnja i četiri reakcijska stupnja, a zatim se spušta u kondenzator.

Međutim, potrošena para (koja je najvjerojatnije gotovo u potpunosti kondenzirana nakon zagrijavanja napojne vode) se tada mora prigušiti do tlaka kondenzatora, što je entalpijski proces koji rezultira određenim povećanjem entropije s blagim smanjenjem ukupne učinkovitosti ciklusa:

Učinkovit rad postrojenja u velikoj mjeri ovisi o održavanju vakuuma glavnog kondenzatora na projektiranoj vrijednosti.

Povećanje razlike temperature mora može ukazivati na začepljenje cijevi, a u tom slučaju potrebna je inspekcija i čišćenje od posade broda.

Osim stanja čistoće kondenzatora, smanjeni vakuum može biti uzrokovan nekoliko razloga, a to su:

- Zrak u sustav,
- Problemi u radu vakuum pumpe,
- Problemi s brtvenom parom.

Svaki mogući uzrok mora se metodički provjeriti.

Činjenice temeljene na stvarnom stanju

1. korak:

Prvi ekran koji se ispisuje kao dokaz prije bilo kakve akcije, znak je da nešto nije u redu u vezi s toplinskim procesom i energetsom učinkovitošću glavnog pogona.

Najbitniji parametri:

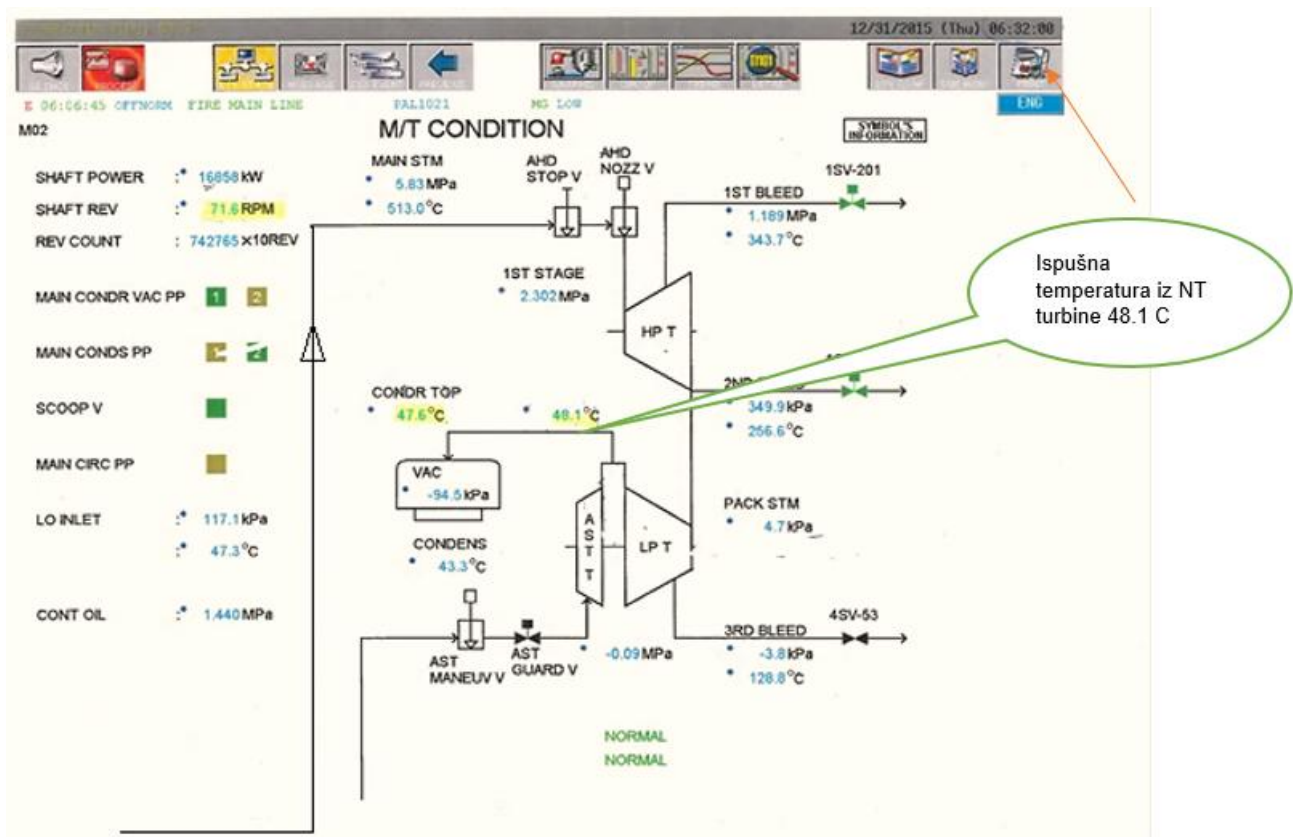
- Okretanje osovine = 71.6 o/min,

- Snaga osovine = 16858 kW,
- Temperatura ispuha niskotlačne turbine = 48.1 °C,
- Glavni kondenzator Gornja temperatura = 47.6 °C,
- Temperatura kondenzirane vode = 43.3 °C,
- Vakuum glavnog kondenzatora u kPa (- 94.5 kPa).

Kao što je gore spomenuto, broj okretaja glavne turbine postavljen je na 73-74 okretaja u minuti na kontrolnoj konzoli mosta, a ručka za kontrolu otvorenosti ventila pregrijane pare za glavnu turbinu u upravljačkoj sobu strojamice prilagođena je u skladu sa zahtjevom položaj telegrafa na kontrolnoj konzoli mosta.

Uobičajena indikacija kvara prema iskustvu može biti:

- Visoko očitavanje termometra ispušne pare,
- Nizak vakuum kondenzatora.
- Rast temperature ispušnih plinova,
- Smanjenje brzine propelera.



Slika 3. Shema razvoda pare VT i NT turbine 1

U skladu s gornjom vrijednošću parametara, održan je sastanak da bi se provjerilo sljedeće:

- Potvrda postupka za posao koji treba obaviti,
- Uzete su u obzir sve sigurnosne mjere,
- Procijenjen je rizik i posljedice,
- Najgori mogući scenarij i rezervni plan.

Udruga pomorskih strojara Split i Pomorski fakultet u Split

Na temelju tehničkog iskustva i logičkog pristupa problemu, naše sumnjivo područje istjecanja zraka bila je komora za ispiranje s pripadajućim odvodnim cijevima.

Posebna je pažnja posvećena parnim vodovima u kojima protok u radu može biti promjenjiv, ili se općenito može očekivati da će se povremeno voditi kroz otplinjač pare s odvodom kondenzata odatle do kondenzatora preko komore za ispiranje gdje odvodi mogu biti neprikladni vruće ili pod visokim početnim tlakom, iz ventila za manevriranje.

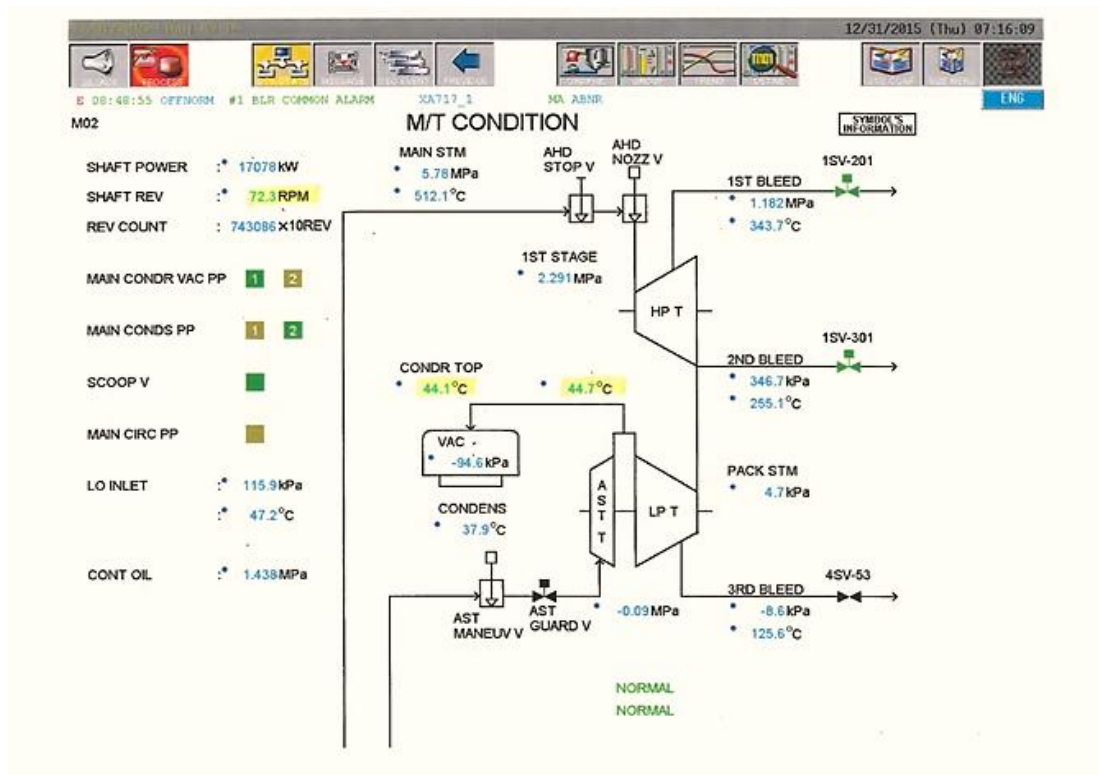
Slijedeći plan, prvi časnik stroja i tim strojarne krenuli su na posao i započeli s uklanjanjem zaostataka toplinske zaštite cijevi.

2. korak

Na slici ispod, vidi se da je sav zaštitni materijal uklonjen.



Slika 4. Cjevovod potrošene pare prema komori



Slika 5. Shema razvoda pare VT i NT turbine 2

Tijekom istrage i inspekcije svih spojeva primijećeno je da (vjerojatno zbog velikih vibracija tijekom prolaska Sueskim kanalom) neki od njih nisu pravilno zategnuti. Nakon što je posao započeo i kada su svi spojevi ponovno provjereni, parametri (primijećeno na sljedećoj snimci zaslona) su pokazali brza poboljšana.

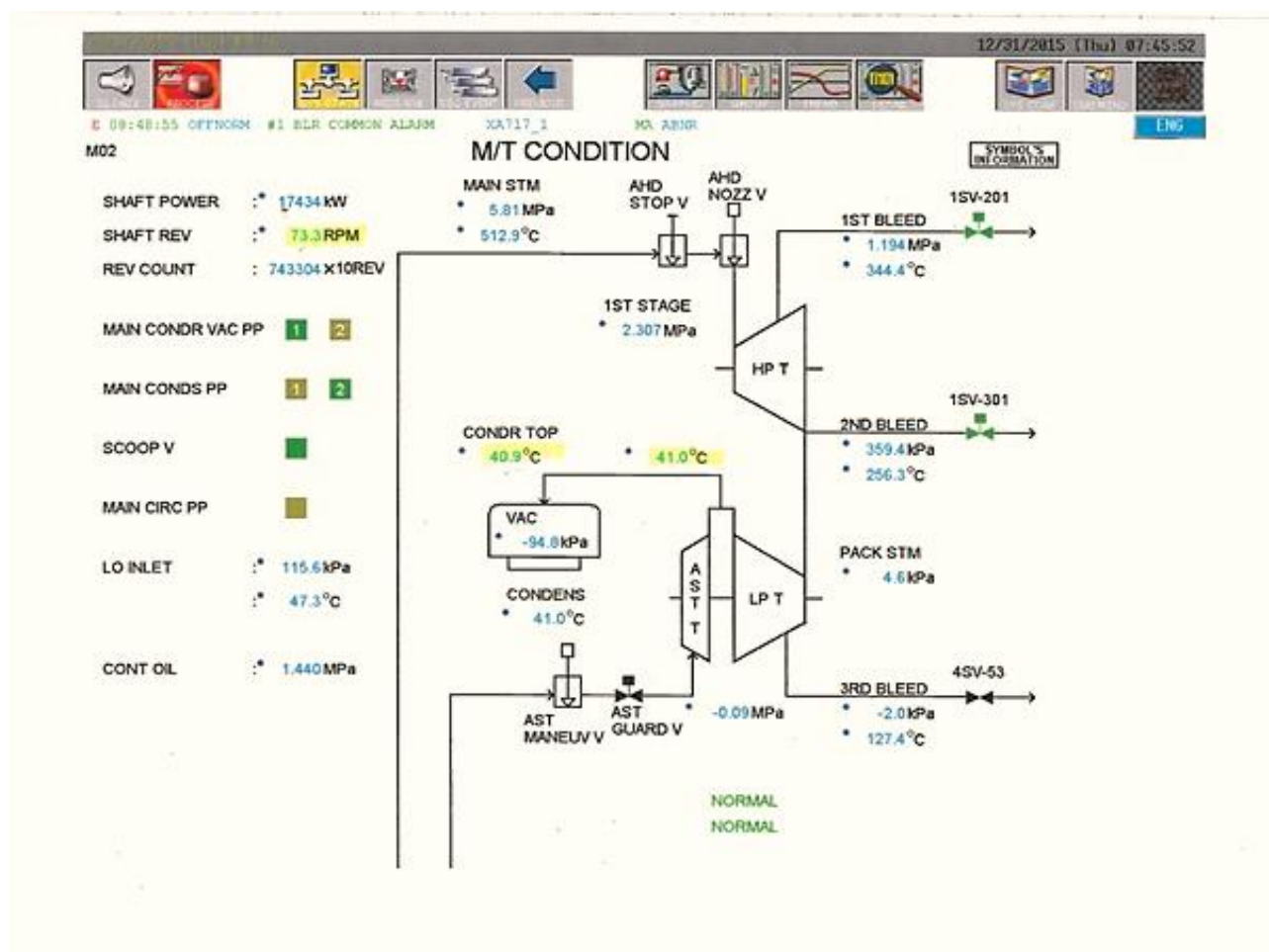
Dakle, u tom periodu od oko pola sata rezultati su bili sljedeći:

- Okretanje osovine = 72.3 o/min
- Snaga osovine = 17078 kW
- Temperatura ispuha niskotlačne turbine = 44.17 °C
- Glavni kondenzator Gornja temperatura = 44.1 °C
- Temperatura kondenzirane vode = 37.9 °C
- Vakuum glavnog kondenzatora u kPa (- 94.6 kPa)

3. korak:

U sljedećem razdoblju od pola sata parametri su bili kako slijedi na slici ispod.

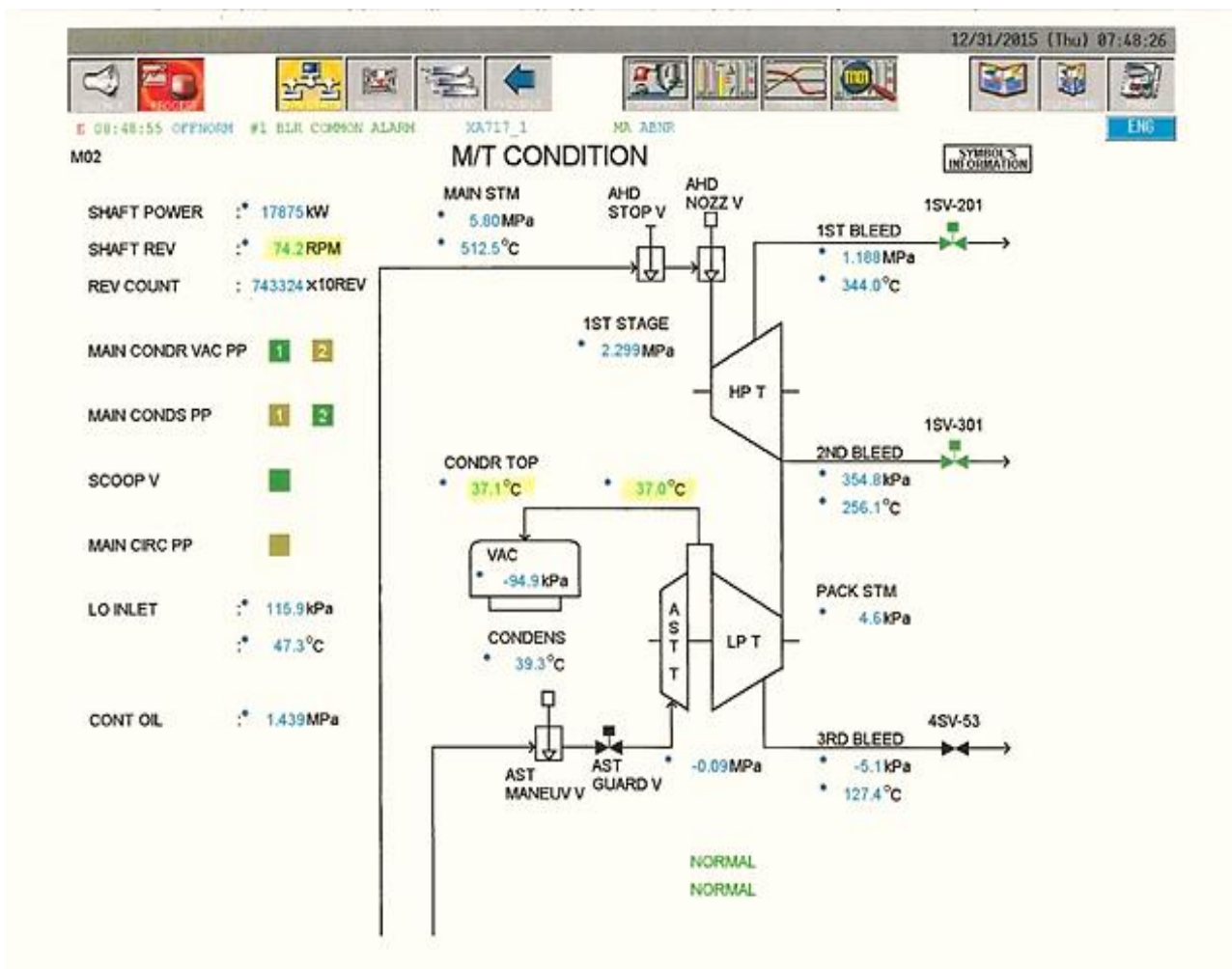
- Okretanje osovine = 73.3 o/min
- Snaga osovine = 17434 kW
- Temperatura ispuha niskotlačne turbine = 41.0 °C
- Glavni kondenzator Gornja temperatura = 40.9 °C
- Temperatura kondenzirane vode = 41 °C
- Vakuum glavnog kondenzatora u kPa (- 94.8 kPa)



Slika 6. Shema razvoda pare VT i NT turbine 3

4. korak:

- Okretanje osovine = 74.2 o/min
- Snaga osovine = 17875 kW
- Temperatura ispuha niskotlačne turbine = 37.0 °C
- Glavni kondenzator Gornja temperatura = 37.1 °C
- Temperatura kondenzirane vode = 39.3 °C
- Vakuum glavnog kondenzatora u kPa (- 949 kPa).



Slika 7. Shema razvoda pare VT i NT turbine 4

Teoretsko objašnjenje slijeda energije i rada koje se vidi u gornjem ispisu na ekranu možemo sažeti i potvrditi kako slijedi:

U parno turbinskom postrojenju, svrha kondenzatora je kondenzirati ispušnu paru iz parne turbine kako bi se postigla maksimalna učinkovitost, te također pretvoriti ispušnu paru turbine u kondenzat tako da se može ponovno upotrijebiti u parnom ciklusu kao napojna voda kotla.

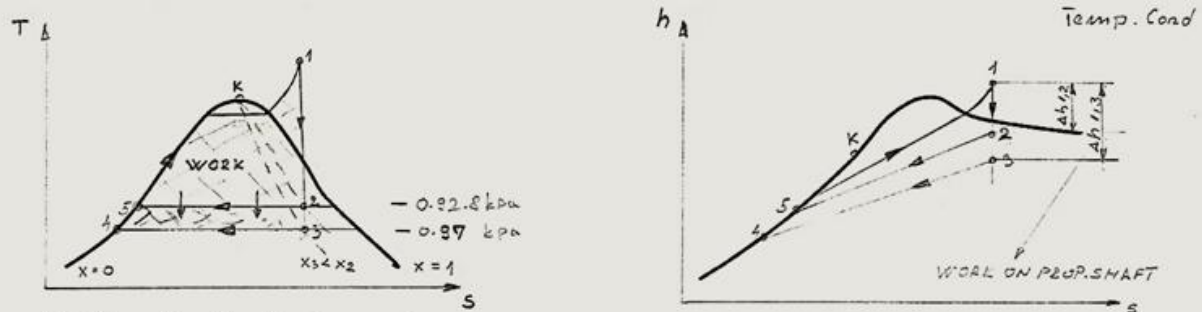
U kondenzacijskoj parnoj turbini maksimalna količina energije izvlači se iz pare, jer postoji vrlo velika razlika entalpije između početnih i završnih stanja pare. To se postiže propuštanjem ispušne pare u kondenzator.

Dakle, zbog razlike u početnoj i konačnoj temperaturi pare i tlaku, radna površina postaje sve veća (Molièreev dijagram) što rezultira mehaničkim radom na osovini propelera.

Work $w_T = \Delta h$

Power Ef. $\eta_e = P_r / Q_d = W_r / Q_d$

Power efficiency due to Δh (enthalpy)



Produced effective work to be enlarged as the seen in diag. above.

STATE	07/11/2015	Temp Cond. w.	30°C	Sw.	20°C	M. Cond Vac.	-0.97 kPa
STATE	18/12/2015	-11-	45°C	27°C	-11-	-0.92.2 kPa	"

Slika 8. T-s i h-s dijagram

Zaključak:

U našem primjeru konačni rezultati su:

- Okretanje osovine s 71.6 okretaja u minuti povećano je na 74.2 okretaja u minuti,
- Snaga osovine sa 16858 kW povećana je na 17875 kW,
- Temperatura ispuha niskotlačne turbine smanjena je s 48.1°C na 37.0 °C,
- Gornja temperatura glavnog kondenzatora smanjena je s 47.6 °C na 37.1°C,
- Temperatura kondenzata smanjena s 43.3 °C na 39.3 °C.
- Vakuum glavnog kondenzatora u kPa povećan je s (- 94.5 kPa) na - 94.9 kPa.

Namjera ovog kronološkog prikaza bila je ukazati na važnost:

Tehnički aspekt – U svjetlu važnosti vakuumskeg kondenzatora u procesu ciklusa parnog postrojenja,

Ekonomski aspekt – Doprinis uštedi energije, što rezultira uštedom goriva,

Stručni aspekt – Važnost ozbiljnog i profesionalnog pristupa i promatranja tijekom rutinskih obveza, a sve u svrhu prevencije moguće incidente, imajući u vidu sigurnost plovila i osoba na njemu.

Pripremio: Tonči Munitić, upravitelj stroja

Uređaji za snimanje indikatorskog dijagrama

Sažetak

U ovom radu prikazani su od početka do današnjih dana načini snimanja indikatorskih dijagrama brodskih motora. Dobivene vrijednosti izmjerenih cilindarskih tlakova predočavaju izbalansiranost snage po pojedinom cilindru što je preduvjet optimalnog rada brodskog motora.

Eventualna odstupanja od projektiranih vrijednosti omogućavaju uvid u stanje samog motora te ukazuju na određenu potrebu za njegovo podešavanje ili popravak.

U današnje vrijeme s elektroničkim uređajima i njihovim programskim modelima dobivaju se rezultati čije se vrijednosti koriste u daljnjoj analizi procesa u motorima s unutarnjim izgaranjem u cilju usporedbe s dopuštenim tvorničkim vrijednostima i dijagnostici stanja.

1. Uvod

Brodski motori bili su i ostali najkompleksniji strojevi korišteni u propulziji broda. Upravo zbog svoje kompleksnosti podložni su kvarovima i oštećenjima koje treba pravilno dijagnosticirati i popraviti. U ovom radu opisani su uređaji koji su s vremenom poboljšavani a sve u svrhu uvida u radne procese brodskih dizel motora te kvarove i uzroke tih kvarova koji se dijagnosticiraju na temelju indiciranih dijagrama. Podatke iz ovog rada moguće je iskoristiti u svrhu ocjene radnog procesa u cilindru motora odnosno za dijagnosticiranje pojedinih sustava na motoru poput: sustava ubrizgavanja, sustavu ispiranja i prednabijanja, sustavu ispušnih ventila, košuljici i stapu te turbopuhalu. Pravilnom dijagnostikom radnih procesa moguće je znatno povećati eksploataciju motora što čini dijagnostiku kvarova jednom od najvažnijih postupaka u održavanju i popravku motora.

Još od samih početaka korištenja dizel motora pokazala se potreba za uvidom u stvarno stanje ispravnosti rada motora što je u početku bilo riješeno jednim dijelom mehaničkim uređajem (Slika 3.1.) za mjerenje tlaka kompresije i tlaka izgaranja ($p_{\max}$).

Na taj način kontrole rada motora dobili bi povratnu informaciju kada je bio problem u nižim tlakovima kompresije a razlog tome može biti istrošenost kompresijskih prstenova, eventualno problem istrošenosti košuljice, propuštanja na ventilima (između ventila i sjedišta ventila), ispod poklopca cilindra (oštećena brtva poklopca cilindra) ili oštećenja površine čela klipa/stapa (izgoreni klip/stap).

Kod dobivenih nižih tlakova izgaranja to bi nam ukazivalo na problem sustava goriva (neispravnost rada ubrizgača goriva, visokotlačne pumpe, kut ubrizgavanja goriva nije ispravan, lošije kvalitete gorivo).

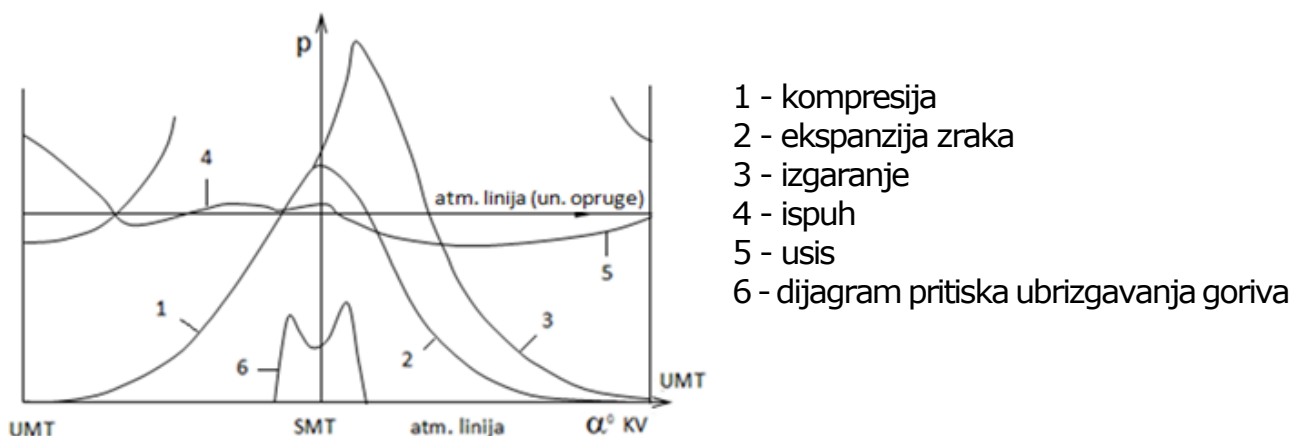
Praktična mjerenja koja smo ovdje prikazali su obavljena na brodskim pogonskim motorima B&W Alpha 10V23L-VO i B&W Alpha 14V23L-VO. Na motoru B&W Alpha 10V23L-VO smo mjerili s nešto starijim uređajem EMP-XP elektronički indikator a na motoru B&W Alpha 14V23L-VO s naprednijim uređajem Maridis MarPrime Ultra.

Cilj ovog rada je pokazati kako uređaji za dijagnostiku Maridis MarPrime Ultra može vrlo efikasno predložiti akciju održavanja, koju je potrebno provesti prije nego se desi neki ozbiljniji kvar. To se postiže snimanjem tlakova kompresije i izgaranja na svim cilindrima brodskih motora, preko indikatorskog pipca. Ovaj set podataka dobivenih nakon mjerenja s dijagnostičkim uređajem Maridis MarPrime Ultra omogućuje nam detaljno uvid u pravo stanje motora. Prije samoga opisa i načina rada uređaja Maridis MarPrime Ultra reći ćemo nešto i o ostalim načinima mjerenja tlaka u cilindru motora.

2. Metode mjerenja promjene tlaka u cilindru motora (indiciranje)

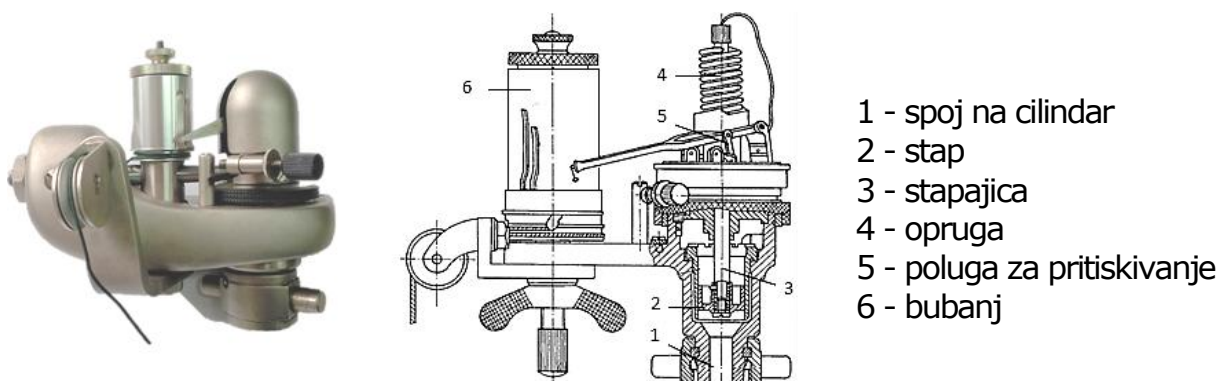
Indiciranje odnosno snimanje tlakova u cilindru motora u zavisnosti o hodu klipa (p-V dijagram) ili o kutu koljenastog vratila (p- α dijagram) vrši se indikatorima. Indiciranje se vrši zbog određivanja indikatorske snage (p-V dijagram), proučavanja radnog procesa motora, dijagnosticiranja stanja motora (p- α dijagram) i njime se dobiva stvarni dijagram motora. Na osnovu snimljenog p-V dijagrama planimetriranjem se odredi srednji indikatorski tlak, a zatim indikatorska snaga.

Po principu rada indikatori mogu biti: mehanički, optički i elektronički. U ovom radu mi smo se posvetili opisati mehaničke i elektroničke indikatore.



Slika 2.1. Izgled indikatorskog dijagrama

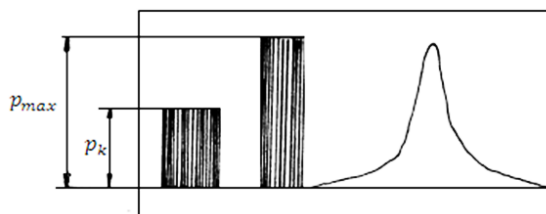
3. Mehanički indikator za snimanje dijagrama



Slika 3.1. Mehanički indikator za snimanje dijagrama

Zna se da snaga motora ovisi od broja okretaja motora i količine ostvarenog rada. Prema tome, mjerenje snage motora svodi se, u stvari, na mjerenje broja okretaja i količine ostvarenog rada. Ako se mjeri količina rada ostvarena u cilindru motora, onda je to indicirani rad, a ako se mjeri na kraju koljenastog vratila, onda je to efektivni rad.

Radi inercije masa dijelova, mehanički indikator se ne može koristiti za snimanje p-V dijagrama kod motora s višim brojem okretaja, međutim indikator može poslužiti za snimanje takozvanog „češlja“ (Slika 3.3.) dijagrama srednjekretnih motora, kojim se snimaju kompresijski i tlakovi izgaranja u cilindru motora. Ravnalom, koje se odabere u ovisnosti od jačine opruge, direktno se očitava veličina tlaka.

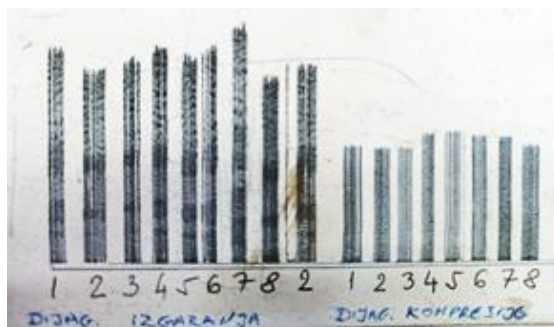


MJERILO:

za p_k 1 mm $\cong$ 2,5 bar

za p_{max} ($P_e = 100\%$) ... 1 mm $\cong$ 4 bar

Slika 3.2. Kompresijski tlak (p_k) i tlak izgaranja (p_{max}) u cilindru dizel motora Sulzer 3AF25, snimljen pomoću mehaničkog indikatora



Slika 3.3. Rezultati mjerenja (češljevi) s mehaničkim indikatorom na četverotaktnom srednjekretnom dizel generatoru

Na slici 3.4. prikazan je normalni zatvoreni i otvoreni indikatorski dijagram snimljen mehaničkim indikatorom na brodskom dvotaktnom motoru K6SZ 78/155A tvornice motora „Brodosplit“ pri opterećenju od 75 %. Mjerilo opruge no = 0.33 mm/bar.



Slika 3.4. Zatvoreni i otvoreni indikatorski dijagram snimljen mehaničkim indikatorom na brodskom dvotaktnom motoru K6SZ 78/155A pri 75% opterećenja

4. EMP-EX elektronički indikator

S vremenom se poradilo na poboljšanju kvalitete prethodnog uređaja za indiciranje tlakova. Jedan od takvih uređaja je i EMP-XP elektronički indikator (Slika 4.1.), gdje smo dobivene podatke mogli obrađivati u digitalnom obliku.



Slika 4.1. EMP-XP elektronički indikator

EMP-XP ručni je uređaj na baterije dizajniran za dizelske, plinske i motore s dvojnim gorivom. Omogućuje očitavanja tlaka izgaranja (p_{max}) i tlaka kompresije (p_{comp}) u stvarnom vremenu na dvotaktnim motorima (40 - 300 okr/min) i na četverotaktnim motorima (200 - 1500 okr/min). Podaci se mogu preuzeti za analizu s pomoću IMES EMP-XP softvera.

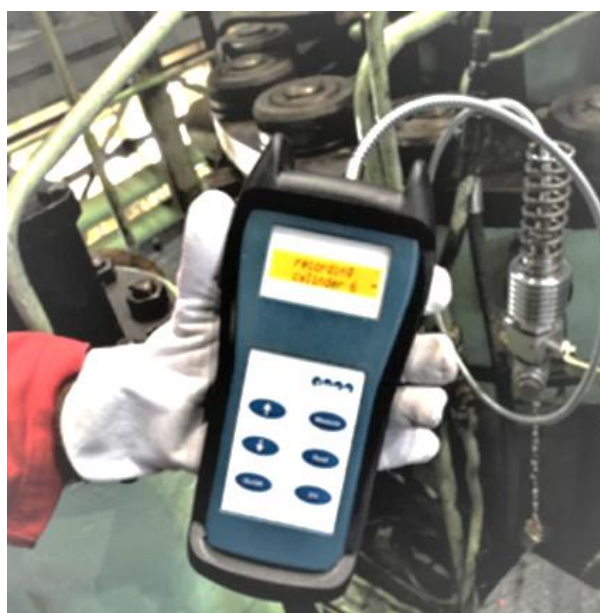
Mi smo za potrebe ovog rada snimili podatke s EMP-XP elektroničkim indikatorom na brodskom pogonskom motoru Burmeister & Wain Alpha Dizel 10V23L-VO (Tablica 1.). Dobiveni podaci su uspoređeni s podacima s testnog stola nakon 9700 radnih sati. Uspoređujući trenutačne podatke s podacima s testnog stola, jasno su uočeni (niži tlakovi kako kompresije tako i izgaranja) nedostaci koji su nastali tijekom 9700 radnih sati motora koje je potrebno što u skorije vrijeme otkloniti (Slika 4.2., 4.3).

Tablica 1. Opći podaci o pogonskom dizel motoru B&W Alpha Dizel 10V23L- VO

B&W Alpha Dizel 10V23L- VO	
Broj cilindara	10
Promjer cilindra	225 mm
Hod klipa	300 mm
Kompresijski omjer	12,5:1
Broj okretaja motora	825 okr/min
Izlazna snaga motora	1140 kW
Specifična potrošnja goriva	219 g/kWh 0.219 l x 912 kWh = 200 l/h
Tlak uputnog zraka, normalan	25 - 30 bar
Tlak uputnog zraka, minimalan	15 bar

Tablica 2. Podaci sa testnog stola pogonskog dizel motora B&W Alpha Dizel 10V23L- VO

Brzina (okr/min)	Indeks pumpe goriva					Tlak izgaranja (bar)					Tlak kompresije (bar)				
	Broj cilindra														
	A1	A2	A3	A4	A5	A1	A2	A3	A4	A5	A1	A2	A3	A4	A5
720	B1	B2	B3	B4	B5	B1	B2	B3	B4	B5	B1	B2	B3	B4	B5
	19,8	20,0	20,0	20,2	20,4	91	91	90	90	90	61	61	61	62	63
	20,0	20,5	20,2	20,4	20,0	90	92	89	90	90	59	60	60	61	60



Slika 4.2. EMP-XP elektronički indikator

EPM-XP Visualization

File

Tools

Info

New...

Open...

ASCII File

Cross On

Print All

Print

Del. Meas.

Save Shift

Exit

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

Engine Report

Pmax

Pmax Balance

Remarks

Engine data

	Pmax	Pcomp	dP/dCA	RPM
	[bar]	[bar]	[bar/degree]	[1/min]
Cyl 1	88.0	53.2	1.5	721.2
Cyl 2	85.5	55.2	2.9	719.2
Cyl 3	83.4	52.8	1.5	720.7
Cyl 4	87.0	55.0	2.9	718.9
Cyl 5	88.8	55.7	1.4	721.2
Cyl 6	85.2	54.8	2.9	719.2
Cyl 7	86.9	55.0	1.7	720.9
Cyl 8	85.5	54.6	2.9	718.9
Cyl 9	87.5	55.4	1.4	721.9
Cyl 10	85.0	54.7	2.9	719.1
Mean	70.5	n.a.	2.2	719.8

Slika 4.3. Tablično poredani podaci ispitivanja motora pri 75% opterećenja

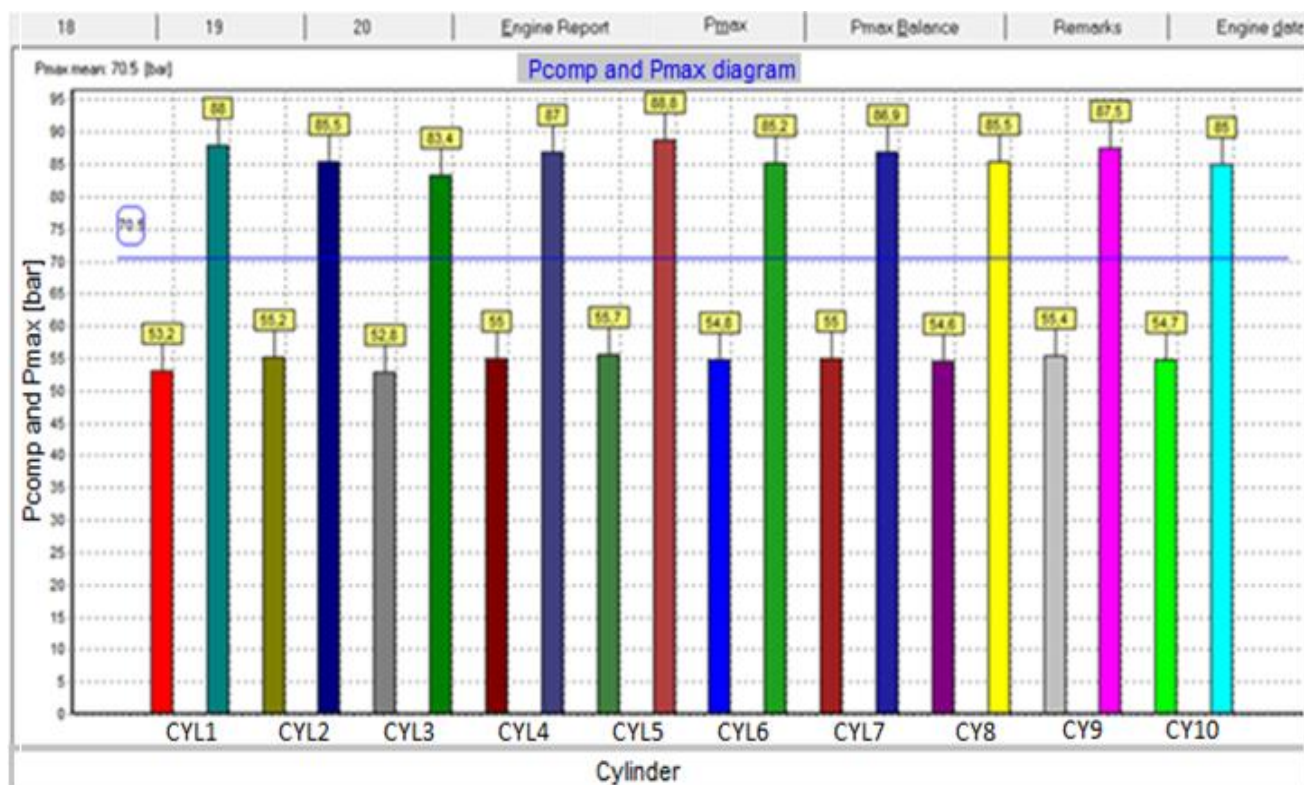
Cyl. - cilindar,

p_{max} - maksimalni tlak izgaranja,

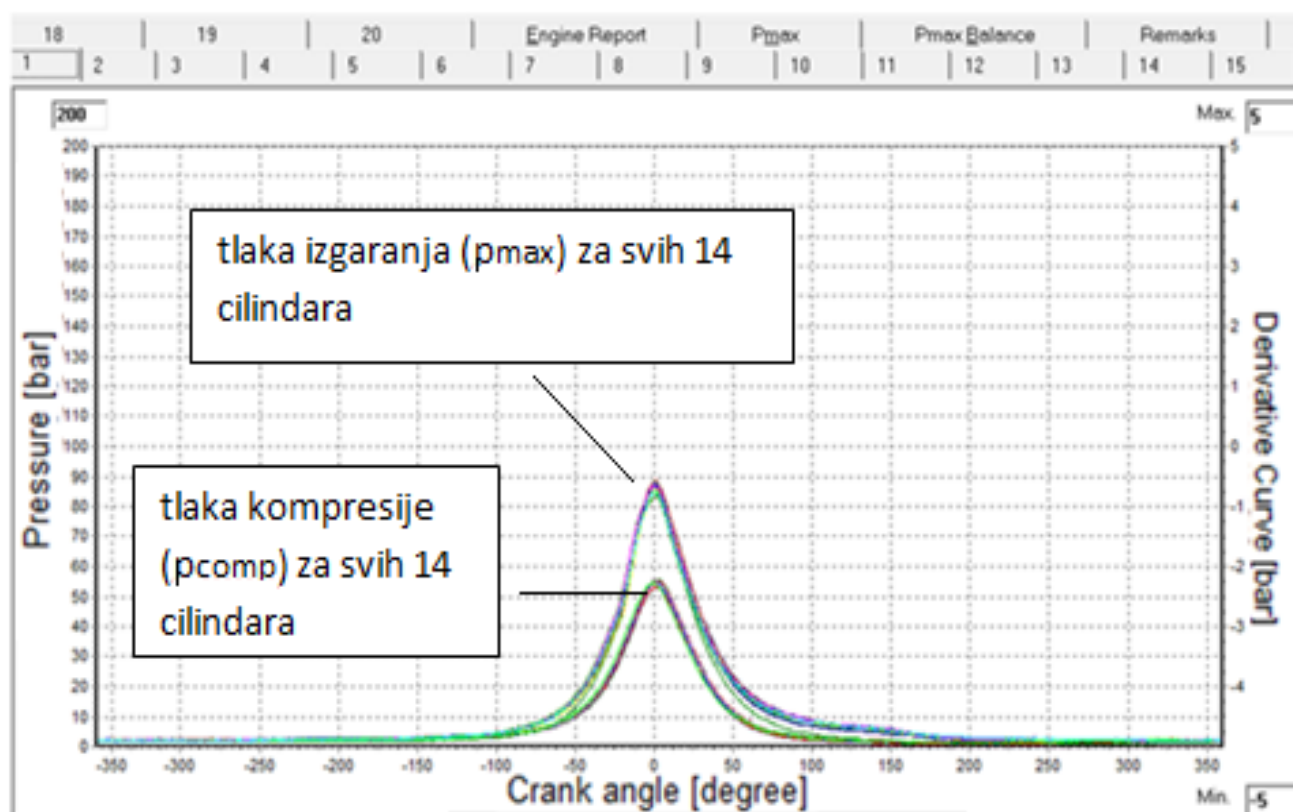
p_{comp} - tlak kompresije,

dP/dCA - brzina porasta tlaka u cilindru motora u ovisnosti o kutu zakreta koljenastog vratila,

RPM - broj okretaja u minuti



Slika 4.5. Dijagrami odstupanja pri 75% opterećenja



Slika 4.6. Otvoreni indikatorski dijagrami pri 75% opterećenja motora

5. Dijagnostički uređaj za indiciranje tlakova u cilindrima brodskih motora Maridis MarPrime Ultra

Najnoviji proizvod s kojim smo i mi imali prilike mjeriti i analizirati rad na brodskom četverotaktnom pogonskom motoru je Maridis MarPrime Ultra s kojim možemo dobiti puno više informacija o stvarnom stanju na ispravnost od navedenih uređaja. U ovom radu ćemo to i detaljno prikazati.

5.1. Namjena uređaja

Maridis MarPrime Ultra omogućava analizu rada motora, što pomaže u optimizaciji performansi motora. Ovaj uređaj je namijenjen samostalnoj upotrebi, ali isključivo za kvalificirane ili ovlaštene korisnike, što zahtijeva specifično znanje i obuku za pravilno korištenje i interpretaciju rezultata mjerenja.

To je dijagnostički uređaj namijenjen analizi radnog procesa: utvrđuje početak i kraj procesa ubrizgavanja (tlakovi ubrizgavanja goriva), vremena otvaranja i zatvaranja ispušnih ventila te otvaranje i preklapanje usisnih otvora, uočava propuštanja ventila, vrši nadzor vremena rada motora, tlakova kompresije i izgaranja u cilindrima dvotaktnih i četverotaktnih brodskih dizel motora te pokazuje dobivenu snagu po cilindru na zadanom opterećenju.

5.2. Kratki opis metode rada

Maridis MarPrime Ultra sustav koristi električni pretvarač tlaka koji omogućuje precizno mjerenje tlaka u cilindru. Električni pretvarač brzo i jednostavno prikuplja i bilježi cijeli niz podataka o performansama motora. Brzi prijenos podataka omogućen je putem mreže ili USB veze. Korištenjem isporučenog softvera izmjerene vrijednosti tlaka mogu se točno prikazati u ovisnosti o kutu zakreta koljenastog vratila.

Korištenje uređaja Maridis MarPrime Ultra uključuje pripremu, povezivanje senzora tlaka na indikatorski pipac cilindra motora, povezivanje ultrazvučnog senzora s poklopcem cilindra i konfiguraciju prema specifikacijama, nakon čega slijedi mjerenje radnog procesa tijekom rada motora pod ujednačenim opterećenjem. Rezultati se prikazuju na zaslonu uređaja, omogućujući praćenje rada motora na zadanom opterećenju.

5.3. Kratki opis metode rada



Slika 5.3.1. Maridis MarPrime Ultra

Osnovni dijelovi uređaja Maridis MarPrime Ultra:

- Prijamnik MarPrime,
- Senzor tlaka cilindra,
- Ultrazvučni senzor.

Ultrazvučni senzor omogućuje kontrolu rada motora, kao što je početak i kraj procesa ubrizgavanja i/ili kontrola rada ventila (ukazuje na ranije ili kasnije zatvaranja i otvaranja usisnih i ispušnih ventila) motora, a to se može odrediti vrlo precizno. Međutim, njegova glavna funkcija je ukazivanje na nepropusnost usisnih i ispušnih ventila (analizom i prikazivanjem protoka medija na mjestima gdje može doći do curenja). Ultrazvučno mjerenje pomaže nam u ranom prepoznavanju oštećenja ventila, sjedišta ventila i na taj način ukazuje na potrebit remont ovisno o stanju motora.



Slika 5.3.2. Ultrazvučni senzor i prikaz postavljenog na poklopcu cilindra motora

5.4. Tehničke značajke uređaja:

- Mjeri i analizira proces izgaranja dvotaktnih i četverotaktnih brodskih dizel motora,
- Dinamički izračun gornje mrtve točke,
- Točan izračun snage,
- Visoko precizan osjetnik tlaka u cilindru,
- Jednostavno rukovanje,
- Mjerenje na svakom motoru koji ima ugrađen indikatorski pipac,
- Softver za samo objašnjenje i ocjenu stanja motora,
- Mogućnost konfiguriranja uređaja za različite motore (na zahtjev),
- Područje tlaka mjerenja: od 0 - 300 bar,
- Raspon broja okretaja: od 25 - 2400 okr/min,
- Max. broj cilindara: 24.

5.5. Postupak mjerenja na brodskom pogonskom srednjekretnom četverotaktnom Burmeister & Wain Alpha Dizel 14V23L-VO motoru

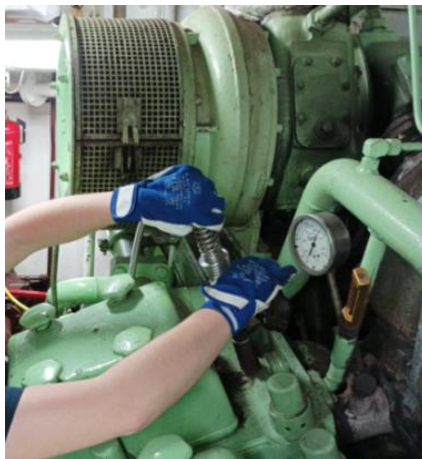
Obavljeno je mjerenje tlakova kompresije i izgaranja na svih 14 cilindara B&W Alpha Dizel 14V23L-VO motora. Mjereno je ručno prijenosnim uređajem Maridis MarPrime Ultra. Nakon što je pogonski motor upućen i zagrijan na radnu temperaturu, postavljen je na 70 % opterećenja pri 720 okr/min.

Ispitivani motor je odradio 13 000 sati bez većih zahvata održavanja od zadnjeg velikog remonta. Nakon što se senzor tlaka u cilindru pričvrsti na indikatorski pipac, ultrazvučni senzor se pričvršćuje na poklopac cilindra s pomoću magnetske ručke (Slika 5.3.2.). Nakon obavljenih

Udruga pomorskih strojara Split i Pomorski fakultet u Split

prikopčavanja uređaja na cilindar pristupa se mjerenju i nakon toga postupak se dalje ponavlja ovisno o broju cilindara na motoru.

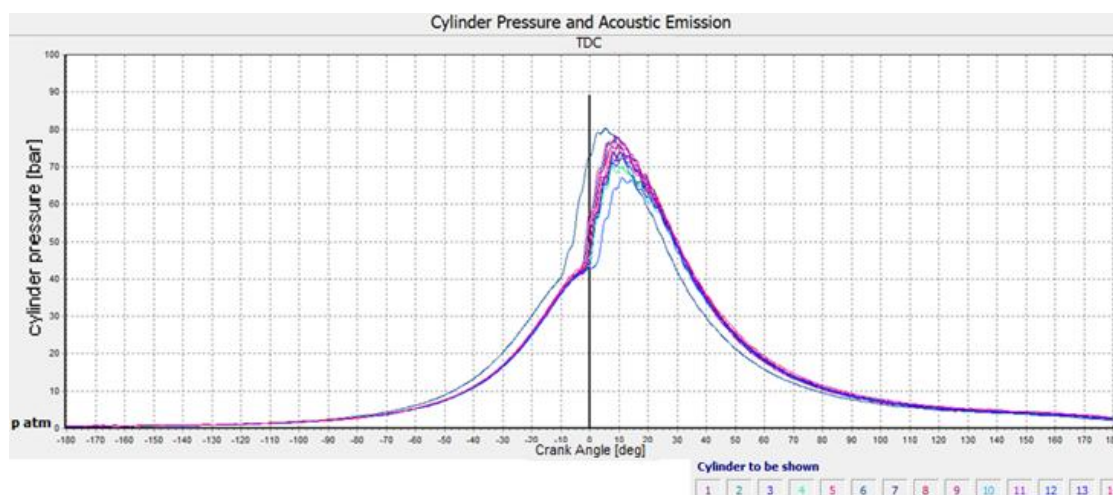
Izmjerene vrijednosti tlakova u cilindru se uspoređuju s vrijednostima dobivenim s testnog stola i zaključuje se o ispravnosti rada motora.



Slika 5.5.1. Postavljanje uređaja Maridis MarPrime Ultra na indikatorski pipac brodskog pogonskog dizel motora RB&W Alpha Dizel 14V23L-VO



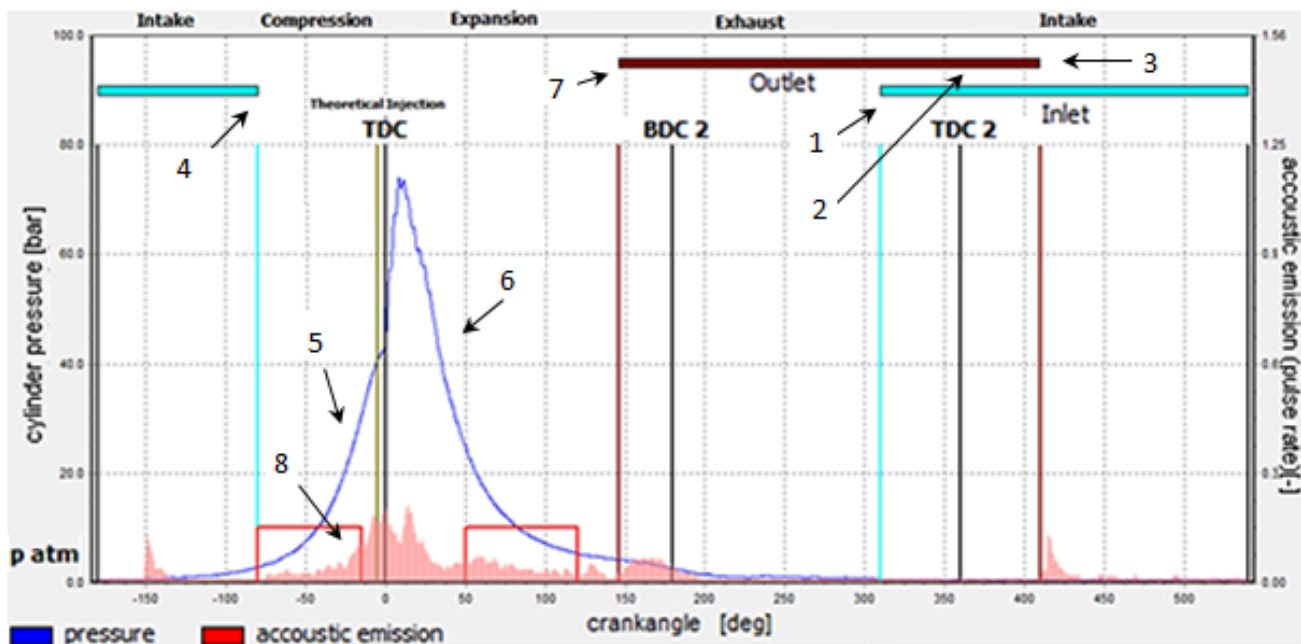
Slika 5.5.2 Mjerenje sa uređajem Maridis MarPrime Ultra na dizel motoru RB&W Alpha Dizel 14V23L-VO



Slika 5.5.3. Otvoreni indikatorski dijagram za svih 14 cilindara Burneister & Wain Alpha Dizel 14V23L-VO motora pri opterećenju od 70 %

Na slici 5.5.3. nalazi se otvoreni indikatorski dijagram svih 14 cilindara uz prikazanu promjenu tlaka u cilindru motora u ovisnosti o kutu zakreta koljenastog vratila. U prosjeku je za 70 % opterećenja tlak kompresije jednak 50 bara, dok je prosječni tlak izgaranja jednak 74.2 bara, a prosječni srednji indicirani tlak je jednak 11.2 bara. Pri brzini vrtnje od 720 okr/min i pri tlaku ispirog zraka od 0.6 bara postiže se efektivna snaga od 1006.5 kW.

- 1 - Početak otvaranja usisnog ventila,
- 2 - Preklapanje ventila,
- 3 - Ispušni ventil je zatvoren,
- 4 - Usisni ventil je zatvoren,
- 5 - Kompresija,
- 6 - Ekspanzija,
- 7 - Početak otvaranja ispušnog ventila,
- 8 - Rezultat ispitivanja akustičnom emisijom na propuštanje u cilindru broj 10.

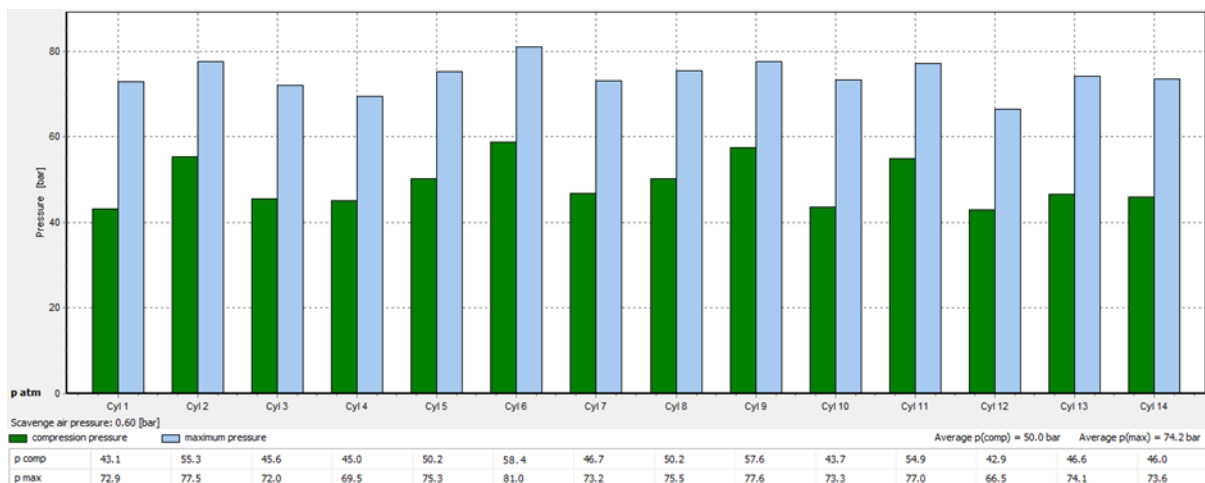


p scav.	0.6	[bar]	angle max.	10.0	[°CA]	Load	66.7	[%]
p comp.	43.7	[bar]	Speed	718.0	[rpm]	Probability of Leakage	5.8	[%]
p comp. theoretical	42.3	[bar]	Speed	100.0	[%]	delta Speed	1.3	[rpm]
p max.	73.3	[bar]	ind. Power	79	[kW]			
			eff. Power	71	[kW]			

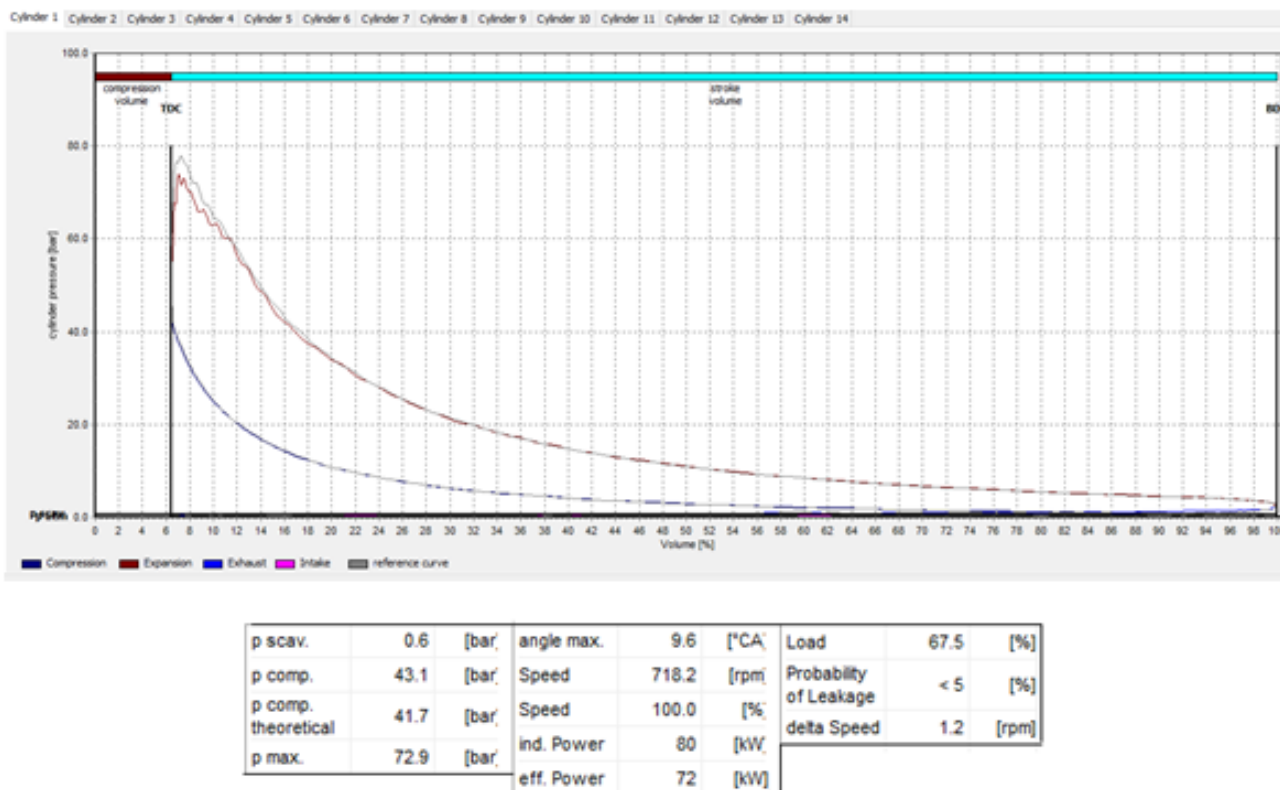
Slika 5.5.4. Radni proces na cilindru broj 10 B&W Alpha Dizel 14V23L -VO motora

Na slici 5.5.4. prikazano je najveće propuštanje od 5.8 % na cilindru broj 10 od ukupnih 14 pri 718 okr/min. Na ostalih 13 cilindara propuštanje je bilo ispod 5 %. Do gubitka dijela radnog medija kroz slabo zabrtvljena mjesta dolazi u zoni dodira klipnih prstena s klipom i stijenkom cilindra kao i u zoni dodira ventila i sjedišta. Uz pretpostavku da je motor ispravno održavan, zagrijan na radnu temperaturu i uz uporabu odgovarajućeg ulja za podmazivanje, propuštanja radnog medija iz cilindra su relativno mala, te se mogu zanemariti. Ulje za

podmazivanje kod četverotaktnih dizelskih motora pored osnovne namijene - smanjenja trenja i odvođenja topline smanjuje i propuštanje radnog medija iz cilindra motora.



Slika 5.5.5. Usporedba najvećih srednjih vrijednosti tlakova kompresije i maksimalnih tlakova za sve cilindre motora



Slika 5.5.6. Prikaz zatvorenog indikatorskog dijagrama pri opterećenju od 67.5 %

Na slici 5.5.6. nalazi se zatvoreni indikatorski p-V dijagram. Površina u zatvorenom dijelu dijagrama predstavlja rad motora u jednom radnom procesu ovisno o tlaku i obujmu cilindra, te se zatvorenim indikatorskim dijagramom određuje srednji indicirani tlak. Srednji indicirani tlak može se izračunati iz površine pomoću planimetra, te trapeznom ili Simpsonovom

Udruga pomorskih strojara Split i Pomorski fakultet u Split

metodom. Srednji indicirani tlak je jedan od važnih pokazatelja rada i opterećenja cilindra motora.

Usporedbom, što je vidljivo na slici 5.5.6. indikatorskog dijagrama 2. cilindra kao referentnog sa indikatorskim dijagramom 1. cilindra vidljiva su izraženija odstupanja u visokotlačnom dijelu procesa dok su odstupanja u niskotlačnom dijelu procesa znatno manja.

ind. power: 1117.3 [kW] -> mech. efficiency: 0.901 -> eff. power: 1006.5 [kW] -> electrical efficiency: 0.94 -> el. power: 946.1 [kW] Scavenge air pressure: 0.60 [bar]												
Value	Speed	Speed	p comp	p max	Angle p max	p comp/p scav	MIP	indicated Power	effective Power	Generator Power	Load	probable Leakag
Unit	[rpm]	[%]	[bar]	[bar]	[°Ca]	[-]	[bar]	[kW]	[kW]	[kW]	[%]	[%]
Cylinder 1	718.2	100.0	43.1	72.9	9.6	27.6	11.2	80.1	72.2	67.9	67.5	< 5
Cylinder 2	717.9	100.0	55.3	77.5	9.2	35.2	11.5	82.0	73.9	69.4	69.0	< 5
Cylinder 3	718.4	100.1	45.6	72.0	11.5	29.1	11.6	82.9	74.7	70.2	69.8	< 5
Cylinder 4	718.0	100.0	45.0	69.5	9.8	28.8	11.3	80.7	72.7	68.3	67.9	< 5
Cylinder 5	718.2	100.0	50.2	75.3	10.9	32.0	11.4	81.2	73.1	68.7	68.3	< 5
Cylinder 6	718.0	100.0	58.4	81.0	9.0	36.9	11.2	78.5	74.5	67.9	67.9	< 5
Cylinder 7	717.9	100.0	46.7	73.2	10.8	29.8	11.4	81.4	73.4	69.0	68.6	< 5
Cylinder 8	718.1	100.0	50.2	75.5	8.9	32.0	11.7	83.4	75.2	70.7	70.3	< 5
Cylinder 9	717.9	100.0	57.6	77.6	9.0	36.6	11.0	78.5	70.7	66.4	66.1	< 5
Cylinder 10	718.0	100.0	43.7	73.3	10.0	27.9	11.1	79.2	71.4	67.1	66.7	6
Cylinder 11	717.5	99.9	54.9	77.0	9.6	34.9	11.6	82.7	74.5	70.0	69.6	< 5
Cylinder 12	717.9	100.0	42.9	66.5	12.0	27.5	10.9	78.0	70.3	66.1	65.7	< 5
Cylinder 13	718.2	100.0	46.6	74.1	10.6	29.8	11.4	81.5	73.5	69.1	68.7	< 5
Cylinder 14	718.0	100.0	46.0	73.6	9.6	29.4	11.9	84.9	76.4	71.9	71.4	< 5
Total Value								1117.3	1006.5	946.1		
Average	718.0	100.0	50.0	74.2		31.9	11.2	79.8	71.9	67.6	67.2	
Maximum	718.4	100.1	58.4	81.0	12.0	46.1	11.9	84.9	76.4	71.9	71.4	
Minimum	717.5	99.9	42.9	66.5	6.3	27.5	8.5	60.8	54.7	51.5	51.2	
Difference	0.9	0.1	29.8	14.5		18.6	3.4	24.1	21.7	20.4	20.3	
Deviation [%]	0.1	0.1	59.6	19.6		58.4	30.3	30.2	30.2	30.2	30.2	

Slika 5.5.7. Tablično poredani podaci ispitivanja motora pri 67 % opterećenja

Sa slike 5.5.7. možemo jasno očitati vrijednosti za svih 14 cilindara kao što su: broj okretaja, tlak kompresije, max. tlak, kut koljenastog vratila u kojemu je tlak u cilindru najveći, omjer tlaka kompresije i tlaka ispirnog zraka, srednji indicirani tlak, indicirana snaga, efektivna snaga, opterećenje, potencijalna propuštanja. Najniži tlak kompresije i tlak izgaranja (maksimalni) je na cilindru broj 12 a najviši su na cilindru broj 6. Općenito uspoređujući vrijednosti sa testnog stola (Tablica 3.) i mjerenja nakon što je motor odradio 13 000 radnih sati jasno nam ukazuje da u skoroj budućnosti predstoji veći zahvat održavanja na motoru. Tablica 3. Podaci sa testnog stola pogonskog dizel motora B&W Alpha Dizel 14V23L- VO

Brzina (okr. /min.)	Tlak izgaranja (bar)							Tlak kompresije (bar)						
	Broj cilindra													
720	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7
	87.5	88.5	90	89	90	89	91.5	61	63	62	63	63	64	63
	93.5	92	92	93.5	91.5	92	91	62	63	64	62	64	62	63

U eksploataciji više cilindričnih brodskih dizelskih motora potrebno je osigurati identične radne procese i ravnomjeran raspored snage po cilindrima. Poradi toga potrebno je motoru regulirati rad tako da na kraju kompresije bude

tlak u svim cilindrima približno jednak. U eksploataciji brodskih dizelskih motora dopušteno odstupanje prosječne vrijednosti tlaka na kraju kompresije za $\pm 2\%$.

Remarks						
Number	Priority	Concern	Event	Cylinder	Remark	Checked
1		Measurement	Cylinders measured	All	---	✓
2		Measurement	Measurement done	All	Measurement successfully carried out.	✓
3		Engine	Load balance	14	Load balance exceeded limit.	
4		Engine	Compression pressure deviation	6	Compression pressure deviation exceeded limit.	
5		Engine	Maximum pressure deviation	All	Maximum pressure deviation is within range.	✓
6		Engine	MIP deviation	14	MIP deviation exceeded limit.	
7		Engine	Leakage	All	Normal/noncritical leakage below 40% detected.	✓
8		Measurement	File saving	All	File was successfully saved.	✓
9		Measurement	Engine report	All	Report hasn't been created yet.	
10		Maritime Service Center	File transfer	All	If you have a contract for reporting to Maridis GmbH, please send this file to maridis@maridis.de.	

Slika 5.5.8. Dijagnostika na temelju rezultata mjerenja na pogonskom četverotaktnom srednjekretnom dizel motoru motora B&W Alpha Dizel 14V23L- VO

Izvješće o ispravnosti motora nam ukazuje na stanje pojedinih sustava, zelena boja označava da je sve u redu, žuta je samo upozorenje ali još nije potrebno poduzimati bilo kakve radnje i crvena nas upozorava da sada moramo poduzeti potrebite radnje. Konkretno iz ovog izvješća sa slike 5.5.8. imamo crveno važno upozorenje da moramo odmah djelovati kada je u pitanju povećano opterećenje (71.4 %) na cilindru broj 14, također na cilindru broj 14 imamo crveno upozorenje da srednji indicirani tlak prelazi granicu (11.9 bar). Imamo žuto upozorenje na cilindru broj 6 jer prelazi granicu tlak kompresije (58.4 bar) i odstupa u odnosu na ostale. Za svih 14 cilindara je dano žuto upozorenje da još nije sastavljeno izvješće i da ako imamo ugovor za izvješćivanje s tvrtkom Maridis GmbH da im pošaljemo ovu datoteku na maridis@maridis.de.

6. Zaključak

Zaključno, praktična mjerenja provedena na brodskom pogonskom B&W Alpha motoru pružila su uvide u radne procese unutar motora, pritom je omogućeno identificiranje ključnih područja za daljnju optimizaciju.

Rezultati mjerenja koji su dobiveni snimanjem indikatorskih dijagrama i njihova analiza mogu se iskoristiti za optimizaciju potrošnje goriva tijekom rada motora i emisije štetnih plinova.

Dobivajući na ovaj način sliku o stanju motora jasno nam je što je potrebno konkretno raditi na motoru nakon što su uočeni nedostaci. Uz inače preventivno održavanja, svakako pridržavajući se uputa o održavanju motora od samog proizvođača uvelike nam još dodatno olakšava uvid u ispravnost rada motora ovako jedan kvalitetan uređaj Maridis MarPrime Ultra.

Pripremili: Tino Sumić, univ.mag.ing. i Petra Drašković, univ.mag.ing.

Iz brodske prakse

PROBLEMI U SUSTAVU PILOT GORIVA NA MOTORIMA WÄRTSILÄ DF

Namjena pilot sustava goriva je ubrizgavanje određene količine diesel goriva u svrhu zapaljenja smjese plina i zraka kod rada motora na plin (LNG). Radi se o tzv. Common rail sustavu tlaka cca 900bar-a koji se ubrizgava u cilindar preko pilot sapnice rasprskavača nekakvih 26-28° prije gornje mrtve točke (ovisno o tipu motora i broja okretaja). Kut ubrizgavanja regulira se elektromagnetskim ventilom ugrađenim u tijelo rasprskavača. Konstruktivna izvedba rasprskavača je prikazana na slici 1 (A-ulaz glavnog goriva; B-ulaz pilot goriva) i sastoji se od dvije sapnice, jedna je za ubrizgavanje pilot goriva dok je druga za glavno gorivo kad motor radi na tekuće gorivo (teško ili diesel) i koristi klasični sistem ubrizgavanja sa visokotlačnim pumpama tipa Bosch.

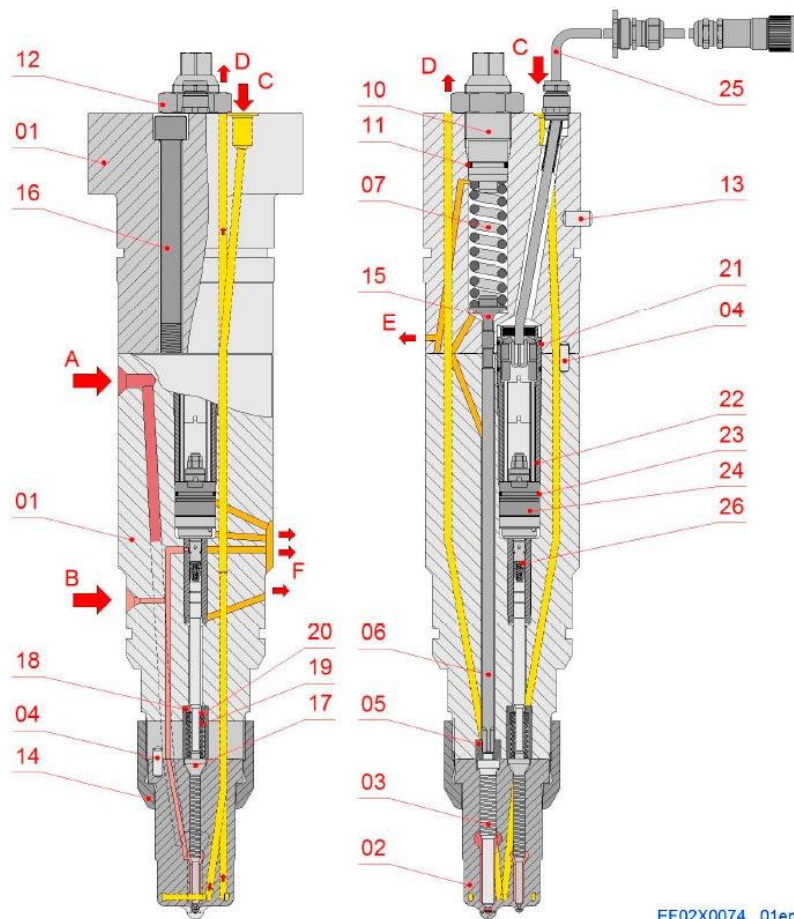
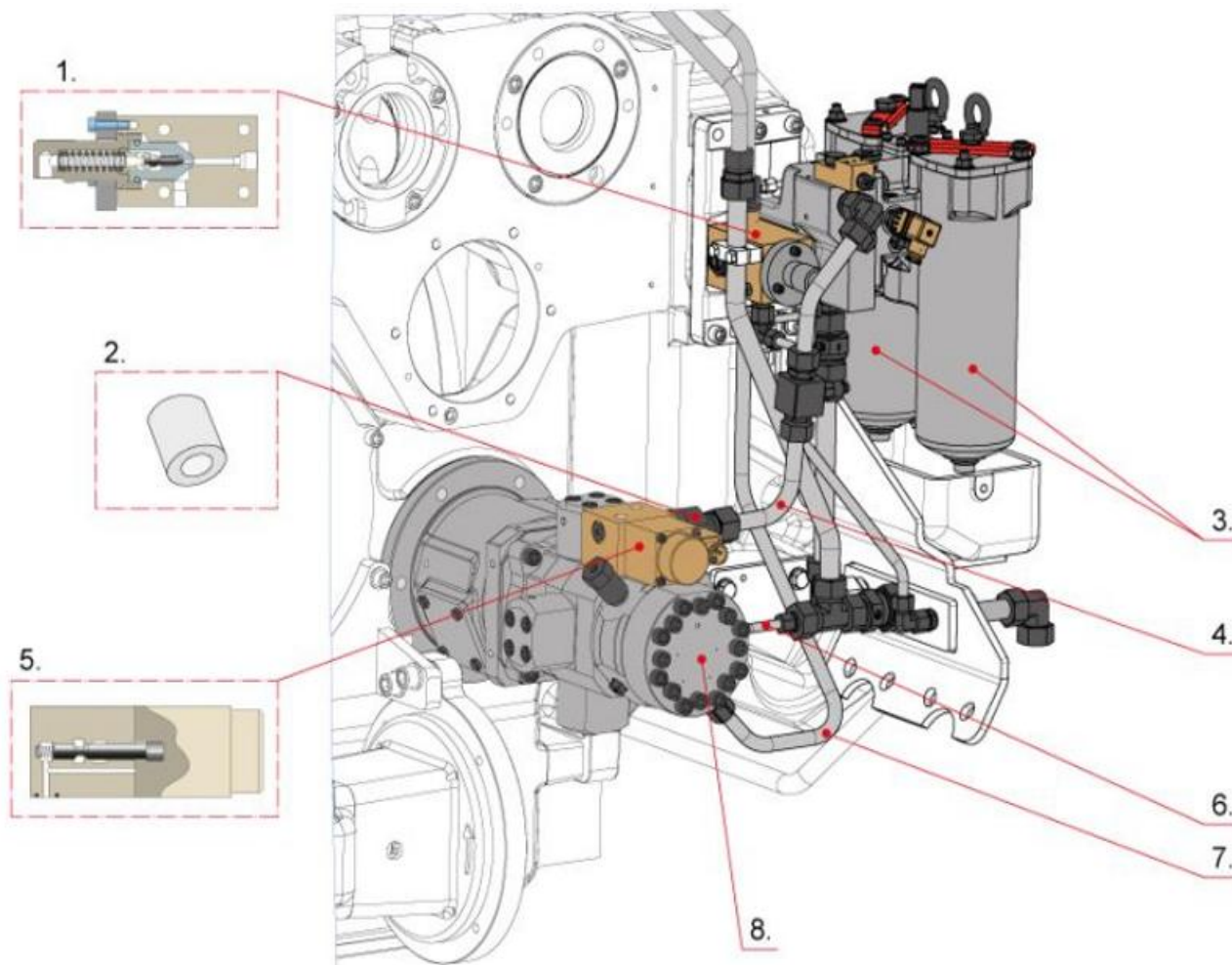


Fig. name: Injection valve

Slika 1. Rasprskać

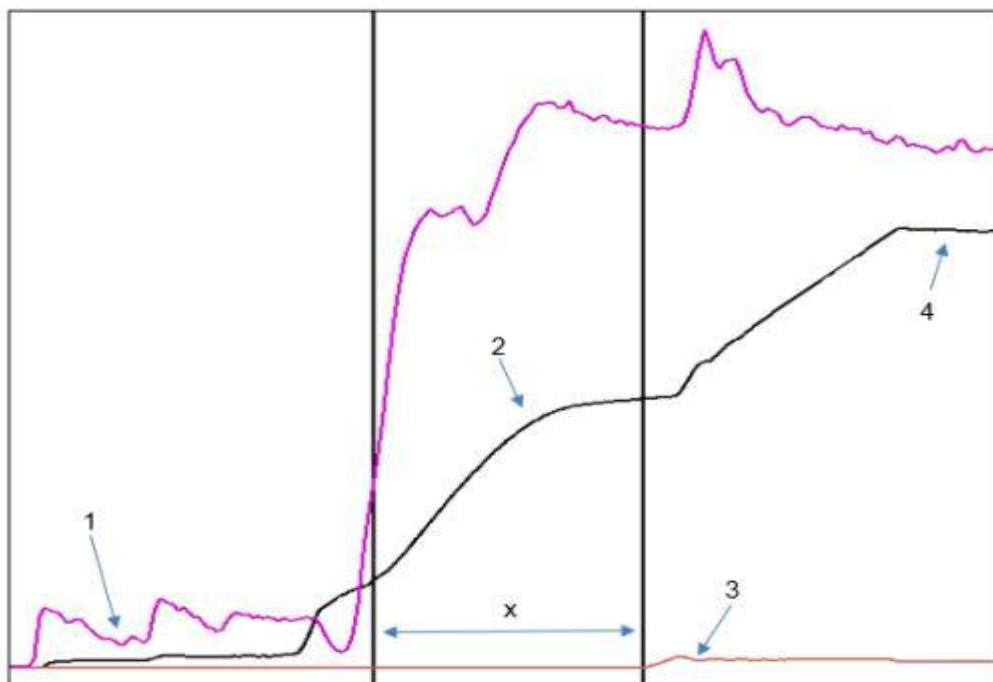
Problemi u sustavu pilot goriva mogu se podijeliti u dvije skupine i to zbog osciliranja tlaka (pressure swing) ili zbog niskog tlaka (low pressure). U oba slučaja dolazi do prestanka rada sustava pilot goriva te motor može nastaviti rad samo na diesel gorivo tj. rad na plin nije moguć. Na slici Br.2 prikazane su osnovne komponente sistema pilot goriva. 1-Sigurnosni ventil, 2-Fini filter goriva, 3-Duplex filter goriva, 4-Spojna cijev dobave goriva, 5-Kontrolni ventil pumpe goriva, 6-Povrat goriva, 7-Izlaz goriva visokog tlaka, 8-Visokotlačna pumpa goriva-privješana.



Slika 2. Osnovne komponente pilot sustava goriva

Provjera rada sustava pilot goriva kontrolira se za vrijeme upućivanja motora (Combustion / Pilot check) na način da sustav automatike provjerava svaki cilindar posebno da li pilot rasprskič ubrizgava gorivo u svaki cilindar prateći porast temperature i tlaka u pojedinom cilindru. Ukoliko nema promjena u pojedinom cilindru motor neće moći raditi na plin.

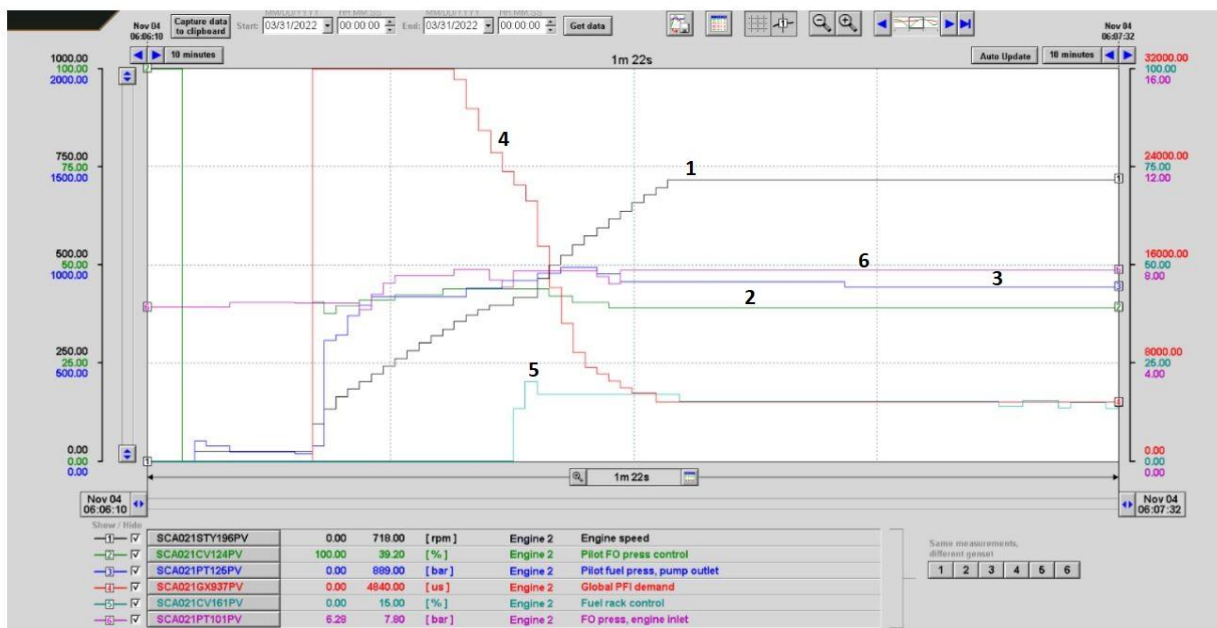
Na slici Br.3 je prikazan test pilot sustava za vrijeme startanja motora gdje je 1-Tlak pilot goriva, 2-Broj okretaja motora, 3-Položaj ručki goriva VT pumpi,



Slika 3. Provjera sustava pilot goriva kod startanja motora

4-nominalni broj okretaja motora, X-provjera pilot sustava (motor mora postići zadani broj okretaja u određenom periodu).

Kod startanja motor određeni period radi samo na pilot gorivo bez upliva goriva koje se dobavlja preko VT pumpi (Glavno gorivo) i tada se radi provjera sustava prateći tlak i temperaturu pojedinog cilindra, ako određeni cilindar ne pokazuje porast tlaka i temperature tada se pilot sustav goriva isključuje te motor nastavlja raditi na diesel ubrizgavajući gorivo preko VT pumpi (tzv. Back-Up Mode), u tom slučaju nije moguće da motor radi na plin kao gorivo. (iskustveno, ako motor nastavi raditi bez ubrizgavanja pilot goriva određeni period može doći



Slika 4. Krivulje parametara kod normalnog funkcioniranja pilot sustava goriva

Udruga pomorskih strojara Split i Pomorski fakultet u Split

do začepljivanja sapnica pilot goriva i tada se rasprski moraju promijeniti ako je potreban rad na plin. Iskustveno nakon nekih 8 sati rada već može doći do začepljenja).

Na slici 4 prikazane su krivulje kod normalnog funkcioniranja sustava pilot goriva.

Krivulja br.1 - Broj okretaja motora (rpm), (trenutačno 718.00).

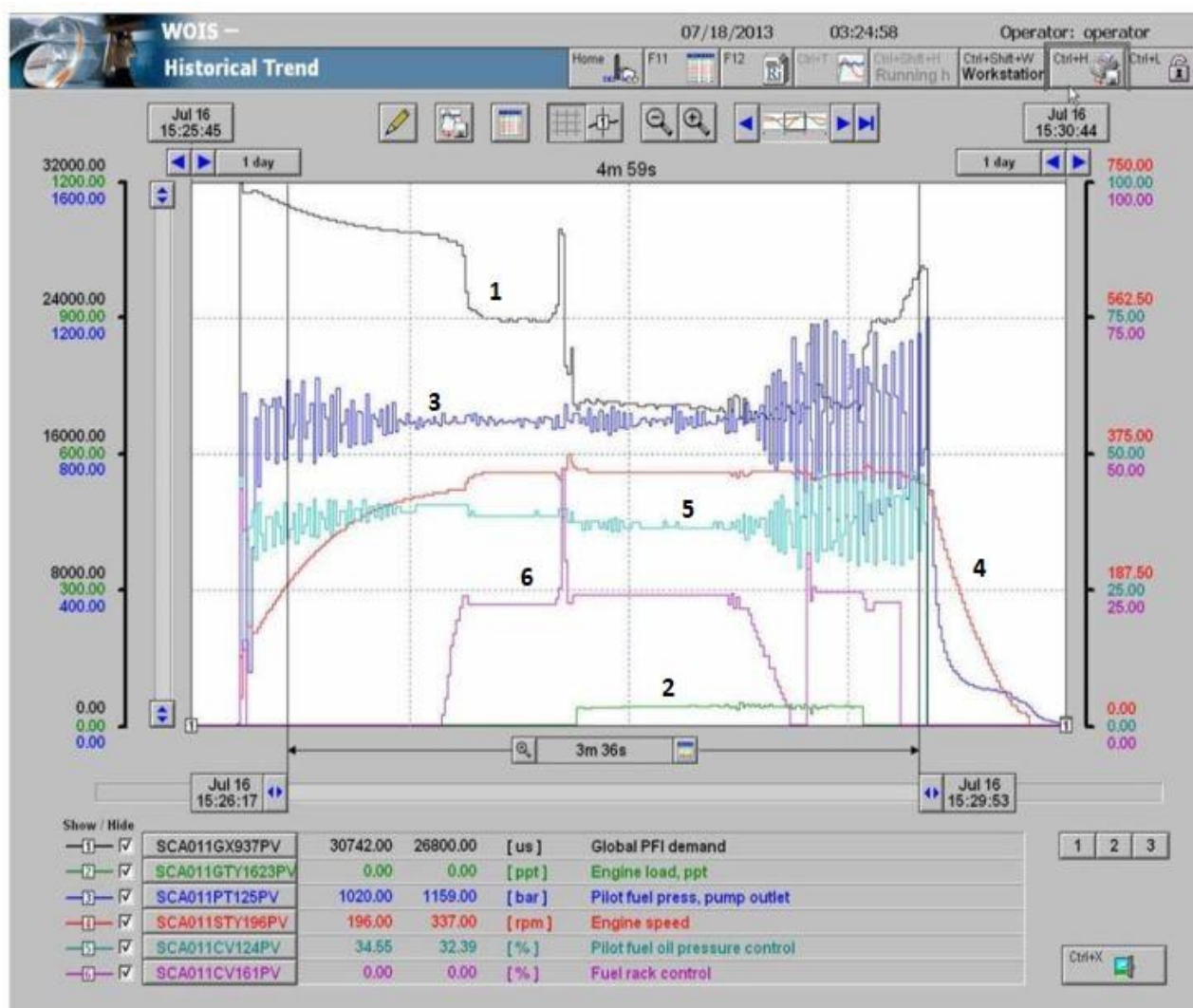
Krivulja br.2 - Kontrola tlaka pilot goriva, predstavlja poziciju kontrolnog ventila na pilot pumpi visokog tlaka i to u postotcima, te pokazuje koliko je ventil otvoren (u ovom slučaju 39.20 %).

Krivulja br.3 - Tlak goriva nakon pilot pumpe u cjevovodu pilot goriva (bar), (u ovom slučaju 899 bar).

Krivulja br.4 - Global PFI demand-predstavlja volumen ubrizganog goriva prema zahtjevu kontrolnog sustava, jedinica je μs (mikrosekunde) i predstavlja vrijeme trajanja ubrizgavanja pilot goriva (u ovom slučaju iznosi 4840 μs).

Krivulja br.5 - Položaj ručke goriva VT pumpi glavnog goriva u % (u ovom slučaju iznosi 15 %).

Krivulja br.6 - Tlak goriva na ulazu u motor (bar), (u ovom slučaju iznosi 7.80 bar).



Slika 5. tipično osciliranje tlaka pilot goriva

● **Problemi zbog osciliranja tlaka pilot goriva (Pressure Swing)**

Osciliranje tlaka pilot goriva dolazi uglavnom zbog nedovoljnog pomaka kontrolnog ventila goriva, tj. ako se razvodni klip kontrolnog ventila ne pomakne dovoljno dolazi do prekomjernog tlaka u sustavu i tada dolazi do osciliranja tlaka. Prije ili kasnije će doći do zaustavljanja rada pilot goriva zbog osciliranja tlaka, te će motor nastaviti rad na diesel gorivo (Back-Up Mode). Također do osciliranja tlaka može doći i zbog začepljenosti filtera goriva, te finog filtera goriva. Tipične krivulje kod osciliranja tlaka prikazane su na slici 5.

Krivulja Br.1 - Vrijeme trajanja uštrcavanja pilot goriva u μs (Global PFI demand).

Krivulja br.2 - Opterećenje motora (Engine Load).

Krivulja br.3 - Tlak pilot goriva (bar).

Krivulja br.4 - Broj okretaja motora (rpm).

Krivulja br.5 - Pozicija kontrolnog ventila pilot goriva (%).

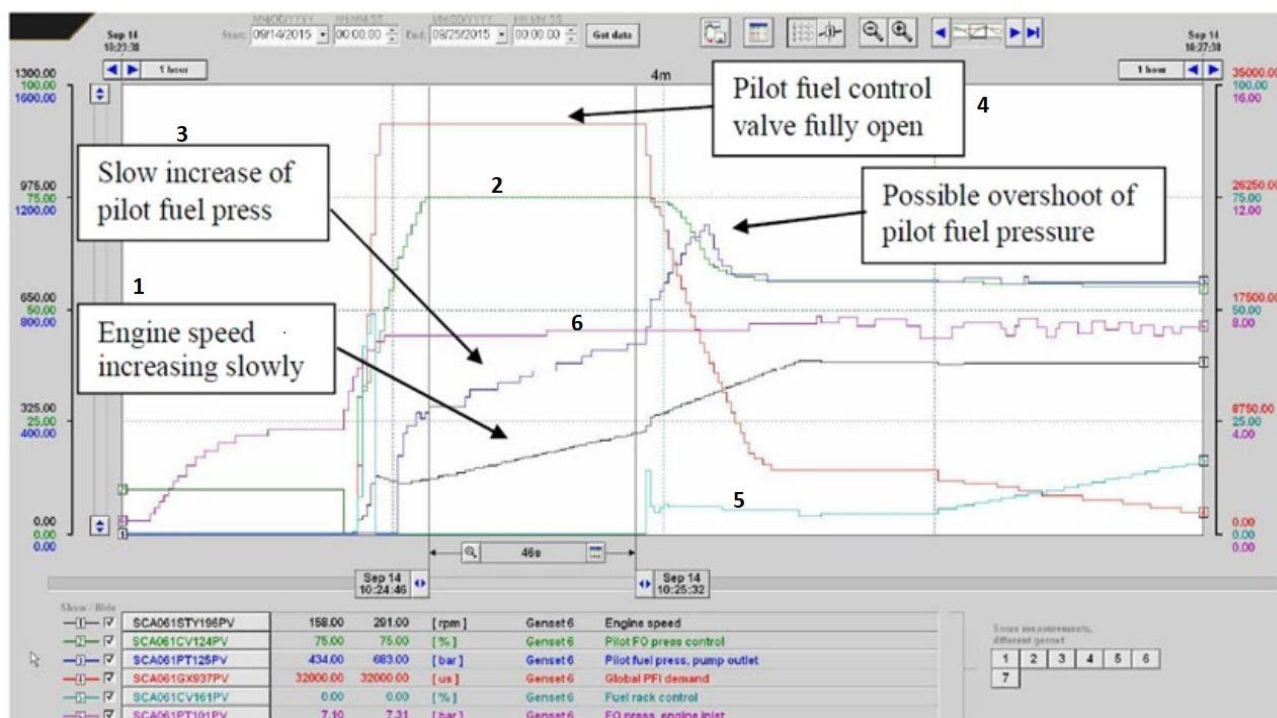
Krivulja br.6 - Položaj ručki goriva VT pumpi (%).

Prema krivuljama na slici 5 motor nije prošao pilot test i nastavlja rad na diesel gorivo (back-up mode), rad na plin u ovom slučaju nije moguć.

● **Problemi zbog niskog tlaka pilot goriva**

Mogući razlozi niskog tlaka pilot goriva su:

- Nedovoljni kapacitet i tlak napojne pumpe goriva bilo zbog loše pumpe ili zaprljanih filtera,
- Propuštanje u dobavnim cijevima visokog tlaka pilot goriva,
- Greška rasprskача,
- Propuštanje između rasprskача i dobavne cijevi visokog tlaka,
- Greška senzora tlaka (PT 125),
- Propuštanje sigurnosnog ventila pilot pumpe goriva (slika 6).



Slika 6. Krivulje parametara kod propuštanja sigurnosnog ventila

Krivulja br.1 - Broj okretaja motora (rpm), primjetan je usporen rast broja okretaja.

Krivulja br.2 - Pozicija kontrolnog ventila pilot pumpe (%). Ventil je otvoren više nego je uobičajeno zbog propuštanja goriva.

Krivulja br.3 - Tlak pilot goriva, primjetan je sporiji porast tlaka.

Krivulja br.4 - Vrijeme trajanja uštrcavanja pilot goriva u μs (Global PFI demand), također je veći nego što je uobičajeno.

Krivulja br.5 - Položaj ručki goriva VT pumpi (%), prema krivulji motor je nastavio rad na diesel gorivo.

Krivulja br.6 - Tlak dobavnog goriva na ulazu u motor (bar).

Prekid rada pilot goriva u slučaju niskog tlaka se može manifestirati na sljedeći način:

- Motor nije prošao pilot test kod upućivanja (Combustion check fail) zato što nema dovoljnog goriva uštrcanog u cilindre, a time i porasta tlaka i temperature u cilindru,

- Pilot pumpa nije uspjela dignuti tlak na nominalnu vrijednost (cca 900 bar) te nije moguć nastavak rada sustava pilot goriva,

- Naglo otvaranje kontrolnog ventila pilot pumpe zbog sporog porasta tlaka za vrijeme upućivanja motora rezultira naglim povećanjem tlaka kad motor dostigne nominalan broj okretaja (Overshoot prema krivulji 2).

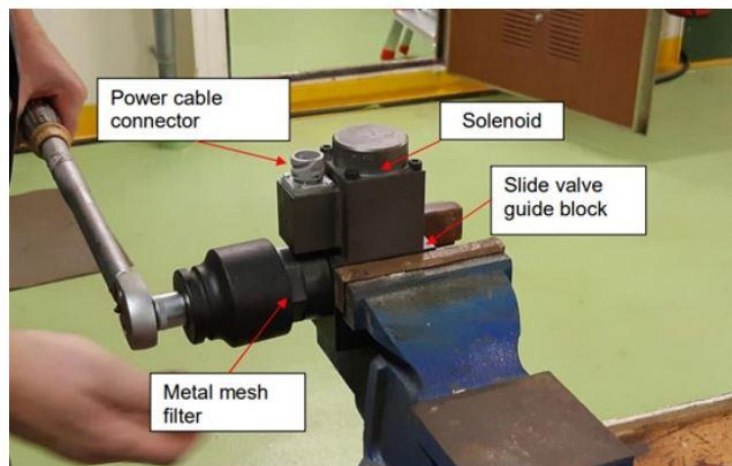
Ako se motor upućuje nakon održavanja na sustavu goriva, npr. izmjenom rasprskача isti je potrebno ozračiti s obzirom na to da može doći do greške zbog niskog tlaka u prvim nekoliko startova motora.

• **Kontrola komponenti sustava pilot goriva ako rad pilot goriva nije moguć**

Kontrolni ventil regulacije tlaka (Guide Block)

Zbog oštećenja na klipu regulacionog ventila može doći do blokiranja istog te regulacija tlaka nije moguća, preventivno se može isključiti električno napajanje ventila i tada zbog sile opruge ventil ide u 100 % otvoren položaj te u određenim slučajevima ventil proradi (ali rijetko).

Kontrolni ventil se skida s pumpe i potrebno ga je rastaviti prema slikama 7 i 8.





Slika 8. Potpuno rastavljen kontrolni ventil

Kontrolni klip je potrebno očistiti te ispolirati prema slikama 9, 10 koristeći stupnu bušilicu prema slici. Bitno je da je zahvat kontrolnog klipa u području gdje nema kliznih površina (prema slici 9) te ga pobrusiti finim brusnim papirom (ne manje od 1000, a prema slici 10).



Slika 9. Pozicija zahvata ventila na stupnoj bušilici



Slika 10. Poliranje kontrolnog klipa

Na slici 11 je prikazan klip kontrolnog ventila s laganim oštećenjima na kontrolnom dijelu koji ne utječu na regulaciju tlaka, međutim oštećenja nastala na kliznom dijelu klipa (prema slici 12) su razlog blokiranja istog i u ovim slučajevima je potrebno promijeniti cijeli kontrolni ventil, a ne samo klip (skidanje i stavljanje klipa uglavnom nije moguće i ventil neće moći kontrolirati tlak).



Slika 11. Oštećenja u kontrolnom dijelu koja ne utječu na regulaciju



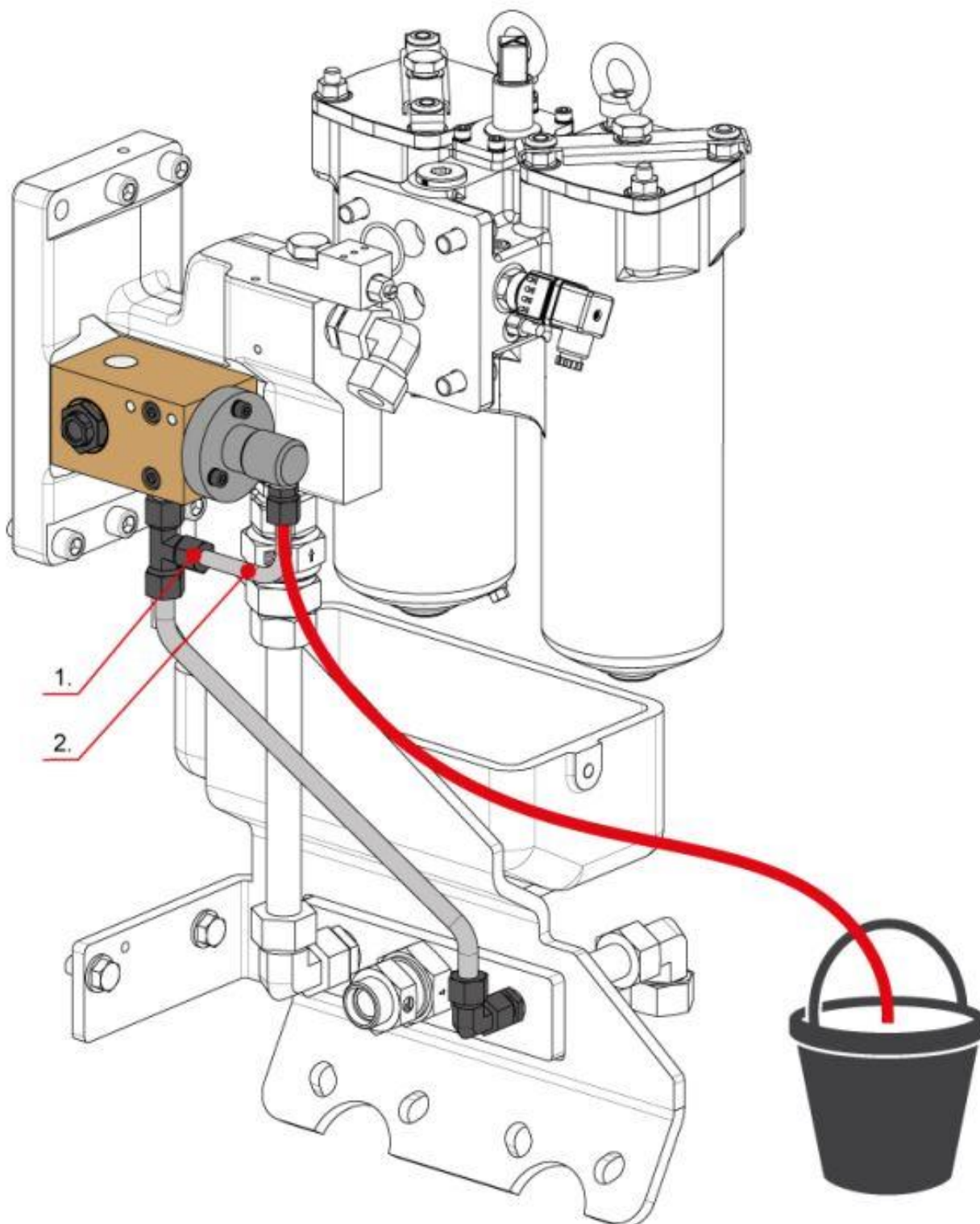
Slika 12. Oštećenja u kliznom dijelu koja rezultiraju blokiranjem ventila

Do gore navedenih oštećenja dolazi uglavnom zbog nečistoća u diesel gorivu tako da je od izuzetne važnosti redovito mijenjati ugrađeni filter prema slici 8.

Prema iskustvu repariranje kontrolnih ventila je uglavnom privremena mjera jer u konačnici je u većini slučajeva potrebno izmijeniti ventil.

Propuštanje sigurnosnog ventila

Ako se sumnja na propuštanje sigurnosnog ventila prije rastavljanja istog je najbolje izmjeriti temperaturu cijevi prema slici 13 (Pozicija 2), ako je prilično veća nego kod drugih motora u radu može biti dobra indikacija da sigurnosni ventil propušta. Za točnu detekciju potrebno je skinuti cijev između spoja sa sigurnosnog ventila te povrata goriva, spoj cijevi (Pozicija 1) se treba blindirati. Motor se upali te se detektira propuštanje, ako postoji tada se sigurnosni ventil treba zamijeniti.



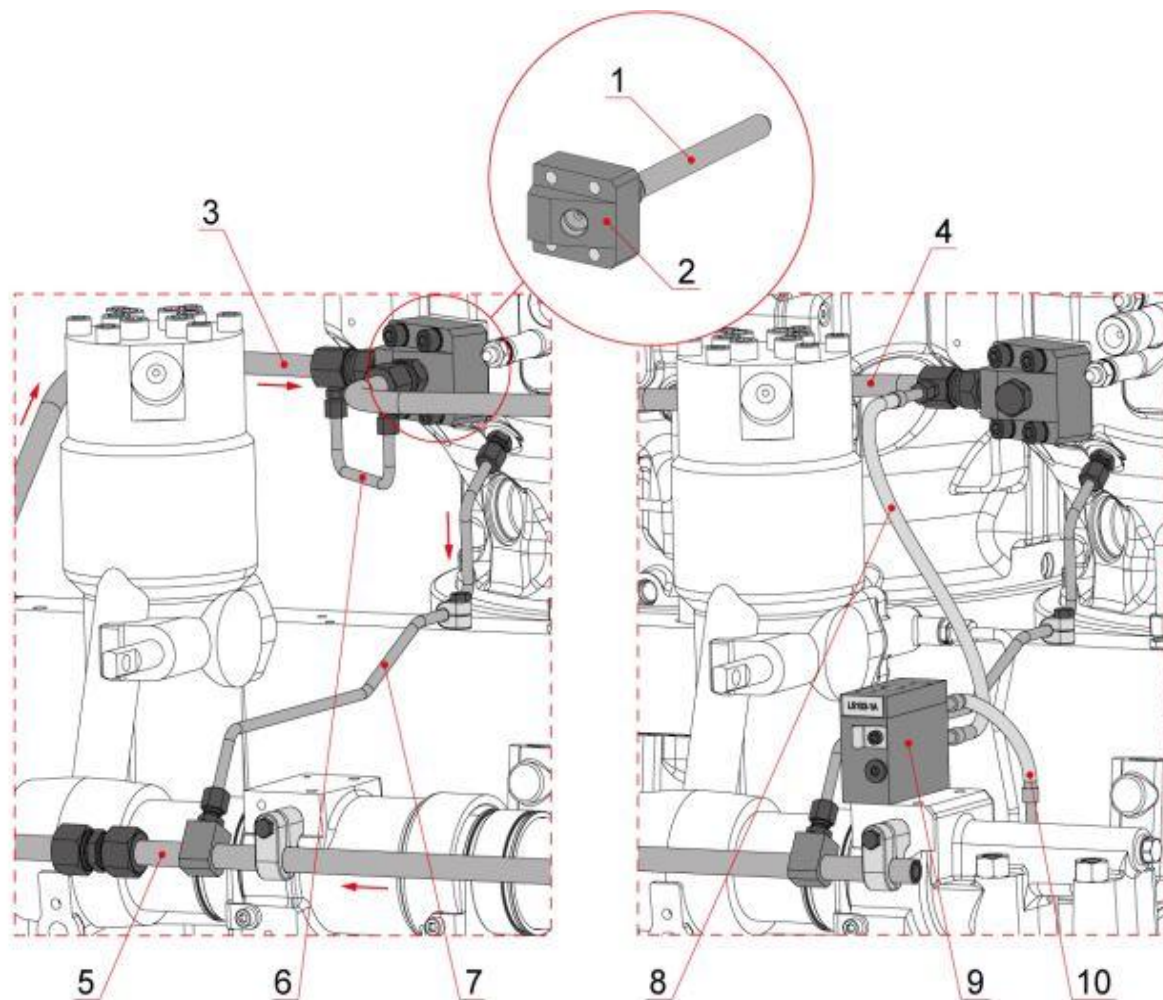
Slika 13. Detekcija propuštanja sigurnosnog ventila

Greške u radu pilot strane rasprskaa

Ako igličasti ventil rasprskaa ostane u otvorenom položaju gorivo će se kontinuirano ubrizgavati u cilindar i rezultirati padom tlaka u sustavu pilot goriva. Za detektiranje problematičnih rasprskaa vrlo je važno koristiti krivulje tlaka i

temperature pojedinih cilindara na WOIS monitoru, problematične rasprskalice je potrebno zamijeniti.

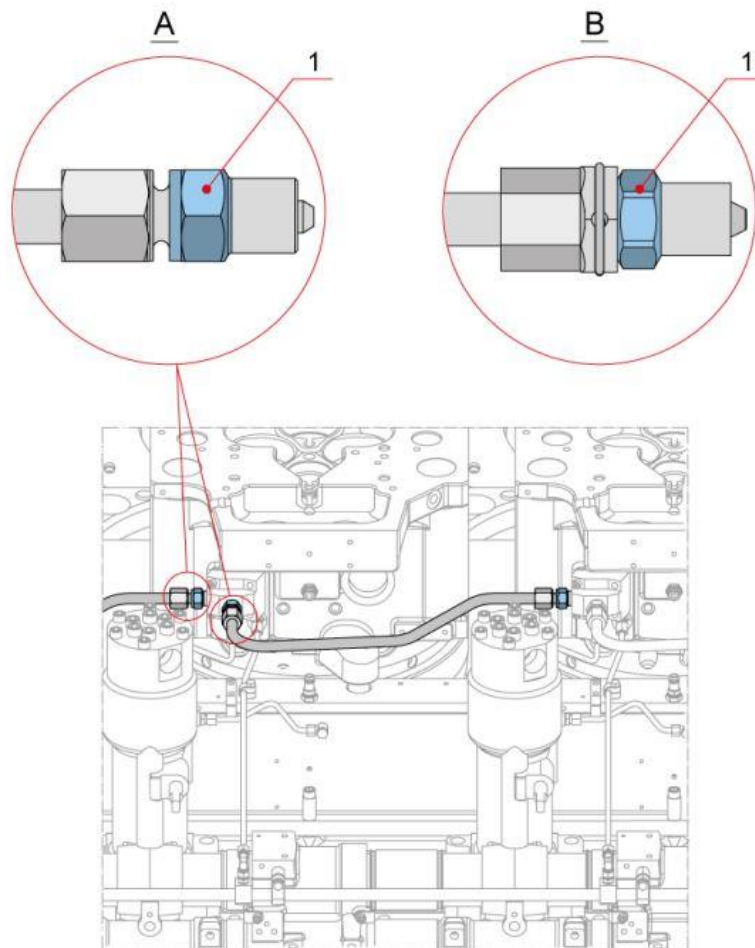
Propuštanja u sustavu cijevi visokog tlaka pilot goriva



Slika 14. Sustav visokotlačnih cijevi pilot goriva

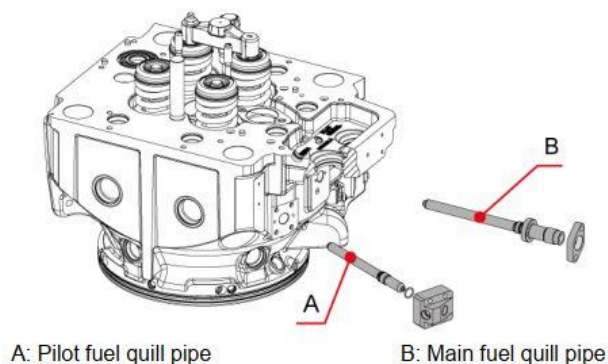
1-Spojna cijev na rasprskać, 2-Spojni dio cijevi, 3 i 4-Dovodna cijev pilot goriva, 5-odvodna cijev propuštenog goriva, 6-cjevovod propuštanja pilot goriva, 7-povrat propuštenog goriva, 8-Fleksibilna cijev propuštenog goriva, 9-Tank s alarmom propuštanja goriva, 10-Konekcija propuštenog goriva na zajedničku liniju propuštanja.

Cjevovod visokog tlaka pilot goriva unutar motora (Hot box) je dvostruka cijev (double wall pipe), ako dođe do propuštanja u sistemu gorivo ulazi u prostor između vanjske i unutarnje cijevi te se odvodi u cjevovod propuštenog goriva, ako su u pitanju veće količine tada se napuni kontrolni tank (Pozicija 9) s alarmom koji će alarmirati propuštanja. Kod većih propuštanja sustav neće moći održavati zadani tlak u sistemu te će doći do zaustavljanja rada pilot goriva (Backup Mode). Da bi se minimiziralo propuštanje u cjevovodu potrebno je spojne cijevi pritezati na točno određeni moment prema slici 15.



Slika 15. Cijevi pilot goriva, tipovi spojeva

Propuštanja između rasprskача i spojne cijevi

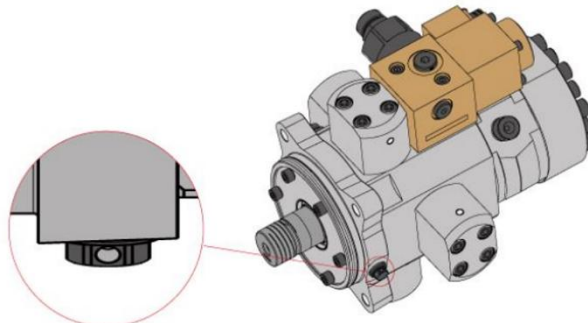


Slika 16. Propuštanje između cijevi i rasprskача

Jedan je od češćih razloga propuštanja zbog nepravilnog stezanja spojne cijevi prilikom izmjene rasprskача, propuštanje se može najjednostavnije detektirati preko monitoringa tlaka u cilindru za vrijeme startanja motora, u konkretnom cilindru neće doći do porasta tlaka prilikom testiranja sustava pilot goriva (Pilot check fail). Također se mogu odspojiti cijevi za detekciju propuštanja i vizualno utvrditi o kojem se cilindru radi, propuštanje će biti poprilično.

Propuštanje na pilot pumpi goriva

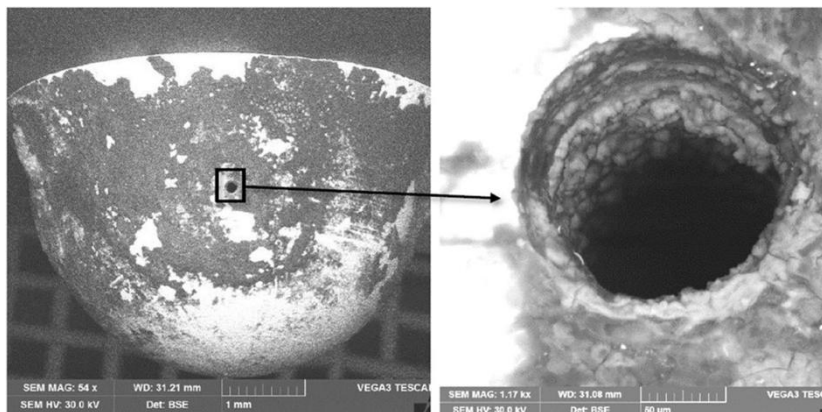
Ako dođe do istrošenja mehaničke brtvenice pumpe, doći će do propuštanja goriva kroz kontrolni provrt prema slici 17, u tom slučaju je kompletnu pumpu bolje što prije zamijeniti da ne dođe do oštećenja ležajeva, a time i do većih oštećenja same pumpe. Same pumpe imaju vijek trajanja (cca 18000 - 24000 sati) te se moraju mijenjati i slati na reparaciju.



Slika 17. Kontrolni provrt propuštanja na pilot pumpi

Problemi zbog parcijalnog začepljenja sapnice pilot goriva

Ustanovljeno je da kod provjere sustava pilot goriva, količina ubrizganog goriva nije bila dovoljna zbog parcijalne začepljenosti sapnice pilot goriva. Ustanovljeno je da se u svim slučajevima radilo o gorivu koje ima povećanu količinu cinka koji se taložio unutar i izvan same sapnice rasprskaača i time je znatno reducirao protok kroz rasprskaač do točke gdje sustav nije uspio proći test. Na slici 18 je prikazana parcijalno začepljena sapnica.



Slika 18. Parcijalno začepljena sapnica pilot goriva zbog povećane količine cinka u gorivu

Ova greška se manifestira na način da motor ne može dostići nominalni broj okretaja kod rada na pilot gorivo bez upliva glavnog goriva (cca 200 rpm kod 50DF motora), u fazi testa pilota. U svakom slučaju rasprskaače je potrebno zamijeniti, sapnice rasprskaača se mogu ultrazvučno očistiti i ponovo montirati, motor će neko vrijeme raditi ali prema iskustvu kratkog vijeka. Preporuča se izmjena rasprskaača sa novim sapnicama kao permanentno rješenje.

Pripremio: Neven Radovniković, upravitelj stroja

Iz pomorskog života

IZ ŽIVOTA NA BRODU – PLOVIDBA S AMERIČKIM PISCEM ALEXOM HALEYEM

Ovaj moj zapis iz života na brodu možda nije podoban za objavu u stručnom časopisu Udruge pomorskih strojara - Split, ali s druge strane htio bi pokazati da zapošljavanje na brodu osim naše primarne strane kao strojara. To je upravljanje i održavanje svih brodskih uređaja i generalno održavanje broda u cjelini. Postoji i drugi dio koji u većini slučajeva i sami prešutimo, a to je s brodom obilazak i upoznavanje većine luka i ljudi na svim kontinentima, a bez plaćanja putovanja za što su nam mnogi drugi na kraju bili zavidni.

Vjerujem da bi svatko od nas bivših pomoraca imao neku lijepu priču iz svog života na brodu, a koja nije vezana samo za tehnički dio posla zašto smo bili plaćeni na brodu.

Davne 1985. bio sam ukrcan kao upravitelj stroja na MB Petty, vlasnika „Mineral Shipping AG“, a s tim brodom (brod za rasute terete) bili smo na liniji Rotterdam – Istočna obala SAD, uglavnom Savannah, gdje bi uvijek krcali kaolinit (engl. China Clay) u rasutom stanju za Rotterdam, a nazad razne terete u rasutom stanju.

MB Patty je osim rasutog tereta imao tankove te prevozio različite tekuće terete, a mogao je prevoziti i 10 putnika.



Slika 1: Brod za rasute terete, MV Patty

Upravo na jednom putovanju iz SAD (Savannah) za Rotterdam na brodu se kao putnik ukrcao gosp. Alex Haley, poznati Američki pisac još poznatijeg romana „Roots“, čiju su dugometražni film mnogi od nas vidjeli i još je uvijek popularan kao i serije istog naziva.

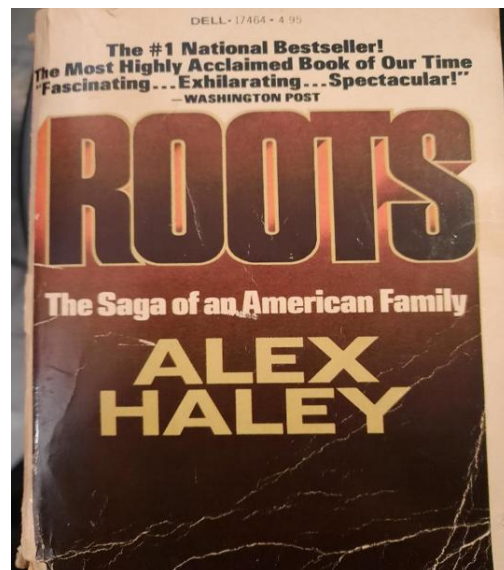
Ukratko bi objasnio da je to knjiga vezana za transport roblja s Afričkog kontinenta u srednju Ameriku i specijalno u SAD te njihova prodaja i život u Americi.

Zbog velike popularnosti te knjige gosp. Alex odlučuje napisati i II. dio te izabire brod na kojem bi pisao tu knjigu ta mu je bilo dozvoljeno da tijekom putovanja dio vremena sa svojom ekipom boravi i u brodskim skladištima da bi bolje opisao uvjete na brodu za vrijeme putovanja robova iz Afrike u USA.

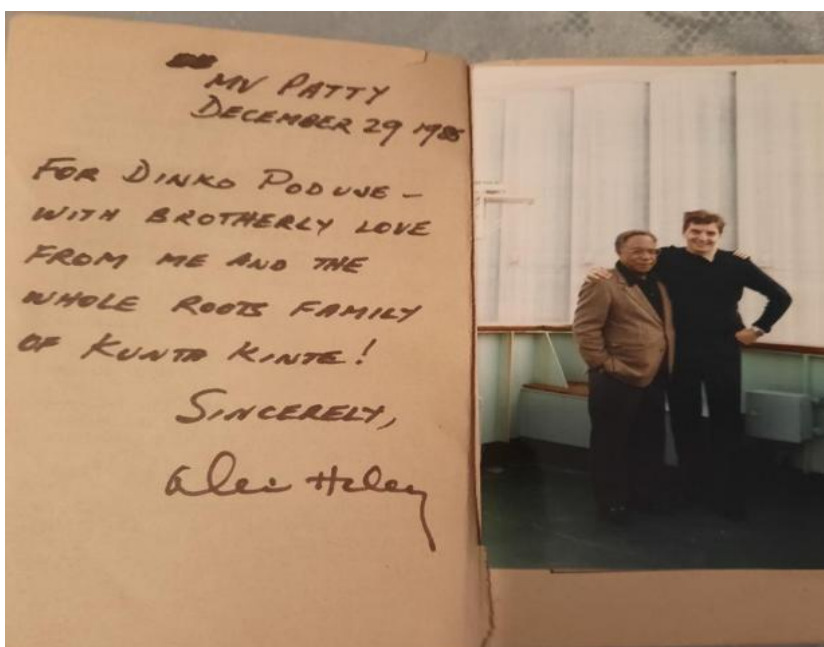
Bilo je to interesantno iskustvo za cijelu posadu i svatko je imao prilike razgovarati i s gosp. Alexom te ispričati svoja iskustva na moru posebno za nevremena i Alex je sve za njega interesantne situacije to zapisivao.

Poslije 12 dana u Rotterdamu se iskrcao Alex sa svojim suradnicima i vratio avionom u Ameriku.

Koliko mi je poznato gosp. Alex je preminuo prije nego je uspio izdati knjigu „Roots II“, ali je napisao nekoliko kraćih verzija na istu tematiku i te se serije još prikazuju na TV stanicama u SAD.



Slika 2: Roman Alexa Haleya „Roots“



Slika 3: Dinko Poduje i Alex Haley na MB Patty

Pripremio: Dinko Poduje, upravitelj stroja

Izrada Udruge

STRUČNA PREDAVANJA NEVENA RADOVNIKOVIĆA NA TEMU „SUSTAV UPLINJAVANJA UKAPLJENOG PRIRODNOG PLINA NA PLOVNOJ JEDINICI ZA SKLADIŠTENJE I UPLINJAVANJE”

Stručno predavanje upravitelja stroja Nevena Radovnikovića na temu „Sustav uplinjavanja ukapljenog prirodnog plina na plovnoj jedinici za skladištenje i uplinjavanje” na Pomorskom fakultetu Sveučilišta u Rijeci održano je 24. siječnja 2024. godine, a nakon zadovoljstva g. Marijane Smokvine iz Sindikata pomoraca Hrvatske i svih organizatora (UPSS, SPH i Pomorski fakultet u Rijeci) te prisutnih, g. Smokvina je predložila da se predavanje nastavi i na Pomorskom odjelu Sveučilišta u Zadru.

Dana 26. ožujka 2024. s početkom u 12:00 sati Neven Radovniković održano je predavanje na Pomorskom odjelu Sveučilišta u Zadru u suradnji sa SPH i Sveučilištem u Zadru.

Isto tako u organizaciji Udruge Neven Radovniković je održao predavanja na istu temu u studenome ove godine na Studiju Vojnog pomorstva u Lori (7. studenog 2024.) i na splitskom Fakultetu elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje (14. studenog 2024.).



Slika 1: Neven Radovniković daje izjavu za HRT na riječkom fakultetu



Slika 2: Predavanje na Pomorskom odjelu sveučilišta u Zadru, Dušan Vukojević i Neven Radovniković



Slika 3: Predavanje u Lori, Neven Radovniković i Tino Sumić

SUDJELOVANJE NA CRUISE SEMINARU

„Cruise seminar“, od 22-26. travnja 2024. u Hotelu Palace u Dubrovniku, organizirali su Norveški, Njemački i Talijanski Sindikat pomoraca, Međunarodna federacija transportnih radnika i Sindikat pomoraca Hrvatske sa sljedećim temama: kolektivni ugovori, financijsko planiranje, nasilničko ponašanje i seksualno uznemiravanje, mirovinsko osiguranje pomoraca, zastave pogodnosti, IMO, ILO, ITF inspektorat (STCW, SOLAS, MARPOL, MLC 2006) i zdravlje pomoraca.

Redovna sjednica SO SPH održana je 2-3. 5. 2024. u Vodicama. Raspravljalo se o aktualnim pitanjima u pomorskoj industriji poput kongresa ITF Marrakech (13-19. listopada 2024.), digitalizaciji administracije (LK, HZMO, HZZO, Porezna) i kabotaži (Jadrolinija). Predstavnik ITF u IMO, naš član, Branko Berlan ide u mirovnu krajem 2024. Također se raspravljamo o izobrazbi pomoraca kod nas i u svijetu. Prokomentirale su se i sljedeće teme: pregledi brodova u Grčkoj, Rumunjskoj i Bugarskoj i dolazak u Jadran s „očišćenim“ nedostacima, Port State Control u Hrvatskoj pregledao brod „Deala“ koji se nasukao na ulazu u luku Raša koji plovi pod tanzanijskom zastavom i Cattle carrier terminal u Hrvatskoj (Španjolska i Francuska zatvaraju terminale).

Na seminaru je sudjelovao Frane Martinić, predsjednik Udruge.



Slika 1: Sudionici „Cruise seminara“ u Dubrovniku

SUDJELOVANJE NA 5. I 6. SJEDNICI SREDIŠNJEG ODBORA SPH

Dvodnevna redovna sjednica Središnjeg odbora SPH održana je 2. i 3. svibnja u Vodicama. Članovi SPH, na čelu s predsjednikom SO Ivicom Grgom i glavnim tajnikom SPH Nevenom Melvanom, raspravljali su o aktualnim pitanjima u pomorskoj industriji, aktualnostima u SPH te su podnijela izvješća o radu zaposlenika SPH. U radu sjednice sudjelovao je Frane Martinić, predsjednik Udruge i član središnjeg odbora SPH.

Sjednica Središnjeg odbora SPH je održana u Sarajevu 15. studenog 2024. Na sjednici je sudjelovao predsjednik Udruge.

SUDJELOVANJE NA KONFERENCIJI "ŽENE I MORE"

Uoči Međunarodnog Dana žena u pomorstvu, na Sveučilištu u Dubrovniku 16. i 17. svibnja 2024. u organizaciji SPH održana je konferencija pod nazivom „Žene i more“ na kojoj je sudjelovao Frane Martinić, predsjednik Udruge.

Prvi dan bio je posvećen radionicama namijenjenim studentima pomorskih fakulteta i odjela, te članovima i članicama Sekcije mladih i Sekcije žena Sindikata pomoraca Hrvatske. Održane su i radionice na temu asertivne komunikacije te mobbinga, harassmenta i bullyinga.

Drugi dan na programu su bile dvije prezentacije, jedna na temu wellbeinga i mentalnog zdravlja te druga naziva mobbing: uzroci i pravna rješenja. Održane su i dvije panel rasprave, jedna na temu „Pomorci i stres“, te druga naziva „Žene i more“. Nakon panel rasprave „Žene i more“, iskustvo plovidbe sudionicima konferencije, video javljanjem prenijeli su i kapetanica duge plovidbe Kate McCue i chief Nikola Petrović.

Uz studente od Rijeke do Dubrovnika i predstavnike visokoškolskog obrazovanja pomoraca, same pomorce i pomorkinje, sudionici konferencije bili su i predstavnici brodarskih kompanija i agencija u zapošljavanju pomoraca, kao i stručnjaci iz više znanstvenih područja pomorstva.

Cilj konferencije Žene i more je smanjenje prepreka u zapošljavanju i zadržavanju žena u pomorskoj industriji, koja je još uvijek dominantno muška profesija.



Slika 1: Sudionici panel rasprave „Žena i more“ na konferenciji u Dubrovniku

SUDJELOVANJE NA SVEČANOSTI 60. PLAVA VRPCA VJESNIKA

Članovi Udruge bili su prisutni na dodjeli 60. Plave vrpce vjesnika u Splitu u hotelu Radisson.

Dobitnik Plave vrpce Vjesnika 2024. u pojedinačnoj konkurenciji je upravitelj stroja Zvonimir Franić iz Splita. On je, ploveći na Jadrolinijinom brodu Lastovo, tog nesretnog 11. kolovoza 2024. u Malom Lošinju, skočio s rive u more gdje je pridržavao na površini teško ozlijeđenog prvog časnika palube s istog broda, koji se našao u moru nakon pada brodske rampe koja je usmrtila trojicu njihovih kolega.

Dobitnici Plave vrpce Vjesnika 2024. u momčadskoj konkurenciji su zapovjednik Miljenko Konjevoda iz Rijeke i prvi časnik palube Ivo Mišković s Paga. Oni su ploveći na produkt tankeru Atlas T, u vlasništvu Transocean Maritime Agency (TMA) te menadžmentu Thome Croatia d.o.o., predvodili posadu tog broda u akciji spašavanja 70 izbjeglica iz Afrike u Atlantskom oceanu, 50 milja od Mauritanije. "Plovili smo iz Abidjana u Obali Bjelokosti prema Las Palmasu na Kanarima kad smo spomenutog dana oko 11 sati, usprkos slaboj vidljivosti i valovima od dva metra, uočili čamac pun ljudi, koji su očajnički mahali rukama dajući nam na znanje da im je potrebna pomoć. Kako smo kasnije utvrdili radilo se o sedam žena i 63 muškarca iz Afrike, koji su na ovo po život opasno putovanje isplovili iz Tunisa s namjerom da dođu na Kanare. Prije nego smo mi naišli, ti su nesretnici četiri dana plutali bez pogona Atlantikom.



Slika 1: Dobitnici i nomonirani na 60. Plavoj vrpci Vjesnika

POLAGANJE VIJENCA ISPOD SPOMEN SVJETIONIKA „POMORAC“

Dana 6. prosinca 2024. nekoliko članova Udruge pomorskih strojara – Split prisustvovalo je polaganju vijenca u organizaciji Sindikata pomoraca Hrvatske, uoči blagdana Svetog Nikole, zaštitnika naših pomoraca, tradicionalno je položen vijenac u spomen svim poginulim i nestalim pomorcima na Katalinića brijegu ispod spomen svjetionika „Pomorac“. Riječ je tradicionalnom odavanju počasti onima kojih više nema, a koji su za more i od mora živjeli.



Slika 1. Polaganje vijenca na Katalinića brijegu u organizaciji SPH

NOVI PODUPIRUĆI ČLANOVI UPSS

Na sastanku Upravnog odbora Udruge pomorskih strojara – Split održanoj 28. studenog 2024. godine na prijedlog predsjednika Udruge Frane Martinića, za podupirućeg člana predložen je dr. sc. Branko Belamarić, dipl. ing. Isto tako na prijedlog člana UO Gordana Krstulovića za podupirućeg člana predložen je Živoje Krstulović - Opara, dipl. ing.

Dr. sc. Branko Belamarić dipl. ing. brodogradnje rođen 31. srpnja 1947. u Zagrebu. Jedan je od trojice sinova pok. dr. sc. Igora Belamarića dipl. ing

Udruga pomorskih strojara Split i Pomorski fakultet u Split
brodogradnje, počasnog člana UPSS. Podrijetlom Šibenčanin, odrasta u Splitu, gdje je maturirao na Klasičnoj gimnaziji. Nakon završenog studija brodogradnje u Zagrebu, prolazi klasični put inženjera: od projektanta, direktnog rada u proizvodnji te rukovođenja. Pored rada u tuzemstvu, blizu dvadeset godina proveo je na brojnim projektima u zemljama Afrike, Sjeverne Europe i Dalekog Istoka, na poslovima strojogradnje i energetike, ali ipak najviše u brodogradnji, već prema zahtjevima tvrtke. Kasnije magistrira te doktorira u Zagrebu. Doktorirao je na Fakultetu strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Zagrebu s temom „Obraštanje i otpor broda“ 2008. godine. Pored brojnih članaka u stručnim časopisima izdao je i dvije knjige: „Obraštanje i otpor broda“ te „Viški boj u svjetlu broskog naoružanja“. Danas radi kao konzultant na brodograđevnim projektima. Dr. Belamarić povezan je s Lošinjem, gdje je radio u remontnom brodogradilištu (1975.-1980.) te s malim otokom blizu Lošinja, Velim Srakanama, gdje ima kuću i rado boravi. Također obitelj Belamarić posjeduje kuću u Povljima na otoku Braču, točnije u uvali Točinjak u Ulici Mladena Delića.

Živoje Krstulović - Opara dipl. ing. strojarstva rođen je 28. kolovoza 1948. u Splitu. Osnovnu školu završio je u Splitu 1963. Srednju Pomorsku školu završio je u Splitu 1967. Fakultet strojarstva i brodogradnje, usmjerenje brodstrojarstvo, završio je u Zagrebu 1973. Radno iskustvo gosp. Krstulovića – Opare slijedi:

- od 1974. projektant i voditelj projekta u strojnom odjelu u projektnom-konstrukcijskom uredu BIS-a,
- od 1977. rukovoditelj strojarskog odjela u projektnom-konstrukcijskom uredu BIS-a,
- od 1982. konzultant u Danskoj firmi ECATDAN za brodsku opremu,
- od 1986. ekspert za strojarstvo u strojarskom odjelu JRB/HRB,
- 1987. rukovoditelj strojarskog odjela u Glavnom Uredu JRB/HRB,
- od 1988. tehnički direktor u JRB/HRB,
- od 1992. Lead Auditor u HRB za ISO i ISM na domaćim i strnim brodovima,
- od 2002. pomoćnik generalnog direktora za komercijalno-tehnička pitanja u BIS,
- od 2008. rukovoditelj odjela, ugovornog projektiranja u Brodogradilištu Split,
- od 2013. direktor projekta u Brodogradilištu Split,
- od 2015. projektant u projektiranju brodova i platformi za bušenje nafte u suradnji s Fincantiere.

Prema Statutu UPSS, članak 10, na Redovnoj skupštini Udruge pomorskih strojara – Split, održanoj dana 5. prosinca 2024. u prostorijama Hrvatske vojske u Lori predloženi za podupiruće članove dr. sc. Branko Belamarić, dipl. ing. brodogradnje i Živoje Krstulović - Opara, dipl. ing. strojarstva jednoglasno prihvaćeni od prisutnih članova, te su proglašeni podupirućim članovima Udruge.



Slika 1. Redovna skupština Udruge pomorskih strojara – Split

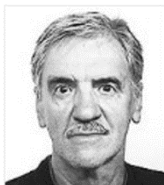


Slika 2. Svečani domjenak Udruge pomorskih strojara – Split i Udruge pomorskih kapetana Split



In Memoriam

Obavještavamo sve članove i simpatizere da su nas nažalost u proteklom razdoblju zauvijek napustile naše kolege:



NENAD MARASOVIĆ

1955. - 2021.

Premينو 12. listopada 2021.

Redovni član Udruge



ANTE ŠOŠIĆ

1947. - 2024.

Premينو 21. kolovoza 2024.

Redovni član Udruge

Počivali u miru!

Bartulu i svim našim preminulim članovima posvećujemo ove već uobičajene prigodne stihove 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.*

Poezija o moru

MORE, TI MI ŽIVOT ZNAČIŠ

***Pjevali su o tebi već mnogi
govorili i dobro i loše
al' se nikad promijenilo nisi
vječno traju tvoje plave kose***

***Svi vjetrovi što nad tobom žive
nose pjesme radosti i boli
tko te jednom u životu vidi
taj ne može da te ne zavoli***

***More, ti mi život značiš
more, ti si meni sve
svoju ljubav dajem tebi
more, more, volim te***

***Godine su prošle, al' se sjećam
sa materom dok sam oca čeka'
da se vrati s dugih putovanja
nosila ga tvoja ruka meka***

***Ja sam isto kao otac poš'o
i plovio za bogatstvom sivim
svud sam bio, al' sam sebi rek'o
tu ću ostat do kraja da živim***

Slobodan Kovačević

