

UDRUGA POMORSKIH STROJARA
SPLIT
MARINE ENGINEERS ASSOCIATION



Ukorak s vremenom



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

10. prosinca 2025.

glasilo br. 71/72



Časopis „UKORAK S VREMENOM“

10. prosinac 2025. glasilo br. 71/72

Izdavač:

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



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

ISSN 1332-1307

Za izdavača: dr. sc. Frane Martinić, predsjednik UPSS-a
Glasilo uređuje:

Uređivački savjet – Toma Gvozdanović, dr. sc. Frane
Martinić, Tonči Munitić

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

Naslovna stranica: Nastja Radić

Glasilo br. 71/72

Split, 10. prosinca 2025.

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.
Živoje Krstulović – Opra, dipl. ing.
Jadran Marinković, novinar
Damir Roje, dipl. ing.
Robert Stude, dipl. iur.
Igor Viđević, dipl. ing.

Zaslужni članovi udruge:

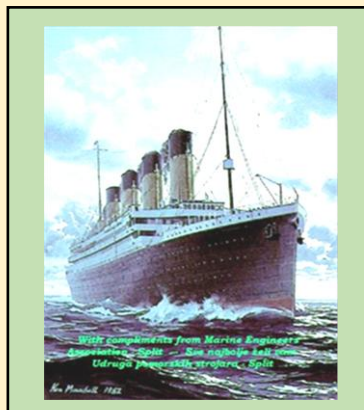
Zlatko Bilić, pom. st. I. klase,
Ivica Jelača, pom. st. I. klase,
Ivan Krolo, pom. st. I. klase,
Gordan Krstulović, pom. st. I. klase

Podupirući članovi udruge:

Aleksandar Alunić, dipl. ing.
dr. sc. Branko Belamarić, dipl. ing.
Vladimir Bužančić, dipl. ing.
Davor Draganja, dipl. ing.
Valter Frakić, dipl. ing.
Ivica Kartelo, dipl. ing.
Igor Merdžo, dipl. ing.
Neven Melvan, glavni tajnik SPH
Bruno Šegvić, dipl. ing.

PODUPIRUĆE TVRTKE I USTANOVE

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



S A D R Ź A J

Str.:

1 – 7	PRVE STRANICE
3	Impressum
4 – 5	Sadržaj
6 – 7	Uvodna riječ
8	Podupiruće tvrtke i ustanove
9 – 20	NOVOSTI IZ POMORSKOG I TEHNIČKOG SVIJETA
9 – 10	Prvi litavski brod na vodikov pogon
10 – 12	Više brodovlasnika koristi pogon na LNG gorivo do 2050.
12 – 13	Wärtsilä je testirala četverotaktni motor na amonijak
14 – 15	Stabilnost emisija s kontejnerskih brodova
15 – 16	30 novih narudžbi za plovila na alternativna goriva u listopadu 2025.
17 – 18	Everllence i partneri dovršili su modernizaciju motora na metanol za S90
18 – 19	Rolls-Royce testira motor na čisti methanol
19 – 20	Jan De Nul naručuje najveći brod za ugradnju kamenja
21 – 33	U ŽARIŠTU POZORNOSTI
21 – 24	Prirodni plin i ukapljeni prirodni plin (LNG)
24 – 25	Tango FLNG premašuje zajamčenu proizvodnju na Eni-jevom plinskom polju u Kongu
26	Izvoz živih goveda iz Argentine
27	Suradnja Jan De Nul-a i DEME-a
28	Porinut najveći svjetski brod na baterije i električnu energiju
29 – 30	Brodovi se suočavaju s izazovom FuelEU Maritime i EU ETS-a unatoč odgodi IMO okvira za neto nultu emisiju
30 – 31	Zaštita sigurnosti na brodovima na nuklearni pogon
31 – 32	Lloyd's Register dijeli ažurirane smjernice za podršku integraciji gorivnih članaka
32 – 33	LNG: Zeleno pranje ili realizam
34 – 35	LIKOV I ISTAKNUTIH POMORSKIH STROJARA
34 – 35	Boris Abramov
36 – 43	IZ POVIJESTI UDRUGE
	Gordan Krstulović
36 – 43	Obrazovanje časnika stroja u Republici Hrvatskoj
	Boris Abramov (posthumno)
44 – 68	ENTROPIJA (III. DIO)
	Frano Filipović
69 – 77	FUEL EU I EU ETS
	Tonči Munitić
78 – 88	SINKRONI MOTOR I GENERATORI

89 - 93

Frane Martinić

**JE LI BROD ZA PRIJEVOZ UKAPLJENOG PRIRODNOG PLINA
NA NUKLEARNI POGON MOGUĆ?**

94 - 98

IZ RADA UDRUGE

Frane Martinić

94 Sudjelovanje na svečanosti 61. Plava vrpca Vjesnika

94 Sudjelovanje na 8. sjednici Središnjeg odbora SPH

94 Polaganje vijenca na Katalinića brijegu

94 Izborna skupština i tradicionalni 25. domjenak

96 Novi počasni član UPSS

97 Izvještaj o radu udruge tijekom 2025. godina

98 Prijedlog rada udruge za 2026. godine

99 - 100

IN MEMORIAM

101

POEZIJA O MORU

Jedna žena čeka brod



Poštovani brodstrojari, kolege pomorci i čitatelji,

Udruga pomorskih strojara – Split nastavlja s kontinuiranim radom i donosi dvobroj časopisa „Ukorak s vremenom“ 71-72, a to je već 36 godina od prvog izdanja. Ponosni smo na izdavanje monografije o 90 godina naše povijesti „Udruga pomorskih strojara – Split 1933. – 2023.“.

S podupirućim tvrtkama i ustanovama nastavljena je suradnja, a to su: Adria Winch – Split, Bernhard Schulte Shipmanagement – Split, Brodospas – Split, Brodsko upravljanje – Split, Cool Company Management – Split, Global Offshore Engineering – Split, Globtik Express Agency – Split, Hrvatski hidrografski institut – Split, Hrvatski pomorski muzej – Split, Hrvatski registar brodova – Split, Jadroplov – Split, Krilo Shipping Company – Krilo Jesenice, Pasat – Split, Plovput – Split, Pomorska škola u Splitu, Pomorski fakultet u Splitu, Sindikat pomoraca Hrvatske, Splitsko-dalmatinska županija i SSM – Split. S klasifikacijskim društvom Bureau Veritas iz Rijeke započeli smo suradnju, a obnovljena je i suradnja s Jadrolinijom iz Rijeke.

U dugogodišnjoj suradnji sa Sindikatom pomoraca Hrvatske stručni članci naših članova objavljuju se u glasilu sindikata „Pomorskom vjesniku“.

Na poziv Tankerske plovidbe iz Zadra i Atlantske plovidbe iz Dubrovnika predsjednik Udruge prisustvovao je proslavama za 70. godina od osnutka ovih pomorskih kompanija. Svečanosti su održane u Zadru i Dubrovniku.

Svečanost „Plava vrpca Vjesnika“ održana je prije nekoliko dana u Opatiji, a dodjeli je prisustvovao predsjednik Udruge.

Dvobroj časopisa „Ukorak s vremenom“ broj 71-72 donosi, donosi nekoliko zanimljivosti iz svijeta u rubrikama „Novosti iz pomorskog i tehničkog svijeta“ i „U žarištu pozornosti“. U rubrici „Likovi istaknutih pomorskih strojara“ prisjetit ćemo se dugogodišnjeg urednika časopisa Boris Abramova. Rubrika „Iz povijesti Udruge“ prenosi članak „Obrazovanje časnika stroja u Republici Hrvatskoj“ koji je još uvijek aktualan u današnjem brodstrojarstvu. Posthumno Boris Abramov potpisuje III. dio članaka s naslovom: „Entropija“. U časopis je uvršten članak o regulacijama koje propisuje Europske unije u svezi goriva i kontroli stakleničkih plinova s brodova „Fuel EU i EU RTS“ koji potpisuje Frano Filipović. Upravitelj stroja Tonči Munitić piše o sinkronim motorima i generatorima na brodu. „Je li brod za prijevoz ukapljenog prirodnog plina na nuklearni pogon moguć?“ pita se Frane Martinić te donosi članak na tu temu. Isto tako Predsjednik Udruge donosi pregled aktivnosti u kojima su sudjelovali članovi Udruge u proteklom razdoblju. Pri kraju časopisa možete pročitati izvještaj o radu Udruge za 2025. godinu.

Udruga pomorskih strojara Split i Pomorski fakultet u Split

Rubrika „In memoriam“ posvećena je našim preminulim članovima i kolegama. U rubrici „Poezije o moru“ donosimo pjesmu „Jedna žena čeka brod“ kolege pomorca i poznatog pjevača Duška Lokina.

Izborna skupština Udruge pomorskih strojara – Split održana je dana 5. prosinca 2025. u prostorijama doma Hrvatske vojske, Poljudsko šetalište 1, u Splitu. Za predsjednika Udruge je treći put zaredom jednoglasno izabran dr. sc. Frane Martinić. Dušan Vukojević je treći put zaredom jednoglasno izabran za potpredsjednika Udruge. U Upravni odbor izabrani su: Predsjednik UO Tonči Munitić, te članovi: Duje Ćubelić, Miroslav Dujmović, Tonči Gazde, Toma Gvozdanić, Igor Ivančić, Ivica Jelača, Tihan Konda, Gordan Krstulović, Frane Ničeno, Frano Perišić, Ante Petković, Neven Radovniković, Željko Samaržija, Goran Seferović, Tino Sumić i Frane Martinić. U Nadzorni odbor izabrani su: Predsjednik Ante Silić, te članovi: Špiro Naranča i Dinko Poduje. Blagajnik i dalje ostaje Ivan Krolo, a Tajnik Anđela Matenda.

Za naš stručni časopis potrebni su članci 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. Pozivam članove Udruge da posjete naše prostorije u kojoj se nalazi popriličan broj naprava, dijelova i eksponata iz naše struke.

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.

Zahvaljujem se članovima Udruge na izboru za predsjednika Udruge već 3. mandat u nizu.

Pomorcima želim dobro more jer „ploviti se mora“.

Poštovani brodistrojari, drage kolege, pomorci, čitatelji, redovni, podupirući i počasnici članovi svima skupa čestitam dan svetoga Nikole, zaštitnika pomoraca te Vama i Vašim obiteljima želim Sretan Božić i uspješnu Novu 2026. godinu.

Predsjednik Udruge
dr. sc. Frane Martinić
upravitelj stroja

Podupiruće tvrtke i ustanove



ADRIA WINCH



**BERNARD
SCHULTE
SHIPMANAGEMENT**



BRODOSPAS



**BRODSKO
UPRAVLJANJE**



**COOL
COMPANY
MANAGEMENT**



**GLOBAL
OFFSHORE
ENGINEERING**



**GLOBTIK
EXPRESS
AGENCY**



**HRVATSKI
HIDROGRAFSKI
INSTITUT**



**HRVATSKI
POMORSKI
MUZEJ**



**HRVATSKI
REGISTAR
BRODOVA**



JADROPLOV



**KRILO
SHIPPING
COMPANY**



PASAT



PLOVPUT



**POMORSKA
ŠKOLA
SPLIT**



**ŽUPANIJA
SPLITSKO
DALMATINSKA**



**POMORSKI
FAKULTET
U SPLITU**



**SINDIKAT
POMORACA
HRVATSKE**



**SPLIT
SHIP
MANAGEMENT**



**BUREAU
VERITAS
CROATIA**

Novosti iz pomorskog i tehničkog svijeta

Prvi litavski brod na vodikov pogon

Brod za sakupljanje otpada u luci Klaipėda spreman je za radove u strojarnici, uključujući vodikove gorive ćelije i baterijsko napajanje.

Državna uprava morske luke Klaipėda najavila je porinućе prvog zelenog broda na vodik i električnu energiju u Litvi, koji grade West Baltic Shipyard i Baltic Workboats.

Tanker vrijedan 12 milijuna eura, dugačak 42 metra, namijenjen je za korištenje u luci Klaipėda, skupljajući otpad poput oborinske vode, kanalizacije, mulja i smeća, uključujući i brodove koji ulaze u luku, s kapacitetom za 400 kubnih metara tekućeg otpada.

Dosadašnji napredak na brodu uključuje izradu trupa i bojanje, s instaliranim cjevovodima, ventilima, hladnjacima, vratilima, perima kormila, toplinskom i protupožarnom izolacijom. Sada u vodi slijede montaža opreme strojarnice, opremanje unutrašnjosti kormilarnice, elektroinstalacija i montaža glavnih elektromotora, kao i instalacija vodikovog sustava.

Brod će biti opremljen posebnim spremnicima i modernim uređajem za pročišćavanje oborinskih voda koji će omogućiti prijenos pročišćene vode u



Slika: Brod za sakupljanje otpada

gradske pročistače. Brod će moći kontinuirano raditi do 36 sati, njegove električne motore napajat će baterije od 2000 kWh i sustav vodikovih gorivnih članaka.

Arnoldas Šileika, predsjednik Uprave VLG Grupe, rekao je: „Ponosni smo što je portfelj zelenih brodova koji se projektiraju i grade u Klaipėdi proširen jedinstvenim litavskim projektom. To je svjedočanstvo uspješnog razvoja zelenog pomorskog ekosustava, uz blisku suradnju između naše luke i industrije pomorskog strojarstva, koja ima potrebne kompetencije i tehnološke mogućnosti. Stvaranjem visoke dodane vrijednosti doprinosimo provedbu ciljeva održivosti i jačanje povjerenja javnosti da su inovativna rješenja koja smanjuju emisije i osiguravaju čisti okoliš budućnost Klaipėde i Litve“.

Vodikovi gorivni članci koriste vodik kao gorivo za proizvodnju električne energije, s čistom vodom kao jedinim nusproduktom, čime se eliminiraju radne emisije stakleničkih plinova i zagađivači. Ako se korišteni vodik proizvodi elektrolizom koja se pokreće obnovljivom energijom, vodik kao gorivo može imati gotovo nulte emisije stakleničkih plinova u životnom ciklusu.

Izvor:

<https://www.seatrade-maritime.com/alternative-fuels/lithuania-s-first-hydrogen-powered-ship-hits-the-water>

Više brodovlasnika koristi pogon na LNG gorivo do 2050.

Ishod MEPC (Marine Environment Protection Committee) 83 u travnju 2025. mogao bi uspostaviti IMO-ovu srednjoročnu strategiju određivanja cijena stakleničkih plinova i ugljika za postizanje nulte emisije do otprilike 2050. Ne čekaju svi jer imaju dovoljno povjerenja u LNG (ukapljeni prirodni plin) kao gorivo.

Prema posljednjim brojkama DNV-ove platforme Alternative Fuels Insight, 34 nove narudžbe za brodove na alternativna goriva poslane su u veljači 2025., od kojih 33 za kontejnerske brodove na LNG gorivo.

Prošle godine naručeno je više od 305 brodova s pogonom na LNG, što čini približno 14 % narudžbi za novogradnju, što je znatno više od metanola i amonijaka.

Izvješće koje je ovaj tjedan objavio Lloyd's Register navodi da su preinake na LNG gorivo u velikom porastu. Budući da su opskrbeni lanci goriva s nultom emisijom još uvijek u povojima, mnogi operateri vide LNG kao najodrživiju opciju naknadne ugradnje.

Također ovaj tjedan, Ministarstvo energetike SAD-a objavilo je naredbu kojom se uklanjaju prepreke za korištenje LNG-a kao brodskog goriva.

Studija slučaja kontejnerskog broda koju je krajem prošle godine objavio SEA-LNG pokazala je da gorivo osigurava najnižu cijenu usklađenosti za ispunjavanje EU i IMO propisa o dekarbonizaciji. Osnova za to je da LNG put nudi smanjenje stakleničkih plinova sada i u budućnosti. Korištenje LNG-a kao goriva također dramatično smanjuje SO_x, NO_x i čestice, čime se izbjegava korištenje relativno skupog MGO-a (Marine Gas Oil) za usklađenost područja kontrole emisija.

Furetank je prošli mjesec demonstrirao neposrednu korist od uključivanja LNG goriva. Tanker tvrtke Fure Viken bio je napunjen bio-LNG-om uravnotežene mase kao način usklađivanja s novom pomorskom uredbom FuelEU koja zahtijeva smanjenje intenziteta stakleničkih plinova od 2 % ove godine.

Balansiranje mase uključuje kupnju i ubrizgavanje bio metana certificiranog podrijetla u plinsku mrežu, dok se odgovarajuća količina plina povlači iz mreže i ukapljuje u pomorsko gorivo. Ovo zadovoljava zahtjeve FuelEU Maritime.

Obnovljivi e-LNG, koji se sintetizira iz CO₂ i vodika korištenjem obnovljive energije, privlači pozornost kao daljnji veliki korak na putu do nulte potrošnje energije koja se može koristiti u postojećim plovilima s pogonom na LNG, a ovaj tjedan smo vidjeli još jednu predanost tome. MOL se pridružio e-NG koaliciji riječima: „Osim korištenja ugljično neutralnog e-metana kao brodskog goriva, MOL će pridonijeti široj upotrebi e-metana i uspostavi lanca vrijednosti razvojem lanca opskrbe sintetičkim gorivom, potpomognutim svojim opsežnim znanjem i iskustvom u transportu LNG-a prikupljenim tijekom posljednja četiri desetljeća, kao i stručnošću u oceanskom transportu ukapljenog CO₂.“

Obnovljivi e-LNG nudi srednjoročne i dugoročne koristi i može relativno brzo ući na tržište, ali put nije bez izazova. Nedavno izvješće koje su pripremili ABS i CE Delft, a objavila EMSA (European Maritime Safety Agency), navodi da će biti potrebno veliko povećanje broja postrojenja za obnovljivu električnu energiju, elektrolizera, postrojenja za izravno hvatanje zraka i postrojenja za sintezu e-goriva.

„Iako bi se predviđeni globalni rast proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora mogao pokazati dovoljno velikim da zadovolji potražnju za e-gorivima komercijalne flote 2030. godine, ne očekuje se da će kapacitet elektrolize, kapacitet sinteze e-goriva i kapaciteti postrojenja za izravno hvatanje zraka održati korak. Nadalje, sektor pomorskog prometa morat će se natjecati sa svim drugim sektorima za obnovljivu električnu energiju, zeleni vodik i obnovljivi CO₂ koji su potrebni za proizvodnju e-goriva.“

Čini se da su regulatorne mjere neophodne: "Bez mjera globalne politike za premošćivanje jaza u cijenama ili za poticanje brodova na korištenje zelenih goriva, prijelaz na e-goriva s nultim utjecajem CO₂ vjerojatno se neće ubrzati željenom brzinom i razmjerom u sljedećem desetljeću", navodi se u izvješću.

I, kao što kaže Aurelia Leeuw, direktorica politike EU-a u koaliciji Skies and Seas Hydrogen-fuels Accelerator (SASHA): „Transparentnost mora biti polazište politike: samo pošten prikaz emisija goriva u životnom ciklusu može nas dovesti do najodrživije mješavine goriva i stabilnosti koju industrija treba. Sada je na kreatorima politike da zacrtaju smjer prema e-gorivima koja imaju najniže emisije u životnom ciklusu.“

Izvor:

<https://www.marinelink.com/news/shipowners-lng-path-523217>

Wärtsilä je testirala četverotaktni motor na amonijak

Brodogradilište Amonijak kao gorivo kod četverotaktnog motora Wärtsilä sada pruža višu razinu učinkovitosti i performansi nego ikad prije.

Nakon uvođenja u sektor komercijalnog brodarstva u studenom 2023., amonijak kao rješenje za pogonsko gorivo prošlo je opsežno testiranje kako bi se optimizirali njegovi parametri performansi. Najnoviji rezultati, procijenjeni u odnosu na FuelEU Maritime referencu te pokazuju da udio energije amonijaka od 95 % sada postiže smanjenje emisija stakleničkih plinova do 90 % u usporedbi s ekvivalentnim dizelskim motorima. To predstavlja daljnje poboljšanje od 18 % u odnosu na ranije performanse emisija.

Wärtsilä 25 motor na amonijak, koji je dostupan kao dio platforme motora Wärtsilä 25, razvijen je na temelju sigurnosnog i operativnog iskustva tvrtke stečenog s niskotlačnim motorima na dvojno gorivo koji rade na LNG (ukapljeni prirodni plin). Nedavna ispitivanja pokazala su da je amonijak prikladno gorivo za koncept Otto ciklusa niskog tlaka, što je dizajn koji je Wärtsilä koristila za svoje rješenje motora na amonijak. Odluka o odabiru koncepta Otto ciklusa niskog tlaka temeljila se na nekoliko čimbenika, uključujući sigurnost, učinkovitost i ukupni potencijal za smanjenje stakleničkih plinova, među nekoliko drugih parametara. Sveobuhvatna ispitivanja provedena na različitim veličinama motora pokazala su da je učinkovitost koncepta Otto ciklusa niskog tlaka u skladu s učinkovitosti LNG motora i jednaka joj. Amonijak je također vrlo otporan na detonacije, s robusnim mogućnostima izgaranja u širokom rasponu postavki motora.

Poboljšanja performansi motora na amonijak Wärtsilä 25 koristi cijelom rješenju za amonijak, koje se sastoji od sustava opskrbe gorivnim plinom AmmoniaPac, sustava za ublažavanje ispuštanja amonijaka Wärtsilä (WARMS) i reduktora NOx Wärtsilä (NOR) za optimalnu naknadnu obradu ispušnih plinova.

Sigurnost, učinkovitost i pouzdanost ključne su za dizajn rješenja, a maksimizirane su visoko sofisticiranim sustavom automatizacije i ugovorom o održavanju kako bi se osigurale sigurne i učinkovite operacije na brodu. Uz buduće narudžbe motora, poboljšane performanse bit će integrirane i u motore koji su već ugovoreni, budući da se prve isporuke očekuju od 2026. nadalje.

Amonijak se pojavio kao obećavajuće alternativno gorivo jer broderska industrija traži održivije opcije goriva. S obzirom na to da su globalni propisi postavili jasno odredište za brodarstvo - nulte emisije do sredine stoljeća - amonijak će igrati značajnu ulogu u omogućavanju broderskoj industriji da smanji svoje emisije. Izvješće tvrtke Wärtsilä ističe ulogu koju će održiva goriva igrati u postizanju ovog cilja koji je postavila Međunarodna pomorska organizacija (IMO). Prema izvješću, postojeća rješenja za dekarbonizaciju, poput mjera učinkovitosti goriva, mogu smanjiti emisije iz brodarstva do 27 %, međutim, održiva goriva, poput amonijaka, bit će ključan korak u uklanjanju preostalih 73 %.



Slika: Wärtsilä testiranje cjevovoda za dovod amonijaka kao goriva

Izvor:

<https://www.seatrade-maritime.com/news/wartsila-stroke-ammonia-engine-put-test-526177>

Stabilnost emisija s kontejnerskih brodova

U svojoj najnovijoj tromjesečnoj analizi, VesselBot analizira 73353 putovanja kontejnerskih brodova koje je obavilo 4750 plovila između srpnja i rujna 2025., otkrivajući da su ukupne emisije kontejnerskih brodova dosegle 50.3 milijuna tona u trećem tromjesečju 2025., ostajući praktički nepromijenjene (-0.2 %) u usporedbi s trećim tromjesečjem 2024. unatoč povećanju putovanja od 2.3 %.

Prosječni intenzitet emisija od izvora do vala poboljšao se na 195.9 g CO₂e/TEU km, što je pad od 1.6 % u odnosu na prethodnu godinu, potaknut duljim s vremenom plovidbe i smanjenim s vremenom zadržavanja u luci.

Izravna putovanja Kina - SAD pokazala su izraženu volatilnost, smanjivši se za 3 % u prvih devet mjeseci 2025., ali su porasla za 15 % u srpnju prije nego što su pala za 10 % u rujnu. Kineske lučke pristojbe usmjerene na plovila u vlasništvu, pod upravom ili izgrađena u SAD-u unose dodatnu složenost u strategije raspoređivanja prijevoznika.

Brodovi izgrađeni u Kini obavili su 36 % putovanja u trećem kvartalu, dok je 53.1 % brodova mlađih od pet godina izgrađeno u kineskim brodogradilištima. Brodovi izgrađeni u Južnoj Koreji obavili su 24.6 % svih kontejnerskih putovanja u trećem kvartalu, ali 41.3 % svih VLCS-ova. Putovanja brodova izgrađenih u Južnoj Koreji zabilježila su najniži intenzitet emisija od 152.7 g CO₂e/TEU km zbog većih kapaciteta i raspoređivanja trgovine na duge relacije.

Intenzitet emisija od izvora do vala dramatično varira ovisno o veličini broda, od 252.1 g CO₂e/TEU km za feeder brodove (kapaciteta do 2999 TEU) do 61.4 za vrlo velike kontejnerske brodove (kapaciteta najmanje 17000 TEU). Brodovi za prihvat tereta završili su 62.1 % svih putovanja u trećem kvartalu, a činili su samo 10.3 % ukupnih TEU km, dok su vrlo veliki kontejnerski brodovi završili samo 2 % putovanja, što čini 17.2 % ukupnih TEU km, što odražava njihovu znatno veću razinu učinkovitosti.

Veliki prijevoz robe na prednjem dijelu rute pokazuje važnost analize na razini rute, pri čemu putovanja Azija - Sjeverna Europa imaju prosječni intenzitet od 55.3 g CO₂e/TEU km i trajanje od 30.6 dana. Nasuprot tome, prosječno vrijeme plovidbe u cijeloj industriji bilo je samo 3.5 dana, što naglašava kako agregirane metrike prikrivaju kritične operativne razlike.

„Regulatorni krajolik postaje složeniji, a ne pojednostavljeniji, što dokazuje odbijanje Europskog parlamenta za pojednostavljenje Omnibusa i odgoda Net-Zero okvira od IMO-a“, primijetio je C. Komodromos, izvršni direktor i osnivač VesselBota.

S obzirom na to da zahtjevi EU-a za certifikaciju Mehanizma za prilagodbu ugljika na granicama počinju za nekoliko tjedana, a rokovi za izvješćivanje o

opsegu 3 približavaju se, dionicima u pomorstvu potrebni su detaljni podaci u stvarnom vremenu kako bi se snašli u različitim zahtjevima za usklađenost u više jurisdikcija, kaže. Prosjeci u industriji ne uspijevaju uhvatiti značajne razlike u performansama između veličina, starosti i ruta plovila koje izravno utječu i na troškove usklađenosti i na operativnu učinkovitost.



Slika: Brodovi za prijevoz kontejnera

Izvor:

<https://www.seatrade-maritime.com/news/container-ship-emissions-remain-steady-532063>

30 novih narudžbi za plovila na alternativna goriva u listopadu 2025.

Prema najnovijim podacima s DNV-ove platforme Alternative Fuels Insight (AFI), u listopadu 2025. naručeno je 30 novih plovila na alternativna goriva.

Od toga su 26 plovila na LNG gorivo, a sva su dolazila iz kontejnerskog segmenta.

Preostale četiri narudžbe bile su za plovila na metanol, od kojih su tri u segmentu tankera.

U prvih 10 mjeseci 2025. naručena su ukupno 222 plovila na alternativna goriva, što je nešto manje od polovice (52 %) narudžbi izvršenih u istom razdoblju

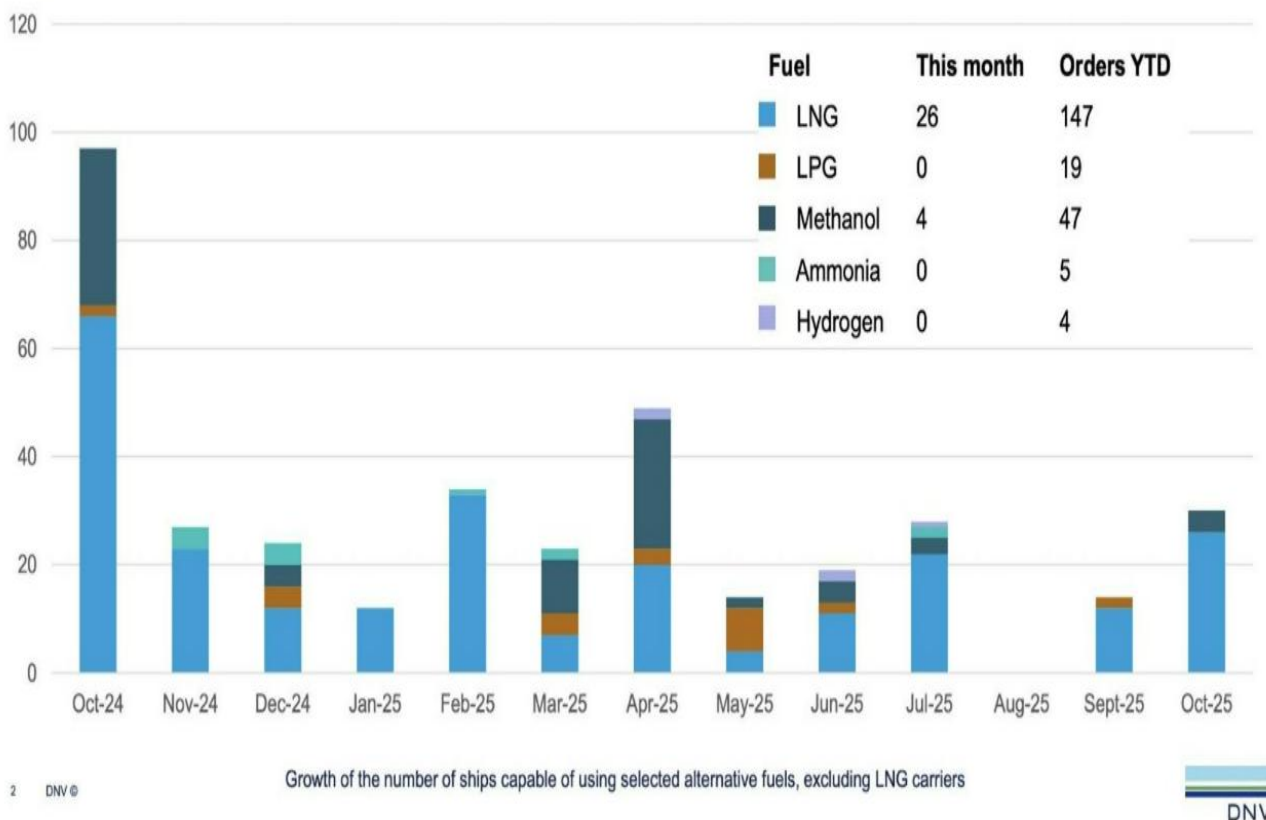
2024. godine. Plovila na LNG gorivo i dalje dominiraju novim narudžbama, čineći 67 % svih narudžbi za alternativna goriva ove godine, s 147 brodova. Slijede plovila na metanol s 47 narudžbi, dok ostatak čine brodovi na LNG (19), plovila na amonijak (5) i plovila na vodik (4).

Kontejnerski segment sada čini 65 % svih novih narudžbi za plovila na alternativna goriva u 2025. godini.

Četiri LNG bunker plovila i dva bunker plovila sposobna za opskrbu metanolom i biogorivom također su dodana u knjigu narudžbi u listopadu. Iako nisu uključeni u statistiku plovila na alternativna goriva, kontinuirano ulaganje u bunker infrastrukturu ključno je za podršku rastu i održivosti nove flote na alternativna goriva.

Alternative fuelled vessels added this month

According to the latest figures from DNV's AFI platform 30 new orders for alternative-fuelled vessels were registered in October 2025.



Slika: Dijagram narudžbi brodova na alternativna goriva do listopada 2025.

Izvor:

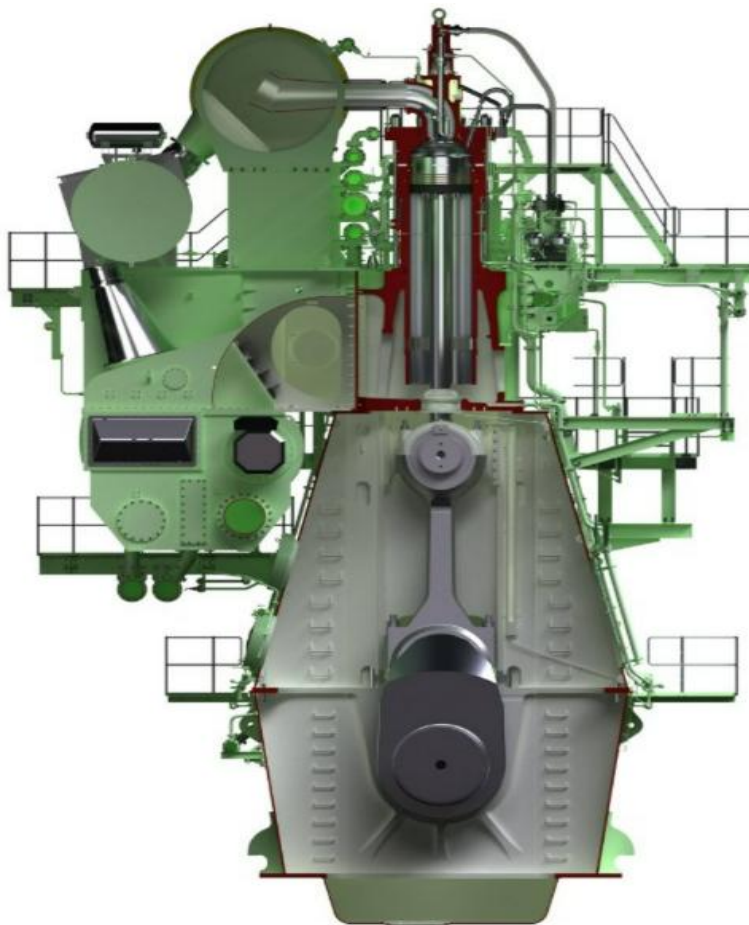
<https://www.seatrade-maritime.com/news/new-alternativefuelled-vessel-orders-531919/container-ship-emissions-remain-steady-532063>

Everllence i partneri dovršili su modernizaciju motora na metanol za S90

Everllence je najavio prvu svjetsku prenamjenu dvotaktnog motora Everllence B&W S90 na dvostruki pogon na metanol nakon uspješnih probnih vožnji kontejnerskog broda COSCO Shipping Libra, kapaciteta preko 20000 TEU.

Motor broda 11S90ME-C naknadno je ugrađen u jedinicu 11S90ME-LGIM (Liquid Gas Injection Methanol). Everllence PrimeServ – Everllenceov odjel za post prodaju – surađivao je s COSCO Shipping Heavy Industry od koncepta do izvedbe u isporuci prve svjetske prenamjene motora S90 na metanol, projekta koji obuhvaća inženjering, upravljanje projektima, instalaciju, puštanje u pogon i probnu vožnju. Kao dio procesa, Everllence je investirao u namjenski ispitni motor 4S90 u Japanu koji je pušten u rad početkom 2025. Ispitni je motor potvrdio performanse metanola motora S90 u stvarnim radnim uvjetima, ubrzavajući njegovu spremnost za ovu prvu prekretnicu s velikim promjerom.

Everllence vjeruje da je potencijal za daljnje preinake motora velikog promjera značajan, s preko 300 brodova diljem svijeta koji su trenutačno opremljeni motorima klase S90 i stoga potencijalni kandidati za slične preinake.



Slika: Dizel motor S90 na metanol

Michael Petersen, viši potpredsjednik i voditelj Everllence PrimeServa u Danskoj, rekao je: „S 26 već dovršenih preinaka na dvojna goriva i još većim cjevovodom za različita alternativna goriva, brodovlasnici mogu vjerovati Everllenceu da će isporučiti rješenja za preinake u velikim razmjerima.“

Petersen je dodao: „Iako će put prema potpunoj dekarbonizaciji zahtijevati suradnju u cijeloj industriji, ovo postignuće pokazuje da su preinake velikih razmjera tehnički dokazane i komercijalno isplative. To otvara praktičan put prema ubrzanju tranzicije pomorske energije s našim kupcima.“

Izvor:

<https://www.seatrade-maritime.com/news/everllence-partners-complete-s-methanol-531681>

Rolls-Royce testira motor na čisti metanol

Rolls-Royce je uspješno testirao prvi svjetski brzi brodski motor pokretan isključivo metanolom na svojoj ispitnoj klupi u Friedrichshafenu.

Sa svojim partnerima u istraživačkom projektu meOHmare, Rolls-Royce tvrdi da su njegovi inženjeri time dosegli važnu prekretnicu na putu prema klimatski neutralnim i ekološki prihvatljivim pogonskim rješenjima za brodarstvo.

Zajednički projekt meOHmare financira njemačko Savezno ministarstvo za gospodarstvo i energetiku te kombinira stručnost Rolls-Roycea, stručnjaka za sustave ubrizgavanja Woodwarda L'Orangea i tehnološkog i istraživačkog centra



Slika: Testiranje brodskog motora na metanol

WTZ Roßlau. Cilj je razviti sveobuhvatan koncept za CO₂-neutralni brodski motor baziran na zelenom metanolu do kraja 2025. godine.

Metanol predstavlja nove izazove za inženjerstvo: za razliku od dizela, tekući alkohol se ne pali spontano i zahtjeva potpuno novu tehnologiju ubrizgavanja. „Temeljno smo redizajnirali proces izgaranja, turbo punjenje i sustav upravljanja motorom – pa čak i prilagodili infrastrukturu naše ispitne klupe“, objasnio je dr. Johannes Kech, voditelj razvoja motora na metanol u odjelu za energetske sustave tvrtke Rolls-Royce. „Početni testovi pokazuju da motor radi glatko – sada je vrijeme za fino podešavanje.“

„Ovim uspješnim probnim radom šaljem jasan signal: zeleni metanol je gorivo usmjereno na budućnost – a tehnologija za njega je ovdje“, naglasila je Denise Kurtulus, viša potpredsjednica za globalnu pomorsku industriju u Rolls-Royceu. „Motor na metanol s jednim gorivom atraktivno je rješenje, posebno za operatore trajekata, jahti ili opskrbnih plovila koji žele smanjiti svoj ugljični otisak. Zadatak je sada stvoriti okvirne uvjete za širu upotrebu.“

Istodobno, Rolls-Royce radi na konceptu dvostrukog goriva koji može koristiti i metanol i dizel – premosnu tehnologiju dok zeleni metanol ne postane široko dostupan.

Izvor:

<https://www.seatrade-maritime.com/news/rollsroyce-tests-pure-methanol-engine-53161524>

Jan De Nul naručuje najveći brod za ugradnju kamenja

Belgijski pomorski izvođač radova Jan De Nul naručio je brod za ugradnju kamenja, posebno izgrađen za jačanje zaštite infrastrukture za offshore energiju i podmorske podatke.

Brod, nazvan George W. Goethals, bit će najveći brod tvrtke za ugradnju kamenja do sada, s nosivošću od 37000 tona. Bit će opremljen tehnologijom ultra niskih emisija i motorima sposobnim za rad na biogorivo i zeleni metanol.

Prema Jan De Nulu, koristeći svoju fleksibilnu vertikalnu cijev za spuštanje i sustav kosih cijevi za spuštanje, brod će moći ugrađivati ekstra velike stijene u vodu dubine do 400 metara.

S brojnim energetske projektima u razvoju u Sjevernom moru i jugoistočnoj Aziji, te će regije činiti jezgru operativnih aktivnosti Georgea W. Goethalsa.

Brod će se pridružiti postojećoj floti Jan De Nula od dva druga broda za ugradnju kamenja iznad 30000 tona i gradi se uz dva ekstra velika broda za

Udruga pomorskih strojara Split i Pomorski fakultet u Split

polaganje kabela, Fleeming Jenkin i William Thomson, dizajnirana za projekte interkonekcijskih vodova koji povezuju energetske mreže diljem svijeta.

Jan De Nul rekao je da će George W. Goethals također biti opremljen hibridnom elektranom, naprednim sustavima za kontrolu emisija i četiri električna bagera kako bi se omogućile učinkovite operacije utovara stijena.

Tisuće kilometara podmorskih kabela leže na oceanskom dnu, prenoseći električnu energiju između zemalja, povezujući vjetroelektrane na moru s kopnom i noseći većinu međunarodnog podatkovnog prometa.

Ali oni su ranjivi na oštećenja i, zbog svoje strateške važnosti, potencijalne mete sabotaze. S novim, najsuvremenijim plovilom za ugradnju stijena, Jan De Nul poduzima mjere za poboljšanje zaštite ove kritične infrastrukture, prema navodima tvrtke.

„Vrhunsko plovilo poput ovog predstavlja veliko ulaganje i pažljivo promišljenu odluku. Kao World Builders, u potpunosti smo predani stvaranju pouzdanog energetskog sustava diljem svijeta. Zaštita infrastrukture koja podržava proizvodnju i prijenos energije na moru ključna je za postizanje ovog cilja. S ovim novim plovilom prelazimo u višu brzinu kako bismo se izravno suočili s tim izazovom“, rekao je Philippe Hutse, direktor Offshore Energy u Jan De Nulu.

3D slika plovila za postavljanje kamena sljedeće generacije koje je naručio Jan De Nul, prikazuje plovilo kako postavlja kamen na vrh podmorskog energetskog kabela.



Slika: Testiranje brodskog motora na metanol

Izvor:

<https://www.seatrade-maritime.com/news/jan-de-nul-orders-largest-rock-530553>

U žarištu pozornosti

Prirodni plin i ukapljeni prirodni plin (LNG)

Prirodni plin je najčišći fosilni izvor energije jer njegovim izgaranjem ne stvaraju emisije sumpora ili teških metala. Emisije ugljikovog dioksida iz prirodnog plina također su jasno niže nego iz nafte ili ugljena. Prirodni plin može se ukapiti u LNG što omogućuje transport do odredišta izvan mreže prirodnog plina.

Prirodni plin je prirodni energetski plin koji se gotovo u potpunosti sastoji od metana i lakši je od zraka. Koristi se kao izvor energije u kućanstvima i industriji.

Kada se prirodni plin sagorijeva, proizvodi ugljikov dioksid. Međutim, u usporedbi s drugim fosilnim gorivima, emitira manje zagađivača, što ga čini čišćom alternativom. Prirodni plin također se može koristiti kao gorivo za cestovni promet i pomorstvo, a smatra se dijelom prijelaza na održivija energetska rješenja.

Prirodni plin je bez mirisa, bez boje i nije otrovan. Kako bi se osigurala sigurnost i otkrilo curenje plina, prirodni se plin odorizira tijekom obrade.

Prirodni plin može se zamijeniti obnovljivim bioplinom koji je nadograđen do sastava koji odgovara prirodnom plinu.

LNG – čista energija do odredišta izvan plinske mreže

Ukapljeni prirodni plin (LNG) je bistra, bezbojna, netoksična tekućina koja nastaje kada se prirodni plin ohladi na $-162\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ovaj proces smanjuje volumen plina za faktor 600. Nakon što se ukapi, plin se može transportirati morem, cestom ili željeznicom na nova tržišta.

Korištenje LNG-a u pomorskom prometu povećalo se posljednjih godina. Taj je rast djelomično posljedica sve strožih ograničenja emisija za brodove. Korištenje LNG-a ne dovodi do emisije sumpornog oksida, a također ispunjava strože postavljene ciljeve za emisije dušikovog oksida, čestica i ugljikovog dioksida.

LNG nudi čišću alternativu gorivu i za teški cestovni transport i stoga proširuje prednosti LNG-a na cijeli logistički lanac.

Osim za pomorski i teški cestovni transport, LNG je također pogodan za industrijsku upotrebu baš kao i prirodni plin. U usporedbi s naftom, LNG pruža industrijskim operaterima priliku da postignu značajno smanjenje emisija koje stvaraju njihove aktivnosti.

Prirodni plin

Prirodni plin je gotovo čisti metan, bez mirisa, okusa i netoksičan te ne sadrži sumpor, sitne čestice niti teške metale. Prirodni plin je najčišći od fosilnih goriva u smislu emisije stakleničkih plinova i ostalih dimnih plinova u proizvodnji energije.

Bioplin i ukapljeni bioplin

Bioplin je isto što i bio metan, koji je po sastavu jednak prirodnom plinu, ali je 100 % obnovljiv izvor energije. Bioplin se proizvodi anaerobnom preradom organskog otpada.

Bioplin je obnovljiva energija bez emisija, koja nudi odgovornu i ugljično neutralnu energetska alternativu. Bioplin se može koristiti, primjerice, kao gorivo za prijevoz ili u industriji. Bioplin se može unijeti u plinovodnu mrežu ili pretvoriti u ukapljeni oblik (LBG).

Bioplin se može proizvesti, primjerice, iz biorazgradivog otpada iz kućanstava i poduzeća, otpadnih voda i poljoprivrednog gnojiva.

Korištenje bioplina može pomoći u smanjenju emisija stakleničkih plinova tijekom cijelog životnog ciklusa do 90 % u usporedbi s korištenjem fosilnih goriva.

Bioplin se može pretočiti u LBG što omogućuje transport do odredišta izvan mreže plinovoda. Ukapljeni prirodni plin (LNG) i ukapljeni bioplin međusobno su zamjenjivi jer se oba sastoje uglavnom od metana. To znači da se dva plina mogu miješati. Korištenje i LNG-a i LBG-a jedna je od konkretnih radnji koje će nas odvesti prema društvu budućnosti s niskim udjelom ugljika.

E-metan - sintetski i obnovljivi plin

Metan se može sintetski proizvesti u procesu pretvaranja energije u plin. Prvo, obnovljiva energija i voda koriste se za proizvodnju sintetičkog vodika. Vodik se zatim može dalje preraditi u sintetski metan dodavanjem biogenog ugljika. E-metan proizveden na ovaj način potpuno je obnovljiv.

Očekuje se da će potražnja za obnovljivim plinom brzo porasti u sljedećih nekoliko godina jer i regulativa i tržište potiču transport s nižim emisijama u segmentima pomorske i kopnene logistike. Za samo nekoliko godina, sintetski obnovljivi e-metan počeo će nadopunjavati bioplin kao izvor energije s iznimno niskim emisijama tamo gdje izravna elektrifikacija nije izvediva opcija.

Kako se količina pristupačne vjetroelektrane i solarne energije dostupne u nordijskoj električnoj mreži povećava, korištenje varijabilne obnovljive električne energije za proizvodnju obnovljivih e-goriva postaje izvediv način skladištenja energije i njezine distribucije u sektore kao što su pomorski i teški cestovni prijevoz, gdje izravna elektrifikacija nije realan način dekarbonizacije.

Obnovljivi e-metan već danas se može proizvesti sintetički putem procesa Power-to-Gas. Prvi vodik proizveden je korištenjem obnovljive struje i vode. Dobiveni vodik zatim se dalje prerađuje u metan spajanjem s ugljikovim dioksidom.

Iskorišteni ugljikov dioksid može se uhvatiti iz različitih procesa u, na primjer, gospodarenju otpadom ili šumarskoj industriji. Ovako proizvedeni e-metan ima znatno niže emisije u usporedbi s fosilnim gorivima. Njegov potencijal smanjenja emisija sličan je bioplinu.

Kada je obnovljiva energija dostupna u izobilju, nordijski biogeni ili reciklirani potencijal proizvodnje ugljikovog dioksida omogućuje proizvodnju znatno velikih količina e-metana po sve konkurentnijim cijenama. Ove količine daleko su veće od potencijala proizvodnje bioplina, gdje je dostupnost sirovina relativno ograničena.

Gasum (Nordic energy expert) je potpisao ugovor o preuzimanju s finskim startupom Nordic Ren-Gas za kupnju i distribuciju cjelokupnog e-metana proizvedenog u tvornici Nordic Ren Gas u Tampereu. Postrojenje će postati operativno 2027. godine i imat će kapacitet proizvodnje 160 gigawat sati e-metana godišnje. E-metan koji proizvodi Nordic Ren-Gas ispunjava sve zahtjeve EU Direktive o obnovljivoj energiji o obnovljivim tekućim i plinovitim gorivima ne biološkog podrijetla. Postrojenje u Tampereu nalazi se pored već operativnog postrojenja za spaljivanje otpada, kojim upravlja Tampere Energia. Nordic Ren-Gas će uhvatiti biogeni ugljični dioksid iz dimnih plinova postrojenja i koristiti ga u procesu Power-to-Gas za proizvodnju e-metana. Višak topline iz procesa proizvodnje e-metana isporučuje se u mrežu centralnog grijanja Tamperea.

E-metan koji proizvodi Nordic Ren-Gas je konkurentno obnovljivo gorivo, koje se učinkovito distribuira kroz Gasumovu postojeću infrastrukturu svojim kupcima u prometu, pomorstvu i industriji.

Potražnja za obnovljivim plinovima brzo raste

Očekuje se da će potražnja za obnovljivim plinovima – bioplinom i e-metanom – porasti u narednim godinama. Brodovi na LNG već su u upotrebi i njihov broj dramatično raste u sljedećih nekoliko godina. Slično u kopnenom prijevozu, broj kamiona na duge relacije koji koriste ukapljeni bioplin u stalnom je porastu na nordijskom tržištu.

E-metan je jedan od konkretnih načina za daljnji prijelaz na ugljično neutralnu logistiku kao odgovor na regulaciju i sve veću potražnju kupaca za ugljično neutralnom logistikom.

Strateški cilj Gasuma je staviti na tržište sedam terawat sati (7 TWh) godišnje obnovljivog plina do 2027. Postizanje ovog cilja značilo bi godišnje kumulativno smanjenje ugljičnog dioksida od 1.8 milijuna tona za Gasumove kupce.

Činjenice o e-metanu

Obnovljivi e-metan se proizvodi s pomoću obnovljive električne energije kao što je energija vjetra.

Električna energija se koristi za razdvajanje molekula vode (H_2O) na kisik (O_2) i vodik (H_2) kroz proces poznat kao elektroliza.

Vodik se zatim kombinira s ugljikovim dioksidom u kemijskoj reakciji kako bi se proizveli metan (CH_4) i voda.

Kada je ugljikov dioksid biogen, to znači da je izvađen iz ne fosilnih izvora kao što su spalionice otpada, bio elektrane ili bioplinska postrojenja i da je već u opticaju te stoga ne povećava količinu ugljikovog dioksida u atmosferi.

Rezultirajući e-metan ima vrlo sličan sastav prirodnom plinu i poboljšanom bioplinu i, kada se koristi obnovljiva električna energija i biogeni ugljikov dioksid, ima izuzetno niske emisije u usporedbi s fosilnim gorivima.

Može se ukapiti baš kao i prirodni plin (LNG).

Može se transportirati istim postojećim cjevovodima, kamionima i brodovima kao i prirodni plin i LNG.

Može se izravno koristiti u istim motorima i opremi koji trenutačno koriste prirodni plin, bioplin, LNG ili LBG/bio-LNG.

LNG

Ukapljeni prirodni plin. Prirodni plin i bioplin mogu se pretvoriti iz plinovitog u ukapljeni oblik hlađenjem plina na -162 °C. U tekućem stanju plin zauzima samo 1/600 volumena u odnosu na plinovito stanje. Prednost ukapljivanja je u tome što se plin može skladištiti, transportirati i koristiti na prikladan i isplativ način izvan mreže plinovoda.

LBG

Ukapljeni bioplin. Također se naziva Bio-LNG. LBG se proizvodi kroz isti proces hlađenja kao LNG. LNG i LBG međusobno su zamjenjivi jer se oba sastoje uglavnom od metana. To znači da se dva plina mogu miješati i rade u istim motorima.

E-LNG

Ukapljeni e-metan. E-LNG se proizvodi kroz isti proces hlađenja kao LNG i LBG. E-LNG je također potpuno zamjenjiv s LNG-om i LBG-om i mogu ga izravno koristiti kamioni i brodovi koji trenutačno koriste LNG u bilo kojem omjeru. Nema potrebe za dodatnim ulaganjima u novu opremu ili preinakama.

E-LNG gorivo

E-LNG plin je sintetski proizveden kroz Power-to-Gas proces. Voda se koristi za proizvodnju vodika iz obnovljive električne energije, koji se zatim pretvara u metan dodavanjem ne fosilnog ugljikovog dioksida iz hvatanja ugljika. Rezultirajući sintetski obnovljivi plin metan može se koristiti kao prirodni plin, bioplin i ukapljeni bioplin te se može transportirati kroz postojeću infrastrukturu i koristiti u motorima na dva goriva na postojećim brodovima.

Izvor:

<https://www.gasum.com/en/gasum/products-and-services/natural-gas-and-liquefied-natural-gas-lng>

Tango FLNG premašuje zajamčenu proizvodnju na Eni-jevom plinskom polju u Kongu

Ukapljivanje prirodnog plina na plovilu Tango plutajuće jedinice za ukapljeni prirodni plin (FLNG) u Eni-jevom Congo LNG projektu premašilo je zajamčene razine.

Nakon praćenja ukapljivanja prirodnog plina na brodu Tango FLNG, stvarna proizvodnja LNG-a premašila je zajamčene razine, s prilagođenom godišnjom ekvivalentnom proizvodnjom većom od 0.6 milijuna tona godišnje, prema Exmaru.

Exmar je prodao Tango FLNG Eni-ju 2022., kao dio sporazuma prema kojem je Eni preuzeo Exmar-ovu tvrtku Export LNG Ltd, koja je vlasnik Tango FLNG-a.

Ugovor o prodaji i kupnji Tango FLNG-a sadrži klauzulu o prilagodbi cijene koja se odnosi na performanse Tango FLNG-a, što uključuje negativnu korekciju od 78 milijuna dolara i bonus od najviše 44 milijuna dolara.

Na temelju podataka o proizvodnji, Exmar tvrdi da ima pravo na bonus, čiji iznos još nije dogovoren.

No nakon što je vijest izašla u javnost, glasnogovornik tvrtke Eni dodao je kontekst stvari u objavljenoj izjavi: „U vezi s projektom Congo FLNG i Exmar-ovim priopćenjem za tisak od 5. veljače 2025., Eni se ne slaže s Exmar-ovom izjavom u vezi s njegovim navodnim stečenim pravom na pozitivnu prilagodbu cijene prema relevantnom ugovoru, jer uvjeti za takvu prilagodbu tek treba biti ocijenjeni u skladu s takvim ugovorom.”

Podsjetimo, Eni je krajem 2023. započeo vađenje plina u jedinicu Tango FLNG usidrenu u vodama Konga.

Jedinica Tango FLNG ima kapacitet ukapljivanja od oko 1 milijarde kubičnih metara godišnje i usidrena je uz Excalibur Floating Storage Unit (FSU), koristeći inovativnu konfiguraciju nazvanu „split mooring”, implementiranu ovdje po prvi put u plutajućem LNG terminalu.

Drugo postrojenje za FLNG s kapacitetom od oko 3.5 BCMA trenutačno je u izgradnji i početak će s proizvodnjom 2025. Cjelokupnu količinu proizvedenog LNG-a plasirat će Eni.



Slika: Tango FLNG i Excalibur FSU

Izvor:

<https://www.marinelink.com/news/tango-flng-tops-guaranteed-production-521945>

Izvoz živih goveda iz Argentine

Argentinska vlada odobrila je izvoz živih goveda za klanje, poništavajući zabranu koja je bila na snazi više od pet desetljeća, nakon što je izvoz govedine iz zemlje prošle godine dosegao najveću razinu u stoljeću. Argentina, poznata po svojim goveđim komadima i tradicionalnom asado roštilju, moćna je stočarska i poljoprivredna tvrtka te veliki izvoznik prerađene soje, kukuruza i pšenice.

Prodaja iz poljoprivrednog sektora zemlje na strana tržišta osigurava najveći izvor čvrste valute za blagajnu središnje banke, potrebnu za financiranje uvoza i otplatu dugova.

U priopćenju objavljenom u srijedu, tajništvo za poljoprivredu je reklo da je zaokret politike izvoza stoke korak prema „većoj konkurenciji unutar lanca uzgoja mesa i stoke“, u skladu s nastojanjem libertarijanskog predsjednika Javiera Mileija da deregulira drugo po veličini južnoameričko gospodarstvo i potakne rast.

Ranije ovog mjeseca, Mileijeva vlada donijela je petomjesečno smanjenje poreza na izvoz žitarica i njihovih derivata kako bi pokušala potaknuti prodaju u inozemstvu.

Krajem prošle godine, Milei je također podržao smanjenje lokalnih carina na izvoz govedine na 6.75 % s prethodne stope od 9 %.

Prošle je godine izvoz govedine iz Argentine porastao za 10 % i dosegao nešto više od 935000 metričkih tona govedine, što je najveća količina isporuka u jednom stoljeću. Brojka za 2024. bila je nešto ispod 981000 tona izvezenih 1924.

Argentinski izvoz govedine uključuje ohlađene i smrznute komade, uz prerađene goveđe proizvode. Prošle su godine isporučene na 53 inozemna tržišta, 11 više nego 2023. Gotovo 70 % izvoza odnosilo se na kineske kupce, nakon čega slijedi prodaja u Europsku uniju i Izrael.



Slika: Ukrcaj goveda u Argenti na brod za prijevoz žive stoke

Izvor:

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

Udruga pomorskih strojara Split i Pomorski fakultet u Split **Suradnja Jan De Nul-a i DEME-a**

Zajedničko ulaganje između Jana De Nul-a i DEME-a dovelo je do potpisivanja ugovora s indijskom inženjerskom i građevinskom tvrtkom ITD Cementation za radove jaružanja i rekultivacije u luci Vadhavan tijekom belgijske gospodarske misije u Indiji.

Projekt uključuje rekultivaciju priobalne obale i zaštitu obale za novu luku koja se nalazi na zapadnoj obali Indije u Maharashtra. Prostirući se na približno 200 hektara, melioracija će olakšati izgradnju objekata za rukovanje rasutim i tekućim teretima.

Ovaj razvoj dio je veće inicijative indijske vlade da Vadhavan postavi kao jednu od deset najvećih svjetskih kontejnerskih luka do 2040. Zajedničko ulaganje služit će kao podizvođač ITD Cementationu za izvođenje ove faze projekta.

„Ostajemo aktivan igrač u indijskom sektoru jaružanja. Naše iskustvo i raznolika flota omogućuju nam da prilagodimo rješenja za različite projekte naših klijenata, kao što su melioracija zemljišta i dovođenje vodenih putova u dubinu“, rekao je Wim Cosaert, regionalni menadžer u Jan De Nulu.



Slika: Brod za jaružanje Vasco da Gama

Izvor:

<https://www.marinelink.com/news/jan-de-nul-deme-ink-award-letter-523145>

Porinut najveći svjetski brod na baterije i električnu energiju

Incat Hull 096 – najveći svjetski brod na baterije i električnu energiju – službeno je porinut u Tasmaniji u Australiji.

Izgrađen za južnoameričkog trajektnog operatera Buquebus, trajekt od 130 metara ući će u promet između Buenos Airesa i Urugvaja, radeći u potpunosti na baterije i električnu energiju, prevozeći do 2100 putnika i 225 vozila preko River Platea.

Brod je deveti brod koji je Incat izgradio za Buquebus.

Brod je opremljen s više od 250 tona baterija i sustavom za pohranu energije (ESS) s instaliranim kapacitetom većim od 40 megavat-sati. ESS, koji je četiri puta veći od bilo koje prethodne pomorske instalacije u svijetu, spojen je na osam električnih vodenih mlaznica koje isporučuje Wärtsilä.

Radovi će se sada nastaviti s dovršetkom unutrašnjosti plovila, koja uključuje bescarinsku maloprodajnu palubu od 2300 četvornih metara – najveći trgovački prostor na bilo kojem trajektu na svijetu. Završno opremanje, ugradnja baterija i integracija energetskeg sustava održat će se prije probnog morskog rada kasnije ove godine na rijeci Derwent. I, kao što kaže Aurelia Leeuw, direktorica politike EU-a u koaliciji Skies and Seas Hydrogen-fuels Accelerator (SASHA): „Transparentnost mora biti polazište politike: samo pošten prikaz emisija goriva u životnom ciklusu može nas dovesti do najodrživije mješavine goriva i stabilnosti koju industrija treba. Sada je na kreatorima politike da zacrtaju smjer prema e-gorivima koja imaju najniže emisije u životnom ciklusu.“



Slika: Brod na baterijski pogon – Incat Hull 096

Izvor:

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

Brodovi se suočavaju s izazovom FuelEU Maritime i EU ETS-a unatoč odgodi IMO okvira za neto nultu emisiju

Odluka donesena tijekom sastanka MEPC-a u listopadu 2025. o odgodi IMO-ovog Okvira neto nulte emisije za godinu dana izazvala je valove u broderskoj industriji, generirajući mišljenja i komentare mnogih dionika u industriji. Kao posljedica ove odluke, sve je vjerojatnije da će dovesti do donošenja regionalnih zakona i sustava trgovanja emisijama, koji bi mogli doći u prvi plan kao zamjena za odgođeni globalni IMO Okvir neto nulte emisije.

Imajući to na umu, EU ETS, koji se izvorno smatrao prijelaznim zakonodavstvom, sada bi mogao postati mnogo relevantniji kao vodeći primjer ETS-a, koji bi druge regije mogle slijediti.

Iako je toliko pozornosti posvećeno najnovijoj odluci MEPC-a i utjecaju koji bi ona mogla imati na napore dekarbonizacije globalnog brodarstva, čini se da su mnogi propustili daljnje važne događaje unutar EU-a, u okviru FuelEU-a i ETS-a.

Dana 8. listopada 2025. Europska komisija objavila je svoje Smjernice za izvještavanje i provjeru stvarnih faktora ispuštanja metana. Brodovlasnici prvi put mogu zamijeniti konzervativne zadane vrijednosti metana izmjerenim podacima, provjerenim u skladu s IMO Rezolucijom MEPC.402(83).

Trenutačne zadane tablice FuelEU-a pokrivaju samo CO₂. Ne uključuju faktore ispuštanja metana (CH₄) ili dušikovog oksida (N₂O) za većinu novih ili obnovljivih goriva, kao što su:

- Bio- i e-metanol,
- Amonijak,
- Vodik i drugi RFNBO-i (Renewable Fuel of Non-Biological Origin) obnovljiva goriva ne biološkog podrijetla,
- Dvogorivni motori (gdje stvaranje N₂O može biti značajno).

To znači da bez izmjerenih podataka ova goriva još nisu u potpunosti priznata ili provjerljiva u okviru FuelEU-a ili ETS-a. U praksi bi to moglo dovesti do podcjenjivanja ili pretjeranog prijavljivanja intenziteta stakleničkih plinova i izloženosti većim troškovima emisija.

Međutim, postoji rješenje, jer IMO MEPC.402(83) definira kako mjeriti i metan (CH₄) i dušikov oksid (N₂O) na brodu, dok EU smjernice (listopad 2025.) definiraju kako prijaviti provjerene CH₄ faktore u okviru FuelEU-a, a postupci za N₂O očekuju se uskoro.

Tehnologija za kontinuirano mjerenje i provjeru CH₄, CO₂ i N₂O već postoji. VPS Emsys može preuzeti te zadatke i povezati te plinovite emisije s opterećenjem motora, automatski izrađujući datoteku metana spremnu za provjeru.

Važno je da brodovlasnici i operateri djeluju sada jer će od 2025. godine putovanja koja će spadati pod ciklus EU ETS 2026. vidjeti sve stakleničke plinove povezane s izgaranjem (CH₄, CO₂ i N₂O), određene cijene i provjerene. Trenutačno FuelEU ne pruža nikakve zadane faktore metana ili dušikovog oksida za nova goriva, no samo izmjerene vrijednosti mogu doista pružiti točno obračunavanje stakleničkih plinova i nižu izloženost ETS-u.

Izvor:

<https://www.marinelink.com/news/worlds-largest-batteryelectric-ship-525349>

Zaštita sigurnosti na brodovima na nuklearni pogon

Niti jedno civilno pomorsko nuklearno postrojenje nije pušteno u rad u više od četiri desetljeća, ali ovog mjeseca objavljena su tri velika izvješća o njihovom budućem potencijalu.

Najnovije izvješće DNV-a, Pomorski nuklearni pogon: Tehnologije, komercijalna održivost i regulatorni izazovi za plovila na nuklearni pogon, pruža regulatornu perspektivu o sigurnosti, jednom od ključnih izazova za buduće usvajanje. Kako piše: Sigurnost, zaštita i neširenje nuklearnog oružja ostaju najvažniji. Buduće instalacije moraju biti projektirane da izdrže sudare, nasukavanja i vanjske prijetnje poput sabotaze ili piratstva. Daljinsko praćenje i napredne komunikacijske mogućnosti bit će ključne, uz rigorozne mjere kibernetičke sigurnosti.

U izvješću se navodi da bi reaktorski odjeljci trebali biti što je više moguće ograničeni, usklađujući se s dizajnom koji podržava daljinsko praćenje i, potencijalno, primjenu nekih autonomnih funkcija. „U svakom slučaju, zbog svoje inherentne mobilnosti, svako nuklearno pomorsko postrojenje također bi trebalo zahtijevati visoku razinu daljinskog praćenja, ispunjavajući široke obveze za komunikacijske sposobnosti, kao i visoke razine zahtjeva kibernetičke sigurnosti kako bi se zadovoljili opći zahtjevi za pripravnost za hitne slučajeve.“

Sav nuklearni materijal, uključujući bilo koju vrstu nuklearnog goriva, podliježe stalnom nadzoru u okviru sustava zaštitnih mjera kojim upravlja Međunarodna agencija za atomsku energiju zbog rizika od širenja, kaže DNV. Svako nuklearno gorivo prisutno na kopnu ili u plovilu predstavlja značajan sigurnosni rizik, a nadzor nad tim je odgovornost nacionalnog regulatora. Sigurnosne dimenzije, poput rizika od ispuštanja i izloženosti zračenju, također su odgovornost nacionalnog regulatora, sa svim mjerama pripravnosti za hitne slučajeve potrebnim u brodogradilištima i lukama.

Lloyd's Register's Navigating Nuclear Energy in Maritime detaljno opisuje što bi bilo potrebno za fizičke i kibernetičke sustave zaštite, kao i za ublažavanje unutarnjih prijetnji. Poduzete mjere morat će upravljati rizicima od sabotaze, krađe, neovlaštenog pristupa i neovlaštenog preusmjeravanja materijala.

Fizička zaštita uključuje korištenje više slojeva barijera, osoblja i sustava za odvrćanje, otkrivanje, odgađanje i potencijalno suzbijanje prijetnji, idealno bez potrebe za stalnom naoružanom prisutnošću.

Kibernetička zaštita mora obuhvatiti IT (Information Technology) i OT (Operational Technology) sustave koji su ključni za siguran i zaštićen rad nuklearne elektrane. To će uključivati primjenu otporne enkripcije komunikacije i

protokola više faktorske autentifikacije te uspostavljanje timova za odgovor na kibernetičke incidente.

Ublažavanje unutarnjih prijetnji uključivat će uspostavljanje sveobuhvatnih procesa provjere osoblja za pojedince kojima je potreban pristup osjetljivim lokacijama i informacijama, praćenje ponašanja radi otkrivanja anomalija koje ukazuju na unutarnje prijetnje i jačanje snažne sigurnosne kulture putem redovitih kampanja za obuku i podizanje svijesti.

Priručnik za sigurnost nuklearnih brodova MIT Maritime Consortiuma opisuje kako se sustav „ponijeti kući“ može koristiti u slučajevima kada nuklearni brodovi trebaju ući u luku s nenuklearnim pogonom. Dizajn motora za preuzimanje kući mogao bi se koristiti i u slučaju sabotaže od zlonamjernog aktera.

Za razliku od tradicionalnih sustava za ponijeti kući, nuklearni sustavi za ponijeti kući mogu imati opsežnije zahtjeve zbog zahtjeva za putovanjem od uvjeta nesreće do odobrenih luka. Moraju imati dovoljnu snagu da omoguće brodu siguran rad u luci i održavanje kormilarskog puta u uvjetima na moru koji odgovaraju snazi vjetrova „Beaufort 6“ koja se približava trupu brodu, s brodom u bilo kojem normalnom stanju opterećenja.

Osim toga, hladni start pogonskog sustava u nuždi trebao bi biti dovoljno brz da adekvatno reagira na potencijalno opasnu situaciju, što bi vjerojatno trajalo oko 2 minute.

Dakle, kako kaže Lloyd's Register, integracija naprednih dizajna reaktora u pomorska okruženja zahtijevat će suradnju dionika, uključujući sveobuhvatne integrirane sigurnosne studije koje se bave jedinstvenim operativnim rizicima.

Izvor:

<https://www.seatrade-maritime.com/news/safeguarding-security-nuclearpowered-531495>

Lloyd's Register dijeli ažurirane smjernice za podršku integraciji gorivnih članaka

Lloyd's Register (LR) objavio je ažurirane smjernice za ugradnju gorivnih članaka na brodove, nudeći brodovlasnicima i brodograditeljima sveobuhvatan okvir za podršku sigurnom postavljanju alternativnih energetske sustava.

Izdanje Smjernica o ugradnji gorivnih članaka na brodove iz srpnja 2025. uključuje nedavna regulatorna ažuriranja i tehnički razvoj vezan uz tehnologiju gorivnih članaka u pomorskom sektoru.

Gorivni članci napajani vodikom, amonijakom ili metanom smatraju se opcijama za postizanje nulte ili gotovo nulte neto nulte emisije od spremnika do vala. Ažurirane smjernice LR-a odgovaraju promjenama pravila iz 2024. za ugradnju gorivnih članaka i predstavljaju revidirane sigurnosne koncepte za integraciju na brodu.

Smjernice uvode dva sigurnosna koncepta za prostore gorivnih članaka: prostore gorivnih članaka zaštićene od hitnog isključivanja i prostore gorivnih članaka sigurne za plin. Koncept prostora gorivnih članaka sigurne za plin omogućuje ugradnju sustava napajanja gorivnim člancima unutar konvencionalnih strojarnica i pojednostavljuje naknadnu ugradnju, uz osiguravanje usklađenosti sa zahtjevima za zaštitu od požara, sprječavanje eksplozije i opasne zone.

Dokument se također bavi razmatranjima životnog ciklusa kao što su degradacija, održavanje i performanse na kraju životnog vijeka, kao i operativnim temama poput kondicioniranja napajanja, upravljanja toplotom i pročišćavanja inertnim plinom. Daju se specifične preporuke za lokacije instalacije, pristup i otpornost na okoliš. Ažurirane smjernice ističu važnost procjena rizika prilagođenih svakoj instalaciji, uzimajući u obzir opasnosti uključujući požar, eksploziju, toksičnost i električni udar.

Izvor:

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

LNG: Zeleno pranje ili realizam

Odgoda donošenja Neto nulte Okvirne deklaracije (Net Zero Framework) u listopadu na IMO-u i dalje potiče raspravu i entuzijazam o izboru goriva s neto nultom emisijom, uključujući i ulogu LNG-a. Očekuje se da će se rasprava nastaviti, budući da se brodovlasnici sada suočavaju sa složenijim regulatornim krajolikom. Unatoč neizvjesnosti koju je stvorilo odgađanje, propisi i dalje nameću smanjenje emisija, uključujući postojeće IMO propise poput CII-a i regionalne propise poput FUEU-a.

S obzirom na to da se broj brodova s dvojnim gorivom na LNG naručuje veći od alternativa metanola ili amonijaka, raste interes za put od fosilnog LNG-a do bio metana i e-LNG-a.

Međutim, Emma Fenton, viša direktorica za klimatsku diplomaciju u nevladinoj organizaciji Opportunity Green, smatra da LNG usporava prijelaz brodarstva na čistu energiju. „Metan je snažan staklenički plin s utjecajem na klimu preko 80 puta većim od utjecaja CO₂ tijekom razdoblja od 20 godina, a izgaranje LNG-a na brodovima rezultira značajnim količinama neizgorenog metana koji se ispuštaju u atmosferu.

„To znači da su sve umjerene uštede emisija CO₂ od LNG-a vjerojatno nadoknađene ispuštanjem metana u točki izgaranja i curenjem kroz lanac opskrbe. Korištenje LNG-a stoga ima ozbiljne i negativne učinke na klimu, potencijalno nadmašujući one od konvencionalnih loživih ulja.

„Iz tog razloga, LNG bi trebao imati vrlo ograničenu ulogu u pomorskoj tranziciji, te je stoga vjerojatno da će ulaganja u LNG infrastrukturu dovesti do nasukane imovine i nepovratnih troškova.“ Nasuprot tome, Steve Esau, glavni operativni direktor SEA-LNG-a, kaže da uloga LNG-a ostaje jedino praktično i

realno buduće gorivo dostupno u velikim razmjerima, što smanjuje i stakleničke plinove i lokalno onečišćenje zraka od dubokomorskog brodarstva.

„Put dekarbonizacije metana putem ukapljenog biometana i e-metana najodrživiji je i najmanje rizičan put za globalnu pomorsku industriju, što pokazuje brzi rast flote LNG-a s dvostrukim gorivom i narudžbe za novogradnju. S industrijskim inicijativama koje dramatično smanjuju razinu emisija metana na brodu i u lancima opskrbe gorivom, rastućom dostupnošću biometana i postupnim uvođenjem e-metana u nadolazećim godinama, taj će put i dalje donositi značajna smanjenja stakleničkih plinova i lokalnih emisija građanima svijeta.“

Caspar Gooren, komercijalni direktor za obnovljiva goriva u Titan Clean Fuels, ističe da detalji poput zadanih faktora emisija goriva još uvijek trebaju biti odlučeni na IMO-u. „Gledajući dalje od hipotetskih scenarija, ono što možemo reći jest da LNG nudi trenutačno smanjenje emisija i realan put putem ukapljenog biometana, a zatim i e-metana. Ključno je da svi propisi stvore jednake uvjete za alternativne puteve goriva i da LNG bude pravedno zastupljen.“

„Zapravo, nedavno izvješće tvrtke Rystad Energy, koje je naručio SEA-LNG, koristeći stvarne certificirane emisije iz lanaca opskrbe LNG-om brodskim gorivom, pokazalo je da je prosječni globalni intenzitet emisija od izvora do spremnika u 2024. godini bio 13.9 g CO₂e/MJ (LHV) – niže od zadane vrijednosti FuelEU Maritime od izvora do spremnika od 18.5 g CO₂e/MJ.“

Unatoč odgodi, oni koji slijede LNG put i dalje će napredovati. „Lanci opskrbe LNG-om i tehnologije motora sve su robusniji i etabliraniji, smanjujući emisije goriva od izvora do dna.“ „U međuvremenu, bio metan se i dalje dokazuje kao jedino lako dostupno i cijenom konkurentno zeleno brodsko gorivo“, kaže Gooren.

Razvoj alternativa se nastavlja. Za Madadha MacLainea, glavnog tajnika Udruge za tehnologiju brodova s nultom emisijom, odgoda IMO-a stvorila je neizvjesnost u procesu, ali ne i u smjeru. „U cijelom sektoru projekti napreduju: plovila s pogonom na vjetar pod jedrima, vodikovi i baterijski sustavi se povećavaju u broju i veličini, dok se ozbiljan kapital ulaže u čistu tehnologiju i pomorsku infrastrukturu. Ono što ostaje pitanje nije hoće li se tranzicija dogoditi, već kako ćemo osigurati da bude stvarna: znanstveno utemeljena, provjerljiva i oslobođena kreativnog računovodstva.“

Joe Bettles, voditelj klimatske politike i analize u Maersk McKinney Centru za brodarstvo s nultom emisijom ugljika, sažima situaciju za brodovlasnike: „Postojala je snažna podrška za IMO Net Zero Okvir od industrijskih organizacija koje predstavljaju značajan udio svjetskih brodovlasnika i operatera. Te organizacije žele jasnoću i sigurnost. Žele vidjeti jedan skup globalnih pravila kako bi mogli donositi poslovne odluke. Mnoge od tih odluka sada su na pauzi, čekajući ishod sastanka sljedeće godine.“

Clarksons Research kaže da očekuje usporavanje rasta narudžbi novih plovila i ponovno zauzimanje popularnosti konvencionalnih dizajna.

Izvor:

<https://www.marinelink.com/news/lng-greenwashing-realism-532447>

LIKOV I ISTAKNUTIH POMORSKIH STROJARA

BORIS ABRAMOV (1932.-2021.)



Boris Abramov, inženjer broдостројарства i pomorski strojar I. klase, рођен је u Splitu 12. kolovoza 1932. Broдостројарски одсјек Srednje tehničke škole kao i Višu pomorsku školu završio je u Splitu. Položio je ispite za zvanja pomorskog strojara III., II. i I. klase pri Lučkoj kapetaniji u Splitu.

Boris je tiho umro 25. svibnja 2021. Na spavanje je otišao kasno navečer radeći uz kompjuter na broju 64 časopisa „Ukorak s vremenom“, nažalost za njega na zadnjem broju.

Srednju tehničku školu završio je u Splitu 1952. nakon čega odlazi na одслужење vojnog roka.

1953. ukrcao se kao pripravnik stroja na brodove „Jadranska linijska plovidba“ iz Rijeke. Nakon završenog pripravničkog staža polaže ispit pomorskih strojara, te se zapošljava u „Jadranskoj slobodnoj plovidbi“ iz Splita.

1960. upisuje „Višu pomorsku školu“ u Splitu kao druga generacija. Istu je završio 1962. te одmah polaže ispit pomorskog strojara I. klase.

Plovio je na raznim brodovima skoro čitav svoj radni vijek i to prvo kao naučnik, zatim vježbenik za strojarskog časnika, pa treći, drugi i prvi časnik te konačno kao upravitelj stroja. U struci je dosta brzo napredovao i bio brzo unaprjeđivan tako da je relativno mlad postao upravitelj i na toj poziciji proveo više od 22 godine.

U radnoj praksi stekao je mnogo iskustva ploveći na brodovima sljedećih brodarskih društava: Jadranska linijska plovidba Rijeka, Jugoslavenska linijska plovidba Rijeka, Jadranska slobodna plovidba Split, Atlantska plovidba Dubrovnik, Sea Lanes Rotterdam / Capellen Belgija, C. N. A. N. Alžir i SANKO STEAMSHIP Co., Tokyo. U ovoj japanskoj tvrtki zadržao se je više od 20 godina.

Povremeno je prekidao plovidbu i radio na kopnu i to prvi put u tadašnjem državnom osiguravajućem zavodu u Splitu kao procjenitelj i likvidator šteta u industriji i na vozilima. Isprva je radio u zavodu kao redovni namještenik a kasnije

Udruga pomorskih strojara Split i Pomorski fakultet u Split

kao honorarni vanjski suradnik. Drugi put se zaposlio u zagrebačkom montažnom poduzeću „Braća Kavurić“ radeći za njih u brodogradilištima u Splitu i Trogiru kao tehnički rukovodilac radilišta, organizirajući posao s tehničke strane za oko 250 ljudi raznih struka, od zavarivača, skelara i brodomontera pa sve do brodskih bravara i mehaničara.

Dosta rano se učlanio u Udrugu pomorskih strojara u Splitu. Član Udruge pomorskih strojara - Split postao je 1978. Po odlasku u mirovinu uključio se u Izvršni odbor. Od samog početka se zainteresirao za aktivan rad udruge, a najviše za sudjelovanje u radu uredništva časopisa udruge „Ukorak s vremenom“, te sudjeluje pisanjem članaka iz pomorstva i naše brodstrojarske struke. U našem glasilu objavljuje od 1994. kada je s broda poslao svoj članak pod naslovom „ULTRAZVUČNA OBRADA TEŠKOG GORIVA“ koji je uvršten časopisu „Ukorak s vremenom“ broj 15. Intenzivnije se počinje baviti glasilom polovinom 1999., te od tada stalno objavljuje u glasilu i pomaže u uređivanju istog.

1999. dao je veliki udio u pripremi i realizaciji monografije Udruge pomorskih strojara - Split od 1969. do 1999. kao jedan od urednika. Monografija je publikacija s kronološkim pregledom značajnijih događanja u pomorstvu uopće, a posebno u brodstrojarskoj struci gdje je objavljen popis svih važnijih događaja i članova Udruge koji su svojim entuzijazmom i pripadnosti struci doprinijeli radu i opstanku splitske Udruge, a danas jedine u Republici Hrvatskoj.

2003. Udruga je izdala njegov rječnik „Akronima“ vrijedno i korisno izdanje kratica, skraćenica, mjernih jedinica te izreka i simbola koji se prvenstveno upotrebljavaju u pomorstvu i brodskom strojarstvu, a i drugih koji se koriste u srodnim odnosno pridruženim ili općim djelatnostima. Nakon toga pripremio je i izdao džepni podsjetnik mjernih jedinica u brodstrojarskoj praksi. To je priručnik koji bi svaki strojar trebao imati u džepu. Bio je privržen svojoj brodstrojarskoj struci, pun znanja, uvijek zainteresiran za nova ostvarenja. Uvijek je sve bilo posloženo u redu i na vrijeme, precizan iznad svega.

2005. postaje izvršni urednik i korektor glasnika udruge „Ukorak s vremenom“, a na toj dužnosti ostaje sve do svoje iznenadne smrti. Pored uređivačkog posla glasnika udruge stalno je radio i tražio načina da unaprijedi rad udruženja i brodstrojarske struke.

2009. u osobnom izdanju je izradio brošuru pod naslovom „Drugi zakon termodinamike upravlja svijetom – entropija“. Štivo koje bi svi trebali pročitati s obzirom na klimatske promjene i budućnost čovječanstva.

Smrcu Borisa Abramova Udruga pomorskih strojara - Split izgubila je jednog od svojih vrhunsko educiranih i najvrjednijih aktivnih članova, te nezamjenjivog urednika našeg časopisa „Ukorak s vremenom“.

Pripremili: Gordan Krstulović i Frane Martinić

Iz povijest Udruge

Gordan Krstulović: Obrazovanje časnika stroja u Republici Hrvatskoj

Krenut ćemo od početka. Godine 1925. u Splitu je osnovan poseban odjel brodstrojarskog smjera u Srednjoj tehničkoj školi. Svrha tog novoosnovanog odsjeka bila je dobivanje stručno obrazovanih i kvalificiranih pomorskih strojara. To je zahtijevao tadašnji nagli razvoj tehnologije koji je slijedio odgovarajući porast međunarodnog razvoja roba morem. Još uvijek je bilo doba vladavine parnog stroja, ali se naveliko osjećao dah dolaska dizelskog motora kao porivnog i pomoćnog stroja. Jasno je da je glavni razlog tome bila ekonomičnost nove tehnologije a time i veći profit za brodare, što, pogotovu danas, ostaje najvažniji čimbenik. Takav razvoj porivnih sredstava na brodovima zahtijevao je osnivanje ovakve škole. Dakle, iz te Tehničke škole u Splitu dobili smo prvi školovani kadar pomorskih strojara. Školovanje se normalno nastavilo i razvijalo, i Split je postao izvoriste generacija i generacija kvalitetnih i svijetom priznatih pomorskih strojara. Osim što su plovili, dosta njih se zaposlilo i na kopnu, gdje su bili visokopozicionirani i cijenjeni stručnjaci u pomorskim poduzećima, brodogradilištima, pomorskim ustanovama itd. Ti pomorski strojari bili su i temelj osnivanja današnjeg Hrvatskog registra brodova. Za vrijeme II. svjetskog rata dosta njih plovilo je u savezničkim konvojima, što je još više podiglo njihov ugled.

Nakon rata osnivaju se nove brodarske tvrtke, tako da je skoro svaka veća luka bila sjedište bar jedne od njih. U međuvremenu pomorski strojari su nakon završene srednje tehničke škole plovili najmanje dvije godine kao pripravnici stroja, polazili tečaj i polagali ispit za pomorskog strojara III. klase. Nakon određenog plovidbenog staža polazili su tečaj i polagali za pomorskog strojara II. klase te nakon određenog broja godina konačno polazili tečaj i polagali ispit za pomorskog strojara I. klase. S tim je zvanje pomorskog strojara bilo zaokruženo. Neki od njih, nakon određenih godina plovidbe kao upravitelji stroja i na osnovi stečenog iskustva zaposlili bi se na kopnu kao tehnički inspektori ili tehnički direktori u pomorskim tvrtkama.

Napredak tehnologije i tehnike u to vrijeme bio vrlo brz i brodski pogoni su postajali sve sofisticiraniji i kompleksniji. Zbog toga se osjetila potreba za dodatnim školovanjem, tj. osnivanjem viših pomorskih škola. Istina, postojali su i neki drugi razlozi za njihovo osnivanje, jer je mnogim tadašnjim rukovoditeljima bilo potrebno dobiti diplomu više škole da bi njome pokrivali svoje radno mjesto. Za razliku od redovnih studenata, oni su to postigli tzv. „večernjim“ ubrzanim studijem.

U Splitu se 1959. osniva i Viša pomorska škola. U početku to je bilo učilište s vrlo stručnim i potkovanim nastavnicima, uglavnom onim iz prije spomenute tehničke škole, a neki od njih su okusili more i brodstrojarsku struku. Dekretom je određeno, a nažalost tako će vjerojatno bit i danas, da od tada svi oni koji namjeravaju napredovati u struci i postati upravitelji stroja moraju imati završenu višu pomorsku školu, a nakon dvije godine službe kao

časnici stroja mogu polagati ispit za pomorskog strojara I. klase te zatim po potrebama pomorskih tvrtki biti unaprijeđeni za upravitelje stroja. Osim dobrog poznavanja struke, napredovanje je ovisilo i o stanju na pomorskom tržištu, odnosno o pogodnim ili kriznim vremenima u pomorstvu. Pošto je upravo sada naročito dobro i pogodno stanje, sudeći po nekim novim potezima u obrazovanju pomoraca, bojim se da opet ne načinimo greške.

Osnivanjem viših pomorskih škola, generacija za generacijom već oženjenih i dosta starijih pomorskih strojara morale su se tada iskrcati s brodova da bi polazili i završili tu školu. U njoj su u početku bila samo dva odsjeka, brodstrojarski i brodograđevni. Glavni predmeti bili su stručni. Imali ste spoj vrlo stručnih nastavnika, uglavnom iz pomorskog života i studenata koji su već onda po znanju mogli biti upravitelji stroja. Po mom razmišljanju, oni su imali iza sebe vrlo dobre temelje već spomenute Srednje tehničke škole i vrsne ljude iz struke koji su im predavali. Godine 1966. osniva se i strojotehnološki odjel, 1969. nautički odjel, 1973. odjel brodske elektrotehnike, a 1979. odjel pomorskih komunikacija. Zanimljivo je da se u to vrijeme već nazirala moderna pomorska komunikacija koja je napredovala velikim koracima, pa su se na koncu neki koji su završili taj odjel našli u čudu, jer se na brodovima ukidalo njihovo zvanje. Na žalost 1969. ukida se brodograđevni odjel koji bi po mom mišljenju danas bio vrlo potreban u brodogradnji.

Nakon toga počinje osnivanje nekih kombiniranih učilišta s dodatnim odsjecima koji nisu imali izravne veze s pomorskim strukama. Takav trend nastao je i povezivanjem Više pomorske škole u Splitu i Dubrovniku. Kako su se pomorska učilišta počela razvijati i sve više se transformirati u fakultete, stali smo se udaljavati od one dvije osnovne struke, a to su brodstrojarsvo i nautika. Kako je u današnje vrijeme uglavnom najvažnije imati diplomu fakulteta, onda je jasno da je sve više studenata izbjegavalo brodstrojarski studij i upisivali su druge lakše studije na istom fakultetu. Nakon završetka studija vrlo su se teško ili skoro nikako zapošljavali u struci koju su studirali. Možda je nekima, slično kao i kod otvaranja Više pomorske škole 1959. ta diploma bila potrebna da zadrži tadašnja radna mjesta. Sve u svemu, dogodilo se to da je brodstrojarski smjer imao sve manje i manje studenata, a prosjek trajanja studiranja prvog stupnja, to znači dvije prve godine na brodstrojarskom studiju, iznosio je i do 8 godina. Posljedica toga je da polaganjem ispita pri lučkoj kapetaniji za zvanje pomorskog strojara i upravitelja stroja uz potrebnu navigaciju, u prosjeku niste mogli postati upravitelj prije trideset i pet godina starosti, a to je već kasno. U međuvremenu u glavama nekih ljudi koji nikada nisu bili na brodu rađaju se ideje o četverogodišnjem pomorskom nautičkom - brodstrojarskom odsjeku, što je na sreću bilo vrlo kratkog daha.

Kako je visokim pomorskim učilištima trebalo sve više studenata da bi bolje financijski stajali (dok se struka pomalo zanemarivala, odnosno nije pratila svjetska zbivanja), otvaraju se novi studiji kao što je ribarstvo i pomorstvo ili upravljanje brodicama i lučicama. Takvo širenje i otvaranje novih studija iziskivalo je zapošljavanje sve više nastavnika općih predmeta, tako da je brodstrojarski studij bivao sve manje i manje naglašen i važan u cjelokupnom obimu studija. Da bi se ispoštovala STCW konvencija, po kojoj bi se trebali školovati pomorski strojari, nastavnici stručnih predmeta bi također trebali imati plovidbeni staž. Međutim velika većina njih brod nisu nikada osjetili pa i ne mogu, uz sve dužno poštivanje akademskih titula,

Udruga pomorskih strojara Split i Pomorski fakultet u Split

razumjeti ono što bi pomorskom strojaru trebalo. Primjerice, i profesor glazbene kulture svojom titulom zadovoljava uvjete Ministarstva prosvjete i može vršiti važnu funkciju na tom istom Pomorskom fakultetu, a nikako ne ispunjava zahtjeve STCW konvencije kojih bi se pomorska učilišta trebala striktno držati. Istina, upute za program na pomorskim školama daje Ministarstvo mora RH i u skladu je s načinom školovanja koje preporučuje STCW konvencija. U Ministarstvu su mišljenja da naš način školovanja poštuje konvenciju i da daje još više od toga, zaboravljajući pri tome da ovo zvanje kombinira i školovanje i iskustvo te da struka mora biti u prvom planu. Tako je prije nekoliko godina ponovno donesena odluka da se ne može polagati ispit za II. časnika stroja, odnosno upravitelja stroja na brodu sa strojem porivne snage jačim od 3000 kW ako kandidat nema završenu višu pomorsku školu. Nekako baš u to vrijeme uklapanja RH u europsko-svjetske trendove školovanja pomoraca STCW konvencija se naveliko spominjala.

Glede ove teme Udruga pomorskih strojara - Split već duže vrijeme stalno upozorava na stanje u školstvu i problemima školovanja pomorskih strojara. Iznijet ću vam neke izvode i zaključke iz ranijih godina.

Iz zapisnika s tribine-rasprave održane 16. ožujka 1979. u velikoj sali „Jadroplova“ u Splitu.

1. Problemi školovanja su veliki. Prosvjeta, konkretno naša Srednja pomorska škola, nema potreban, odnosno kvalitetan kadar, a da o drugim uvjetima i ne govorimo.

2. Poznato je gdje leže problemi i tvrdim da stručne predmete ne može predavati čovjek koji je u školi duže od 5 godina, kada znamo iz iskustva da ne prati razvoj nauke i tehnike koja rapidno ide dalje te je jasno da dolazimo u situaciju da nam obrazovanje kasni za onim što imamo na brodovima i kada bismo morali imati iskusniji kadar.

3. Često su ljudi izvan struke diktirali uvjete u pomorskom obrazovanju i doveli do stanja koje danas imamo u našem pomorskom školstvu tako da profil kadra ovakav kakav je ne odgovara. Zaključak je da je stanje u školama slabo.

4. Možemo zaključiti da način polaganja ispita i ono što mu prethodi nije na potrebnoj visini te su potrebne određene promjene, a sve u interesu poboljšanja kvalitete i stručnosti strojara. Više obrazovanje ima istu bolest kao i srednje te se sve više udaljava od struke, a kao dokaz, primjerice, Viša pomorska škola u Splitu ima svega dva predavača praktičara, tj. ljude od struke. Problemi Više škole su dosta složeni i neophodna je temeljita i stručna revizija izobrazbe visokih stručnih kadrova.

4. prosinca 1997. Ministarstvo pomorstva, prometa i veza organizira javnu raspravu u velikoj sali „Jadroplova“ u Splitu pod naslovom „Poziv na javnu raspravu o pravilniku o zvanjima, svjedodžbama, o osposobljenosti i ovlaštenjima članova posade brodova trgovačke mornarice Republike Hrvatske“.

Znate kako izgledaju te rasprave? Iz Ministarstva se donesu gotovi zaključci, a bilo koja predstavka, primjedba ili izmjena je uzaludna jer je to već tako unaprijed zaključeno. Školstvo i pozicija se mora zaštititi, a koliko će to koštati i koliko će to trajati, to nikoga nije briga. Upozoravali smo i tada da se treba držati konvencije, barem što se nastavnika tiče, ali upozorenja nisu uzimana u obzir.

Udruga pomorskih strojara Split i Pomorski fakultet u Split

Najbliže smo bili ostvarenju školovanja po svjetskim standardima na sastanku radne grupe za izradu Pravilnika o zvanjima i ovlaštenjima članova posade brodova trgovačke mornarice RH održanom 7. svibnja 1996. u Ministarstvu pomorstva, prometa i veza u Zagrebu. Najbliže smo bili jer su sastanku, osim nekih iz škola i ministarstva, većinom bili prisutni službenici tada još jakih pomorskih tvrtki u RH, a kojima je i onda kao i danas nedostajao stručan kadar. Međutim, s obzirom na to da vlast uvijek nosi vodu na svoj mlin, ni tada se nije ništa promijenilo nabolje.

Kako je Udruga aktivna i želi zadržati kvaliteta struke, mi stalno o tome raspravljamo i uporno upućujemo na uočene pogreške. Tako smo 17. studenoga 1998. organizirali raspravu o istoj temi u prostorijama „Brodospasa“ u Splitu.

Iznijet ću vam samo neke izvatke iz zapisnika s tog sastanka:

1. Iznesene su trenutačne teškoće u svezi s primjenom odredbi STCW konvencije, novostima iz Pravilnika o pomorskim zvanjima, transformaciji učilišta i očekivanim teškoćama, o statusu Visoke pomorske škole u Splitu, uz upozorenje da nemamo ni vremena ni prava na greške.

2. Obrazovanje pomoraca smatra se stručnim studijem. Prema mišljenju iz Zagreba, kroz ponuđenu Visoku pomorsku školu, zbog očuvanja pravnog personaliteta, svodenjem sadržaja studija samo na nautiku i brodstrojarstvo osiromašio bi se pomorski studij. Budući da se zbog neudovoljavanja uvjetima iz propisa ne može sačuvati fakultet, željeli smo sačuvati pomorski sveučilišni studij. Utvrđeni su odjeli pri sveučilištu ribarstvo i ekologija, napravljeni elaborati za pomorske procese i sustave, pomorsku tehnologiju. Nadalje se spominje nedostatak prostora, opreme, nemogućnost polaganja dodatnih ispita, itd.

3. Današnji propisi se pripremaju već par godina. Naši visoki dužnosnici znaju kakva je situacija. Ako naši programi školovanja ne budu sukladni zahtjevima STCW, imat ćemo kadar samo za nacionalnu ali ne i za međunarodnu plovidbu.

4. U rješavanju predmetnog slojevitog pitanja treba postaviti jasan cilj u skladu sa zakonom i STCW konvencijom i našim realnim mogućnostima.

5. Predloženo je sjedinjenje Više pomorske i Srednje pomorske škole u Splitu, što su prihvatili rukovoditelji obaju škola.

Na prijedlog predsjednika Udruge dogovoreno je da se organizira novi sastanak kako bi se problem što prije riješio. Taj se sastanak održao 4. lipnja 1999. u vijećnici poduzeća „Plovput d.o.o.“ iz Splita.

Kako je rasprava bila vrlo slična onoj prethodnoj, Udruga je podnijela izvješće u obliku prijedloga i to pod posebnim točkama:

1. Ciljevi pomorskih učilišta
2. Standardi kakvoće
3. Programi na pomorskim učilištima
4. Teškoće u školovanju pomoraca
5. Prijedlozi za izlazak iz postojećih teškoća

Udruga pomorskih strojara Split i Pomorski fakultet u Split

Prenijet ću vam samo točku 5 izvještaja, iako bi čitav izvještaj mogao poslužiti kao uzor i izlaz iz u novonastale situacije. Svi zainteresirani za taj izvještaj, mogu se slobodno obratiti Udruzi pomorskih strojara Split, da ga pročitaju.

Dakle točka 5 tog izvještaja glasi:

Potrebno je izvršiti reviziju svih aktivnosti na pomorskim učilištima i nakon toga donijeti sljedeće odluke:

1. Opredijeliti se za smjerove obrazovanja na pomorskim učilištima.
2. Postojeće smjerove koji ne bi pripadali pomorskom učilištu treba uklopiti u druge srednje škole sa sličnim programima ili na veleučilišne odjele.
3. Donijeti odluku o modelu obrazovanja pomoraca te za postizanje zadovoljavajuće propisane vrsnoće provoditi stalni stručni nadzor kako bi se mogla ishoditi ISO certifikacija.
4. Razmotriti donošenje hitnih mjera u pogledu upisa na pojedine odjele kako bi se već u narednoj školskoj godini započelo s procesom izdvajanja pojedinih odjela za čije postojanje nema opravdanja, ili pak postupno prelaženje na druge škole odnosno veleučilište da bi se mogli stvoriti povoljniji uvjeti za obrazovanje pomoraca.
5. Potrebno je razviti blisku suradnju Ministarstva za znanost, Ministarstva za školstvo i Ministarstva za pomorstvo radi donošenja jedinstvenih kriterija za izbor nastavnog kadra, nastavnih planova i opreme te rješavanja prostornih problema, a u skladu s izvješćima stalnog stručnog nadzora. Zadaća nadzora mogla bi se povjeriti nekoj stručnoj pomorskoj instituciji, npr. Hrvatskom registru brodova.

U organizaciji Ministarstva mora 6. svibnja 2005. u Zadru se je održao još jedan sastanak – rasprava o primjeni Bolonjske deklaracije na školovanje pomoraca u RH. U divnom ambijentu okupilo se oko 140 sudionika iz Ministarstva mora, pomorskog školstva, pomorskih učilišta, pomorske privrede, sindikata i udruga. Bilo je više uniformi nego na vojnoj paradi. Od oko 140 prisutnih samo 4 do 5 prisutnih je postavilo pitanja, iako je za pomorstvo to bila jedna od najvažnijih tema. Ostali sudionici su vjerojatno samo željeli prisustvovati, da ih se primijeti, ili pak nisu bili raspoloženi za raspravu. Kako sam već prije rekao, ključno pitanje bilo je na koji način uklopiti školovanje pomoraca u Bolonjsku deklaraciju koja se u nas tek počela primjenjivati, i kako će se to uskladiti sa STCW konvencijom, odnosno obrnuto. Kako Bolonjska deklaracija zahtijeva u prvoj razini trogodišnje školovanje, to je bilo jasno da će se školovanje budućih upravitelja stroja povećati za još jednu godinu. U Zadru su ostali na tome. Školovanje se nastavilo po starom načinu koji se je primjenjivao do Bolonjske deklaracije, a onda se je pronašlo samo nama svojstveno, po meni naopako rješenje. Dogovoreno je da će oni koji završe prve dvije godine školovanja na pomorskim fakultetima (samo ne znam što je uključeno u taj program, da li program STCW konvencije?) dobiti dopusnicu s kojom mogu pristupiti, uz odgovarajući broj godina plovidbe, polaganju ispita za II. časnika, odnosno upravitelja stroja. Ali ti polaznici ne dobivaju nikakvu diplomu niti im se to upisuje u radnu knjižicu kao neko zvanje. Ovo je svjetski presedan. Nasuprot tome, po novinama i na televiziji svakodnevno se vrte reklame raznih učilišta koja pozivaju na tečajeve za traktoriste, bageriste, vozače, daktilografe i sl. te im se po završetku stečeno zvanje upisuje u radnu knjižicu.

Istina, pomorski časnici s dvije godine pomorskog fakulteta mogu i dalje nastaviti školovanje po Bolonjskoj deklaraciji, ali nama je danas prvenstveno u interesu da iskoristimo šansu pomanjkanja pomorskih časnika u nas i u svijetu, naročito brodstrojarskog kadra. Također nije još jasno i nije se dobio odgovor da li IMO-ova STCW konvencija zahtijeva školovanje po bolonjskoj deklaraciji, tj. zahtijeva li uopće ta konvencija visokoškolsko ili fakultetsko obrazovanje. Radi toga je važno da u ovom trenutku pomorska učilišta ostanu u obliku i statusu u kakvom su i danas.

Međutim, u Jutarnjem listu od 23. veljače 2007. tiskan članak koji nosi naslov „Zapovjednik broda uskoro i bez završenog fakulteta“ (vjerojatno i upravitelj stroja?) s podnaslovom „Hrvatski brodari traže izmjenu nacionalnog pravilnika o pomorskim zvanjima“. Najprije, novinar bi trebao znati da se i do sada moglo postati zapovjednikom, odnosno upraviteljem bez fakulteta, jer brodarima stalno nedostaje takvog kadra. U ovo nikad povoljnije vrijeme važno je da je brod pokriven po konvenciji određenim ovlaštenjima tako da može ploviti. U Jutarnjem listu izjave daju i dvojica naših uvaženih pomorskih stručnjaka koji su zadnjih dvadeset godina krojili politiku pomorskog školstva i bili uvijek usuglašeni. U međuvremenu se nešto dogodilo, vjerojatno pritisak brodara, i mišljenja se najednput razilaze. Štoviše, na nekim sastancima, a osobno sam to čuo i prilikom nedavnog potpisivanja ugovora o dodjeli stipendija studentima Pomorskog fakulteta u Splitu, išlo se toliko daleko da se predlaže da pomorski strojari koji nemaju više školovanje, a imaju ispit časnika u straži sa strojem porivne snage od 3000 kW ili jačim odlaze na tromjesečni tečaj i nakon toga polažu ispit za II. časnika stroja. Nitko nije znao odgovoriti na pitanje hoće li nakon toga oni moći postati i upravitelji stroja i je li to u skladu sa STCW konvencijom. Na istom skupu se potpisuju ugovori sa studentima koji bi trebali završiti pomorski fakultet po Bolonjskoj deklaraciji. Je li to fer prema njima? Na FESB-u u Splitu postoje vrlo slični studiji strojarstva i brodogradnje, ali dosta kvalitetniji, a nedostaje im studenata. Ne vidim razloga zašto bi netko išao na fakultet da eventualno postane upravitelj stroja ako to može puno lakše postići na drugi način. Mislim da u ugovoru o stipendiji piše da je dotični spreman ploviti na domaćoj tvrtki onoliko vremena koliko je primao stipendiju, a da bi završio vježbenički staž i odradio dug prema državi. Ako ne nađe posao na domaćim tvrtkama, onda je slobodan potražiti posao u stranim brodarima. Znači, nije mu planski osiguran niti predviđen ukrcaj na određenu domaću brodarsku tvrtku.

Onog trenutka kad je započeo rat u Iraku i kad se Kina trgovački otvorila, nastala je velika trka za kvalificiranim i kvalitetnim kadrom. Ako si se prije par godina zaposlio u domaćim tvrtkama kao kadet stroja da bi izvršio obveznu navigaciju, prvi upit od kadrovika bio je imaš li višu pomorsku. Danas par godina kasnije, ako se tako odredi, ta ista škola ni za upravitelja stroja neće biti potrebna. Dakle idemo iz krajnosti u krajnost. Ujedno to znači da godinama nismo vodili računa o kadru, onom najmlađemu od kojeg se na koncu i postaje upravitelj. Zbog niza okolnosti, a najvažnija je nebriga, splasnuo je interes mladeži za brodstrojarskom strukom jer su bili prepušteni sami sebi. Ako bi ih netko i uzeo na brod, onda su ukrcavani kao čistači, mazači i što još ne pošto ih je trebalo iskoristiti, a ne upućivati i vježbati.

I sad smo došli u situaciju kad velike strane tvrtke nude basnoslovne svote za visokokvalificirani kadar. Naše su tvrtke postale privatne, odnosno posluju po svjetskim

mjerilima pa nema velike razlike života na domaćim i stranim brodovima. Dapače, na stranim su ugovori i kraći. Stoga je normalno da se pojavio manjak kvalificiranog kadra. To je ne samo naš nego i svjetski problem. Nemojte zaboraviti da se u svijetu više od 90 % prijevoza robe obavlja brodovima. Danas svatko zna da na moru nije lako, ali trenutačno se itekako isplati (govorim samo o visokokvalificiranom kadru). A svi znaju da je taj teško zarađeni novac pošteno zarađen. Dakle, što se događa? Događa se da oni koji nisu uložili ni lipe u školovanje naših ljudi kupe skorup, a među njih ubrajam i veliki broj agencija za ukrcaj pomoraca u nas kojih se razmnožilo kao gljiva poslije kiše. Nije ni čudo da domaće tvrtke ostaju bez kadra. Brodovi moraju ploviti, pa nije daleko dan kad će i oni biti prisiljeni zapošljavati strance. Uzmimo samo ovo: ugovor koji su potpisali studenti pomorskih učilišta u Splitu ni u jednom svom članku ne govori na kojoj će našoj tvrtki pomorac ploviti kad završi školovanje. Znači, kad završi ako bude krize, nikom ništa.

Krajnje je vrijeme da jedanput zauvijek prestanemo gledati samo svoje interese već zajedničke interese svih nas, a naročito te mlade djece koja započinju tešku pomorsku profesiju, tako da ih uputimo što bolje možemo. Moramo planirati naše pomorstvo za doglednu budućnost, a ne samo gledati na momentalnu situaciju. Učinimo da Hrvatska jedanput zauvijek postane pomorska, a ne samo primorska zemlja.

Što raditi? - Sjetimo se prije tridesetak i više godina slične situacije: imali smo šestomjesečni tečaj u Bakru za razne vođe stroja, mazače, mehaničare, itd. koji su kasnije polagali za pomorskog strojara. To je bilo organizirano baš iz istog razloga, jer je trebalo na brzinu proizvesti kadar. Ni jedan od njih nije nakon toga završio višu pomorsku školu niti postao upravitelj. Zašto je tada bio šestomjesečni tečaj, a danas se predlaže tromjesečni, to mi nikako nije jasno? Prije oko dvije godine pri Višoj pomorskoj školi u Splitu je također započeo šestomjesečni „ubrzani studij“ za nautičare i brodstrojare. Ne znam zašto nije i za ribare, voditelje lučica itd.? Zna li zašto? Jer polaznici taj ubrzani studij masno plaćaju. Tako se dogodi da onaj koji nije stigao završiti višu školu kada je bio mlad i bistrog mozga, završi istu školu tri do četiri puta brže od redovitog studenta. U školskoj godini 2006./2007. prvi stupanj brodstrojara u Splitu upisalo je 40 redovnih studenata, a na drugoj godini ih je ukupno samo trinaestero. Od toga ih prema mojim saznanjima na brod neće ići ni petero. Zar to nitko ne vidi?

Ako sada napravimo tečaj od samo tri mjeseca, nismo li zavarali one koji su platili šestomjesečno ubrzano školovanje. Napokon, svi bismo trebali shvatiti da škole nisu radi nastavnika već radi učenika i studenata. Paralelno sa stvaranjem ubrzanog školovanja i novih tečajeva, pod hitno treba promijeniti i težinu ispitnih pitanja na ispitima za stjecanje zvanja pri lučkim kapetanijama. Iz mojeg dvadesetogodišnjeg iskustva, na tim ispitima za zvanje pomorskih strojara teško se snalaze i oni koji imaju redovito završenu višu pomorsku školu. Zaboravio sam napisati da je od onih trinaestorice koji su upisali ove godine drugu godinu škole sigurno njih deset završilo gimnaziju i nemaju nikakve pomorske prakse, a vjerujem da ne misle i neće nikada ploviti. Ako ćemo gledati samo STCW konvenciju, ne bi nam trebala ni srednja pomorska škola. Nadam se da toliko daleko nećemo ići. Po Konvenciji postoje i mnogi dodatni ispiti koji strahovito mnogo koštaju, a naročito to teško pada onima koji tek trebaju ići

Udruga pomorskih strojara Split i Pomorski fakultet u Split

ploviti. Napravimo jedno pravo pomorsko učilište, spojimo škole, pa ćemo imati dovoljno prostora. Postavljanjem novog simulatora (što je za svaku pohvalu!) na Pomorskom fakultetu smo stvorili uvjete da i dalje obrazujemo kvalitetne strojare uz štovanje STWC konvencije. Takvi su bili i oni iz ranije spominjane Srednje tehničke škole.

I napokon, navodim jedan od razloga zašto nema interesa za pomorsku struku. Jedino je u Lučkoj kapetaniji Dubrovnik pomorski strojar zaposlen kao šef inspekcije. U svim ostalim kapetanijama šefovi su nautičari. Bilo bi logično da tu poziciju zauzima pomorski strojar s iskustvom, po mogućnosti da je plovio kao upravitelj stroja. U svijetu je zvanje upravitelja stroja vrlo cijenjeno i prisutni su u svim tvrtkama i ustanovama, osim u nas. Odlaskom Tomislava Mirjana u penziju u Ministarstvu pomorstva više nije bilo, a nema ni sada, niti jednog pomorskog strojara I. klase koji bi vodio računa o struci, naobrazbi i prosperitetu brodstrojarstva.

Uostalom, pročitajte još jedanput točku 5 iz zapisnika od 4. lipnja 1999. pa ćete vidjeti što nam je raditi. Greške više ne smijemo raditi, a kako stvari idu, puno smo blizu toga da ih ponovno napravimo.

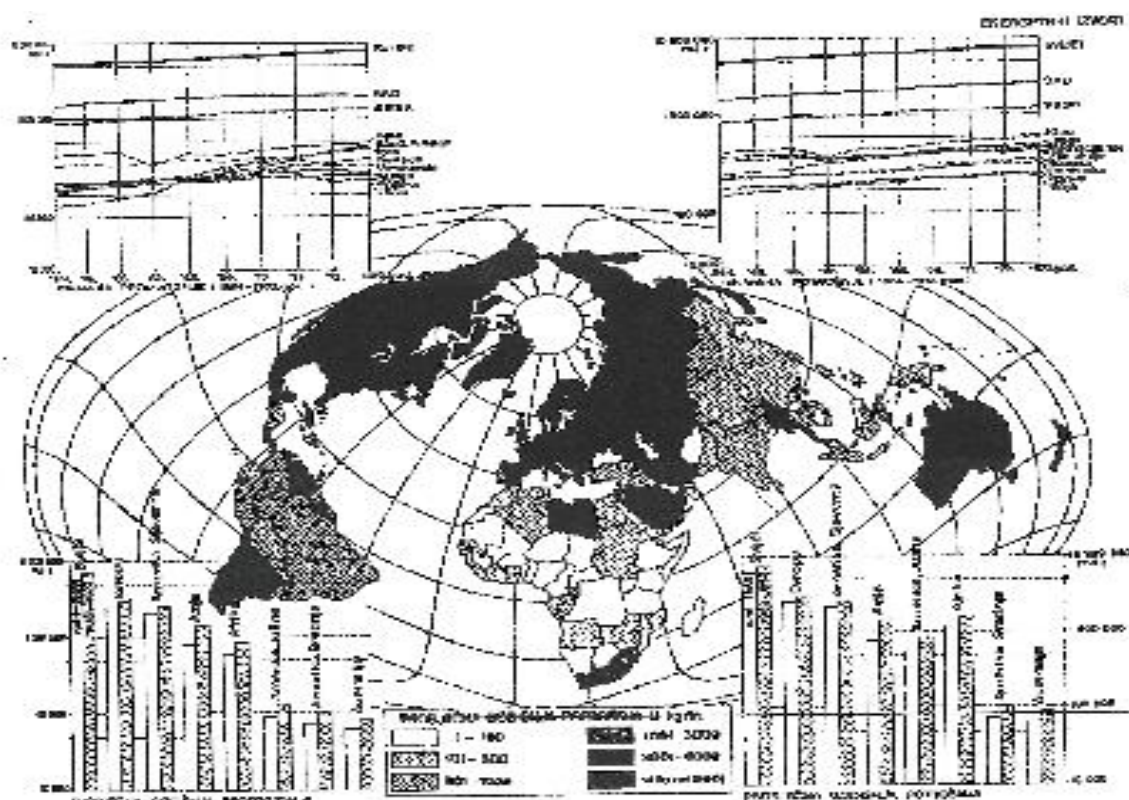
Objavljeno: POMORCI, NJIHOV STATUS I NAOBRAZBA, 1999. godine



Entropija (III. dio)

Drugi zakon termodinamike
upravlja svijetom !

entropija



Slika 38. Mapa svjetske proizvodnje i potrošnje fosilnih

Treba se zapitati što će biti za nekoliko desetljeća kada se, prema današnjem trendu i nekim projekcijama, broj stanovnika svijeta udvostruči na oko 16 milijardi ljudi. Zamislimo samo što to predstavlja. Pomnožimo to s prosjekom čovječe težine od, recimo 60 kiloponda pa ćemo vidjeti koliko bi samo ta ljudska biomasa težila! Nije jedino u pitanju ishrana. Sve će te ljude trebati obući, dati im krov nad glavom, obrazovati ih, liječiti, itd... Računa se da će za njih biti potrebno izgraditi infrastrukturu u opsegu koji je skoro jednak svim građevinskim radovima koje je ljudski rod do danas izveo. Iz ovoga je vidljivo da će sve to zahtijevati nezamislive količine energije. Svijet je danas uglavnom ovisan o neobnovljivim izvorima energije i već se suočava s energetske problemima kao što su: nestašice energije, rast cijena istoj, zagađenja i otpaci koji se gomilaju. Postaje sve očiti da svijet, ma kako se trudio, neće moći zadovoljiti svoje energetske potrebe kakve se u ne tako udaljenoj budućnosti predviđaju.

Gorka je činjenica kako se zalihe iskoristive, neobnovljive energije i zalihe minerala neprestano smanjuju. Svijet se prema tome, potpuno nepripremljen, ubrzano kreće ususret neizbježivoj energetske i entropijske krizi, koja će zahtijevati potpuni preokret u načinu društvenog ponašanja. Svijet već sada mora o tome razmišljati kako bi se neminovne promjene što bezbolnije provele. Zalihe fosilnih goriva još uvijek nisu iscrpljene, još uvijek se istražuje i otkrivaju se nova nalazišta, pogotovo u epikontinentalnim morskim pojasevima. Svejedno, nalazištima nafte u doglednoj budućnosti nazire se kraj, dok se ljudska zajednica ponaša tako kao da će te zalihe trajati vječno. Ustvari, većina nas neprestano, kao nojevi, „guramo glavu u pijesak“ da ne bi pogledali činjenicama u oči.

S ovim se mora prekinuti i početi ozbiljno raditi na racionalnijem pristupu svim ovim problemima i na traženju bilo kojih, makar privremenih palijativnih rješenja. Ipak, mi još uvijek nastavljamo s rasipanjem energije na sve moguće načine. Gorka je istina da se to radi kako bi manji i povlašteniji dio čovječanstva mogao živjeti u materijalnom izobilju.



Slika 39. Vrtimo se u spiralama

Primjerice, ogromne količine energije troše se na vojnu industriju, izmišljanjem sve ubojitijih vojnih strojeva i naprava, kao i oružja za masovno uništenje. Čemu sve to kad se zna da se ratovanjem nikad ništa u svijetu nije riješilo? Nije valjda da sile koje danas dominiraju svijetom misle kako je gomilanje sve savršenijeg klasičnog i nuklearnog arsenala, te ostalih ubojitih sredstava kao što su ona biokemijska - da je to ono konačno rješenje koje nam Jedino preostaje. Drugim riječima, istrijebimo li se međusobno, za one koji izbjegnu svjetski armagedon svi će ovi

problemi nestati. Ali, moramo se pritom priupitati: zar sredstava masovnog istrebljivanja nema već dovoljno za uništenje cjelokupnog stanovništva ove planete, i to po nekoliko puta? Čemu tu još dodatno trošiti energiju, ima li to ikakva smisla?

O rasipanju energije

„Možemo se vinuti s ove uboge Zemlje i, promotrivši je odozgo, ustanoviti da šije (Priroda iscrpla sve svoje vrline i divote na tu mrlju blata. Žalo ćemo, poput putnica u daleke zemlje, moći bolje prosuditi što se radi kod kuće, doznat ćemo kako ispravno da procjenjujemo stvari, ili da im pridajemo prikladnu vrijednost. Manje ćemo biti skloni diviti se onome što ovaj svijet proglašava velikim i s visine ćemo prezreti tričarije do kojih silno drži ljudsko mnoštvo“.

Christian Huygens,

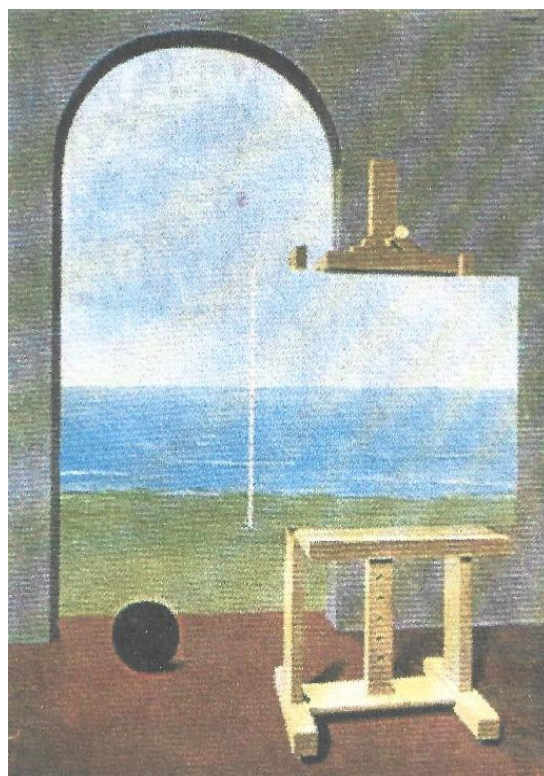
- Otkriveni nebeski svjetovi, oko 1690.

U visokoindustrijaliziranim društvima faze ekonomskih i tehnoloških procesa stalno se množe. Tako nastaje sve veće rasipanje energije čitavim tijekom procesa. Nered koji pritom nastaje dugoročno stvara sve veće probleme društvu. Uzmimo samo primjer bezumnog trošenja energije konzumiranjem industrijske, tj. polupripremljene ili gotove hrane. Za ilustraciju pogledajmo kako se energija rasipa u slučaju industrijske pripreme samo jednog ukusnog proizvoda - engleskog čajnog peciva „muffin“ kojeg na Zapadu rado jedu (sada ga ima i u nas), a kojeg opisuje J. Rijfkin u svojoj knjizi „Entropija - Novi pogled na svijet“.

Pšenica koja se rabi za pripremu tog peciva uzgojena je uz pomoć poljoprivrednih strojeva koji za pogon troše fosilna goriva, te uz primjenu modernih petrokemijskih gnojiva. To znači, već u početku proizvodnog lanca osnovna sirovina energetski je krajnje intenzivna. Kamionima, napravljenim od neobnovljivih materijala i također pogonjenih fosilnim gorivima, pšenica se doprema u veliku središnju pekarnicu, opremljenu brojnim strojevima koji jako neekonomično - melju, obogaćuju, poboljšavaju, mijese, peku i pakiraju to čajno pecivo.

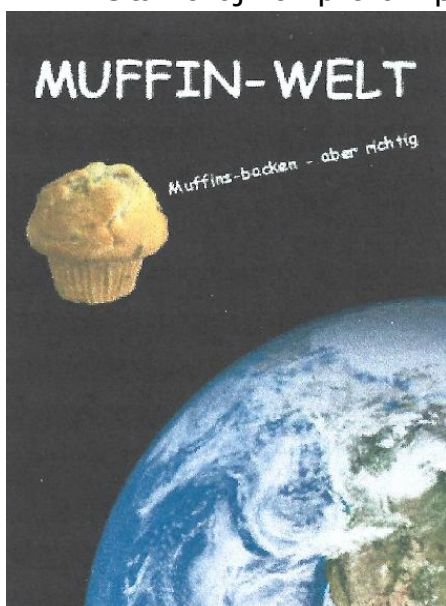
Najprije, pšenica se u pekari pročisti, a često i izbjeljuje. Ti procesi pridonose da pecivo bude lijepo i bijelo, ali oduzimaju pšenici vitalne sastojke. Stoga se brašno mora naknadno „obogatiti“ vitaminima - niacinom, tiaminom i riboflavinom, te željezom. Nadalje, treba osigurati trajnost tog peciva zbog dugih putovanja do trgovine, te eventualnog dužeg ležanja proizvoda u skladištu ili na policama. Tijestu

se radi toga dodaje konzervans, tj. kalcijev propionat s ostalim aditivima poput kalcijeva sulfata, gljivičnih enzima, monokalcijeva fosfata, amonijeva sulfata, kalijeva bromata i kalijeva jodata. Pecivo se zatim ispeče i slaže u nepropusne plastične vrećice, a zatim u atraktivne višebrojne kartonske kutije, kako bi na policama privukle pogled potrošača. Plastične vrećice u koje se „muffini“ pakuju izrađene su od kemikalija naftnog podrijetla. One se hermetički zatvaraju plastičnom trakom, također napravljenom od iste tvari. To se zatim trpa u veće



Slika 40. R. Margrite: Ljudska sudbina

kartonske kutije, tovari na kamione i onda prevozi u distribucijska skladišta. Iz njih se kasnije dostavnim vozilima razvozi po trgovinama, uglavnom jarko osvijetljenim i klimatiziranim supermarketima ili trgovinskim centrima, znači dodatnim energetske rasipnicima. Napokon, potrošač, kojemu je ponestalo muffina, sjeda u svoj automobil, mehaničku igračku izrađenu od jedne do dvije tone kovina, plastike, stakla i gume. Trošeći neobnovljiva fosilna goriva za pogon te naprave, prevozi se do trgovinskog centra koji je po pravilu dosta udaljen od rezidencijalnih kvartova. Kad se vrati kući, ubaci kupljene muffine u mikrovalnu pećnicu. Na koncu će odbaciti kutiju i plastičnu ambalažu, što će smetlarskim vozilima sutra biti pokupljeno i odvezeno na deponij. Tamo će biti zakopano kao kruti otpad, ili razvrstano radi kasnije reciklaže, a možda bude i spaljeno. I to nije sve! Kutije muffina koje su predugo stajale na policama pa im je istekao rok trajanja, otpremaju se na mjesta gdje se, ili uništavaju ili prerađuju u stočnu hranu, ali opet uz dodatnu potrošnju energije.



Slika 41. Svijet muffina

Čitav ovaj komplicirani proces nastao je jedino radi izrade zaista beznačajnog čajnog peciva, koje sadrži samo 130 kalorija po serviranju i bez kojega se lako može preživjeti. Ne samo da je u čitav proces rasipnički utrošeno više desetaka tisuća kalorija, već smo dobili proizvod beznačajnog energetske sadržaja, u odnosu na količinu energije koja je u procesu proizvodnje i distribucije tog peciva bespovratno rasuta. Takav proizvod nije prikladan za ljudsku konzumaciju, jer ne sadrži vlakna potrebna za probavu hrane, a pun je raznih aditiva, od kojih nisu svi bezazleni. Nekih pedesetak godina prije, britanska bi domaćica priredila iste, ustvari puno bolje i ukusnije muffine, ručno umijesivši tijesto, koje bi ispekla u pećnici štednjaka loženog ugljenom ili drvima, te odmah, još tople, servirala za zajutak ili popodne uz čaj. Naravno, u muffine osim soli i praška za pecivo ništa drugo nije dodavala.

U procesuiranu hranu, primjerice u Americi, godišnje se ubaci aditiva u vrijednosti od 500 milijuna dolara, s 1.8 milijuna kilograma boje. „Prehrambeni tehnolozi“ čine sve kako bi ponuđena hrana imala baš pravu boju, miris, okus, teksturu itd., te da ona sadrži deklariranu količinu sastojaka, odnosno vitamina, zasićenih i nezasićenih masti, ugljikohidrata, škroba te deklariranu prehrambenu vrijednost. Naizgled, oni se jako brinu o zdravlju potrošača. Postoji međutim oko 2500 raznih kemijskih i organskih aditiva koji se danas dodaju hrani. Još nitko iz prehrambene industrije nije ozbiljno i znanstveno provjerio kakav bi utjecaj ti aditivi dugotrajnom konzumacijom mogli imati na zdravlje ljudi. Većina populacije u visoko industrijaliziranim zemljama pati od pretilosti. Ta se činjenica djelimice može pripisati sjedilačkom načinu života ali isto tako i nezdravoj ishrani. Neke su zdravstvene ustanove u cilju informiranja potrošača svojevremeno objavile liste s popisom aditiva i boja što se najčešće nalaze u prerađenoj hrani, označivši koji od njih bi mogli biti opasni, tj. mogu naštetiti zdravlju ljudi, a koji ne. Takve podatke proizvođači hrane uopće ne

deklariraju, valjda to uopće ne smatraju važnim! Naravno iza toga stoji geslo: Profit, samo Profit (veliko slovo P nije greška).

Pogodnost koju dobivamo s gotovim ili polupripremljenim jelima, zbog toga što je čovjek oslobođen gnjavaže oko pripremanja hrane, a nema uvijek ni vremena za kuhanje, sve više okivaju čovječanstvo rastućom entropijom. Količina energije rasute u proizvodnji industrijski prerađene hrane neusporedivo je veća od one količine energije ranije ulagane u tradicionalno kuhanje, dok je kakvoća i ukusnost industrijski pripremljene hrane daleko slabija od „domaće kuhine“.

O svjetskom gospodarstvu

Industrijalizirane države, a pogotovo SAD, već su došle do praga entropijske prekretnice. Nakon 400 godina bezobzirnog i neumjerenog crpljenja neobnovljivih prirodnih bogatstava, ta golema količina uskladištene sunčeve energije prije ili poslije će biti iscrpljena. Kako se energetska i mineralna izvorista bliže svom kraju, inflacija se spiralno uspinje sve većom brzinom. To se događa radi toga da bi se nadoknadila sve skuplja i sve složenija tehnologija koja služi za crpljenje i proizvodnju preostale teže dostupne energije.

Potreba za obuzdavanjem nereda nastalog rasipanjem energije čitavom linijom njenog protoka je sve više i više neophodna. Ogroman novac biva preusmjeren u proizvodnju energije. Tako i postrojenja i institucije koji služe kao energetske transformatori postaju sve složeniji, sve snažniji i koncentriraniji. To dodatno utječe na inflaciju. Inflacija je dakle, u krajnjoj liniji, mjera entropijskog stanja okoliša. Što entropija okoliša više jača, to brže rastu cijene svemu što se nalazi na liniji energetskog protoka.

Dok prosječan čovjek trpi zbog tih viših cijena, a kao djelatnik zbog niže stvarne zarade, on dodatno trpi kao porezni obveznik zbog povećanih troškova izazvanih gomilanjem otpada i neredom koji raste duž linije energetskog toka. Porezni obveznik također snosi i povećane troškove rastućeg državnog birokratskog aparata, što je izravna posljedica nereda u energetskom protoku. Na koncu, zbog smanjivanja troškova proizvodnje ili radi iscrpljenosti energetskih izvora, sve više najsiromašnijih ljudi biva izbačeno s linije energetskog toka, tj. gubi zaposlenje. Stoga i nezaposlenost možemo smatrati još jednim rezultatom entropijskog procesa. Državne institucije razvijenih zemalja prisiljene su sve većem broju nezaposlenih ljudi pokrivati minimalne troškove življenja u vidu socijalne potpore. To opet u krajnjoj liniji plaća potrošač, tj. porezni obveznik.

Suvremeni ekonomski sustav gaji iluziju da stvara uređeniji i materijalno vrijedniji svijet zato što prvenstveno uzima u obzir proizvedenu vrijednost i privremeno smanjenje entropije, a rijetko kad obraća pozornost na rasutu energiju i sveukupno povećanje entropije. Veličanje energetske intenzivne proizvodnje znači podupiranje sve bržeg trošenja ograničene zalihe zemaljskih resursa. Gledano iz takvog rakursa, nacionalni bruto proizvod predstavlja zapravo nacionalni gubitak, jer svaki put kad se utroše resursi, oni postaju nedostupni za neku buduću uporabu.

Većina današnjih ekonomista naprosto ne može prihvatiti jednostavnu istinu sadržanu u prvom i drugom zakonu termodinamike, te općenitom utjecaju tih zakona na sve ljudske i gospodarske aktivnosti.

Ekonomisti još ostaju privrženi iluziji da čovjek iskorištavanjem prirodnih bogatstava stvara veću, a nipošto manju vrijednost. Budući da oni gledaju na sredstva koja su utrošena proizvodnjom strojeva kao na produkt sastavljen od prirodnih sirovina i ljudskog rada, ekonomisti i strojeve drže nečim što stvara ekonomsku vrijednost. Takvima se jednostavno ne može utuviti u glavu da ni strojevi ni ljudi ništa ne mogu stvoriti. Zajednički, oni mogu samo transformirati postojeću zalihu iskoristive energije iz uporabivog u neuporabivo stanje, uz privremenu korisnost u tijeku procesa. Budući da vjeruju u paradigmu stalnog i neograničenog materijalnog napretka, ekonomisti se nepokolebljivo drže ideje da strojevi stvaraju samo nove vrijednosti. Stoji činjenica da tzv. „materijalni progres“ uopće ne postoji u smislu skupljanja „trajne“ zalihe uporabljivih dobara, jer sve na svijetu što čovjek stvori na koncu završi i rastepe se poput prašine na vjetru.

U današnjem gospodarskom svijetu u ocjeni „ekonomičnosti“ stvaranja materijalnih dobara, veliku ulogu igra produktivnost, koja se mjeri u terminima vremena potrebnog za izradu jedinice proizvoda. U masovnoj proizvodnji na traci vrlo je važna brzina te proizvodnje, znači, što brže - to više proizvedenih jedinica, a sukladno tome i jeftinijih. U stvarnosti uopće nije tako, jer ispitivanjima je dokazano da se tako troši mnogo više energije nego što je potrebno. Stvarnoj ocjeni više bi odgovarala termodinamička mjera produktivnosti koja bi naglašavala entropiju stvorenu po jedinici proizvoda. Svaki ljudski proizvod može se razmatrati s gledišta entropije i napraviti tako da se njegovom proizvodnjom što više umanju bespotrebni utrošak energije koji povećava ukupnu entropiju. Počasni član Udruge pomorskih strojara u Splitu i priznati brodograđevni stručnjak dr. sc. Igor Belamarić u svojoj knjizi „BROD I ENTROPIJA“ do u detalje razmatra građenje broda s gledišta umanjenja porasta entropije uzrokovane tom gradnjom.

Sve dok se općenito ne prihvati zahtjev da društvo ne smije nastaviti trošiti više nego što proizvodi, ekonomisti neće moći shvatiti činjenicu da ultimativno uravnoteženje proračuna ne leži unutar društva, nego između društva i prirode. Bez tih spoznaja društvo neće biti u stanju pravilno pristupiti niti problemu proračunskog deficita. Gospodarska aktivnost predstavlja samo jednu ljudsku intervenciju u ekološki ciklus, koja posuđuje niskoentropijske ulaze (inpute), pretvarajući ih u privremene korisnosti. Ti niskoentropijski inputi odbacuju se natrag u ekološko okružje u obliku visokoentropijskih izlaza (outputa), drugim riječima otpadaka, i to puno brže negoli to okoliš može apsorbirati i reciklirati. Tako stvaramo rastući nered u prirodi i u našem bliskom okruženju, te namećemo nove dodatne troškove društvu, što nadalje uzrokuje deficit, ili - čak i nestašice. I u najbolje organiziranim društvima rastući trend deficita nije moguće u potpunosti spriječiti, makar društvo ne trošilo puno brže negoli je priroda to u stanju nadoknaditi. Deficit je, međutim, svakako moguće usporiti svođenjem korištenja izvorišta neobnovljive energije na minimum, a puno više rabeći obnovljive izvore, i to samo onoliko brzo koliko ih je brzo priroda u stanju nadomještati. Tako se ne nanosi ozbiljna ekološka šteta prirodnom okružju čovjeka.

Zakoni termodinamike postavljaju ultimativne granice na iznos materijalnog bogatstva kojeg jedna zajednica može stvoriti. Novac predstavlja neku vrstu nacionalnog duga, jer pojedincu daje pravo da ga, u neko buduće doba, slobodno zamijeni za bilo koje materijalno bogatstvo iz ukupne količine bogatstava u nekoj zajednici. Ali, nema granice koliko se mnogo novca može proizvesti i staviti u opticaj, pa to iskušenje stvara mnoge teškoće u reguliranju dugova i kumulativnih kamata. Dugom su prije podložni zakonima matematike nego li fizike. Bogatstvo ne može tako brzo i neprestano rasti poput dugova što se starenjem samo umnožavaju. Neminovno je da odnos između dugova i raspoloživih bogatstava mora kad tad puknuti. To se provodi u obliku neke vrste nepriznavanja duga. Drugačije rečeno, to su inflacija, stečajevi, konfiskacije i slično. Te remetilačke i nasilne pojave jako štete društvu u cjelini, pa tako i pojedincima. Pošto je stvarno fizičko bogatstvo podložno razarajućoj sili entropije, ono ne može rasti istom brzinom kojom se dugovi gomilaju, pa su spomenute pojave neizbježne.

Suvremeno gospodarstvo bazira se na neumjerenoj potrošnji, pa sustav neprestano djeluje u cilju pretvaranja materije i energije u nove proizvode, tj. materijalne predmete u koje je ugrađena značajna količina neobnovljive energije, a koji u većini slučajeva nisu neophodno ni potrebni. Međutim, privlačni su te tako napravljeni da plijene zanimanje potrošača. Tako stalno se održava neprekinut rast industrijske proizvodnje, bez kojeg se rasta danas ne može ni zamisliti uspješno gospodarstvo. Ovaj sustav osim rasta proizvodnje zahtijeva i stalan trend rasta potrošnje.

Međutim, i „potrošnja“ je pogrešan izraz. Nikad se ništa ne potroši, pogotovo ne danas, kada proizvodi nisu ni napravljeni da traju. Predmete danas obično rabimo vrlo kratko vrijeme, a onda ih kao zastarjele ili neželjene odbacujemo. Količina stvari koje danas bacamo je zapanjujuća i mjeri se milijunima tona. Zna li što se danas događa, primjerice s odbačenim računalima ili mobitelima, koji svako malo zastarijevaju. U industrijski intenzivnim društvima, primjerice Japanu, skupljaju se na tone i tone tih odbačenih sprava, rastavljaju se, materijali se sortiraju, a elektronske i plastične komponente se usitnjavaju radi lakšeg transporta. Što se dalje radi s takvim otpadom nije mi poznato, ali svakako da se to reciklira ili rabi u neke svrhe mnogo manje vrijedne od originalne, sve popraćeno neumitnim dodatnim utroškom neobnovljive energije.



Slika 42. Platforma za bušenje podmorja Zagreb 1

U odbačenim stvarima potrošačkog društva, kao i u većini ostaloga rasipanja, prednjače Amerikanci, pa neki cinično kažu: naša planeta ni u kojem slučaju ne bi mogla podnijeti još jednu ovakvu Ameriku. Procijenjeno je da prosječni pripadnik američkog srednjeg staleža živi

načinom života koji bi u robovlasničkom društvenom uređenju zahtijevao rad od oko dvije stotine robova. Međutim, on danas, umjesto živih, ima stotinjak „energetskih robova“, na pogon neobnovljivim izvorima energije! Kad ti „robovi“ više dobro ne funkcioniraju, odbace se i nabave novi, još funkcionalniji i privlačniji!

Jako je pogrešno vjerovanje naše civilizacije kako je svijet napravljen radi čovjeka i njegova komfora, te kako je iskorištavanje prirodnih bogatstava njegovo bogomdano pravo. Potpuno je pogrešno uvjerenje da je čovjek gospodar svega živog i neživog svijeta, te da on svojim djelovanjem „kaos u prirodi popravlja“ i svijet dovodi u sve sređenije stanje, a da mu za to stoje na raspolaganju „neiscrpna“ prirodna bogatstva. Ljudska vrsta još uvijek vjeruje da je stvorena za dominaciju nad prirodom i životinjskim svijetom, a često i nad članovima svoje vlastite rase. Pripadnici svih vrsta bez ikakve grižnje savjesti smiju se neograničeno koristiti ako su jestivi, ili mogu poslužiti na neki drugi način. Nekad su ih i istrebljivali iz čiste zabave ili zbog običnog profita. U slučaju vlastite vrste, sve se to danas može činiti i njima ako su previše zločesti ili, nedajbože, nisu istomišljenici vladajuće manjine. Sva ova i slična uvjerenja dovela su do ovakva stanja u kojem se danas ljudsko društvo nalazi.

Moguća rješenja

Čovječanstvu još uvijek stoje na raspolaganju raznovrsni izvori energije, svi nastali iz jednog te istog izvorišta, a to je, kako je već objašnjeno, akumulirana energija Sunca. Još uvijek jedna dosta velika ali ograničena količina energije stoji na raspolaganju u nalazištima fosilnih goriva. Tu se misli na naftu, plin, ugljen i uljni škriljevac ili uljni pijesak. U njima je uskladištena neobnovljiva energija, stvorena u prošlosti posredstvom Sunčevih zraka tijekom dugačkih razdoblja. Nafta, taj dragocjeni izvor energije, do sada se neštedimice iskorištavala. Ona nije samo izvor energije, već se iz nje daju izvući mnoge korisne stvari, uključivši i proteine. Nastavi li se sadašnjim tempom, može se s dosta sigurnosti sagledati potpuno iscrpljenje naftnih izvora u ne tako dalekoj budućnosti. Prema priloženoj tablici lako je zaključiti da se još uvijek najveće zalihe nafte nalaze u području Bliskog istoka, točnije zemljama koje okružuju Arapski (Perzijski) zaljev. U prvih četvero vodećih zemalja na listi, a to su Saudijska Arabija, Iran, Irak i Kuvajt skoncentrirano je ukupno preko 50 posto svjetskih zaliha ovog crnog blaga, a od toga najviše u Saudijskoj Arabiji. Ako se to ima na umu onda ni ne čude razne političke igre koje se stalno vode u tom regionu svijeta, a one variraju između mrkve i batine.

Zalihe zemnog plina nešto su veće od zaliha nafte, ali nisu beskrajne. Zalihe ugljena su još prilično velike, ali za masovnu primjenu ugljena potrebna je konverzija postojeće tehnologije, koja je uglavnom zasnovana na uporabi tekućih goriva. Likvefakcija, tj. pretvaranje ugljena u tekuća goriva moguća je, ali je preskupa i zahtjeva posebnu tehnologiju. Za pretvaranje ugljena u tekuće gorivo potrebno ga je obraditi zagrijavanjem na visokoj temperaturi i pod visokim tlakom. Tako, uz znatan utrošak energije u procesu, od nešto preko jedne tone ugljena dobije se samo oko 500 litara umjetne nafte, tj. tekućeg goriva pogodnog za sagorijevanje u motorima.

Udruga pomorskih strojara Split i Pomorski fakultet u Split

Pore- dak	Država	kraj 1980	kraj 1990	kraj 2000	kraj 2003	kraj 2004	Postotak ukupnog
1.	Saudi Arabija	168.0	260.3	262.8	262.7	262.7	22.10%
2.	Iran	58.3	92.9	98.5	123.3	132.5	11.15%
3.	Irak	30.0	100.0	113.5	115.0	115.0	9.68%
4.	Kuvajt	67.9	97.6	96.5	99.0	99.0	8.10%
5.	UAE	30.4	98.1	97.8	97.8	97.8	8.23%
6.	Venezuela	19.5	60.1	76.8	77.2	77.2	6.50%
7.	Ruska federacija	no	no	61.0	71.2	72.3	6.08%
8.	Kazahstan	no	no	25.0	39.6	39.6	3.33%
9.	Libija	20.5	22.8	36.0	39.1	39.1	3.29%
10.	Nigerija	16.7	17.1	29.0	35.3	35.3	2.97%
11.	SAD	36.5	33.8	30.4	29.4	29.4	2.47%
12.	Kina	13.3	16.0	17.9	17.1	17.1	1.44%
13.	Kanada	8.7	11.2	18.3	16.8	16.8	1.41%
14.	Katar	3.6	3.0	13.2	13.2	13.2	1.28%
15.	Meksiko	47.2	51.3	26.9	16.6	14.8	1.25%
16.	Azijski	8.2	9.2	11.3	11.3	11.3	0.95%
17.	Brazil	1.3	4.5	8.5	10.6	11.2	0.94%
18.	Norveška	3.6	8.3	11.3	10.1	9.7	0.82%
19.	Angola	1.4	1.6	6.0	8.8	8.8	0.74%
20.	Azerbejdžan	n/a	n/a	6.9	7.0	7.0	0.59%
21.	Sudan	-	0.3	6.6	6.3	6.3	0.53%
22.	Oman	2.5	4.4	5.8	5.6	5.6	0.47%
23.	Indija	2.7	5.6	5.1	5.7	5.6	0.47%
24.	Ekvador	1.0	1.4	4.6	5.1	5.1	0.43%
25.	Indonezija	11.0	6.4	5.1	4.7	4.7	0.40%
26.	UK	8.4	4.0	4.7	4.5	4.5	0.38%
27.	Malazija	1.8	3.6	4.5	4.6	4.3	0.36%
28.	Australija	2.1	3.5	4.9	4.9	4.6	0.39%
29.	Egipat	2.9	3.5	3.6	3.5	3.6	0.30%
30.	Sirijski	1.5	1.9	2.3	2.4	3.2	0.27%
31.	Vijetnam	-	0.2	2.0	3.0	3.0	0.25%
32.	Jemen	-	0.1	0.5	2.9	2.9	0.24%
33.	Argentina	2.5	1.6	3.0	2.7	2.7	0.23%
34.	Gabon	0.5	0.9	2.4	2.3	2.3	0.19%
35.	Kongo - Brazzaville	0.7	0.8	1.7	1.4	1.8	0.15%
36.	Kolumbija	0.6	2.0	2.0	1.5	1.5	0.13%
37.	Danska	0.5	0.6	1.1	1.8	1.8	0.11%
38.	Ekvatorska Gvineja	-	-	0.8	1.3	1.3	0.11%
39.	Brunej	1.3	1.1	1.2	1.1	1.1	0.09%
40.	Trinidad i Tobago	0.6	0.6	0.7	0.8	1.0	0.08%
41.	Peru	0.6	0.8	0.9	0.9	0.9	0.08%
42.	Čad	-	-	0.9	0.9	0.9	0.08%
43.	Italija	0.4	0.7	0.8	0.8	0.7	0.06%
44.	Tunis	2.2	1.7	0.4	0.5	0.6	0.05%
45.	Uzbekistan	no	no	0.6	0.6	0.6	0.05%
46.	Turkmenistan	no	no	0.5	0.5	0.5	0.04%
47.	Tajland	0.0	0.3	0.5	0.5	0.5	0.04%
48.	Rumunjska	1.1	1.5	1.2	0.5	0.5	0.04%
	Svjeta ukupno	667.1	1,001.1	1,115.8	1,188.3	1,188.6	100%

Slika 43. Utvrđene svjetske uljne rezerve u 1000 milijuna barela

Energetske fosilne izvore, dok još imamo priliku, treba početi koristiti u svrhu razvoja obnovljivih alternativa. S jednokratnom uporabom fosilnih izvora energije, tako da se nafta, ugljen ili plin jednostavno sagore, treba postupno, ali što prije prestati, da se ne bi jednoga dana probudili u svijetu presušenih benzinskih crpki, prizemljenih zrakoplova i usidrenih brodova. Kako se vrijeme nestašica naftnih derivata bude sve više približavalo, tako će im i cijene početi skakati u nebo. To će utjecati na poskupljenje svega onoga u čijoj se proizvodnji ta goriva koriste, bilo za pogon strojeva, bilo kao potreban sastojak u procesu, ili kao petrokemijski proizvod. Jednom riječju, nestašica fosilnih goriva izazvat će snažne poremećaje u društvu, nestašice hrane, a nije isključeno da zbog sukoba oko vlasništva nad energetskim izvorima ili prava na njihovu eksploataciju, dođe i do „naftnih ratova“. Takva predviđanja djelimice potvrđuju i nedavni ratom u Kuvajtu i Iraku.

Primjenom novih tehnologija, uz preinaku postojećih, i dalje povećavamo ukupnu entropiju okoliša i iscrpljujemo zalihe kovina i ostalih sirovina. Kovinama moramo također oprezno i racionalno upravljati, jer su svjetske zalihe nekih kovina skoro pri kraju. Zalihe uljnih škriljevaca i pijesaka velike su, ali produkcija naftnih derivata iz uljnog škriljevca i uljnog pijeska zahtijeva skupu tehnologiju a nije isplativa - ni energetski ni novčano. Najviše naftnog škriljevca prerađuje se na sjeveru Kanade, ali uz plaćanje svojevrsnog „danka“, jer jako skupi tvrdi kovinski dijelovi na vrhovima mamutskih rotacijskih ekskavatora često se lome pri vrlo niskim temperaturama, pa strojevi ne rade kontinuirano, a da ne govorimo o negativnom utjecaju te proizvodnje na tlo i okoliš. Ta proizvodnja ostavlja ogromne i duboke rane na tlu koje se kasnije mora sanirati uz dodatno uvećanje entropije.

Ideja da se iz žitarica ili neke druge biomase proizvodi alkohol već se koristi. Tako dobiven alkohol pomiješan s drugim ugljikohidratima već se uvelike koristi za pogon strojeva na unutarnje izgaranje. Gorivo za dizelske motore može se proizvoditi i iz uljane repice. Zamisao je prihvatljiva i ponegdje je i iskušana u praktičnoj primjeni. Primjerice, u Brazilu i Meksiku odavno se koristi etanol dobiven iz kukuruza pomiješan s benzinom. To gorivo, nazvano **gasohol** troši se za pogon benzinskih automobila, slično kao što i **biodizel** osvaja Europu. Ali, ovo rješenje pati od jedne velike mane. Naime, ukupna površina obradivog tla u svijetu vrlo je ograničena. S obzirom na enormni porast stanovništva naše planete i eroziju tla te propadanje humusa, svako zmo proizvedeno na tim površinama trebat će nam vrlo skoro za ishranu, a ne za proizvodnju goriva. Vezano uz ovu temu, nužno je prestati s pretjeranom konzumacijom životinjskog mesa, jer osim toga što konzumirati meso u većim količinama nije dobro za zdravlje, posebno treba imati u vidu da se s onom količinom hrane koja se utroši da se dobije kilopond junetine može nahraniti daleko veći broj ljudi, pa ni energetski nije ekonomično, a da ne spominjemo entropiju.

Još jedna zamisao, koja sve više privlači pažnju današnjih tehnologa jeste **izgaranje vodika** u strojevima s unutrašnjim sagorijevanjem. Time bi se riješili velikih količina CO₂ i drugih štetnih plinova, kao nusproizvoda izgaranja fosilnih goriva u strojevima. Danas takve „stakleničke“ plinove nesmiljeno pumpamo u atmosferu u neumjerenim količinama. Najvažnija odlika primjene vodika je ta što su nusproizvodi izgaranja vodika - obična voda i

kisik. Vodik se može primijeniti i na druge načine, npr. u napravama u kojima se koriste hidridne reakcije, a posebno je prikladan za proizvodnju energije u gorivnim člancima.

Međutim, svojevrsan problem leži u samoj proizvodnji vodika. Taj plin se danas dobiva na razne načine, uglavnom, ili iz ugljikovodika ili iz vode. Najjednostavniji i najprikladniji način masovnog dobivanja vodika je elektrolizom vode. Ali, tu i leži „kvaka 22“. Za elektrolizu vode treba nam električna energija, pa ako ne koristimo isključivo obnovljive izvore energije, kao što su energija vjetra, solarna tehnologija ili hidroelektrane, onda opet moramo koristiti zalihe neobnovljive energije u obliku fosilnih goriva, za koje smo već rekli da ih trebamo čuvati kao oči u glavi.

Otkrićem **atomske energije** čovječanstvo je skoro odahnulo, jer se mislilo da smo napokon pronašli praktično neiscrpan izvor energije. Kada je **A. Einstein** razvio svoju „Specijalnu teoriju relativnosti“, kako bi objasnio što se događa objektima koji putuju brzinom koja je vrlo blizu brzini svjetlosti, jedan od zaključaka te teorije bila je tvrdnja kako i zakoni o očuvanju energije i mase nisu posve točni. Naime, njegova je teorija predviđala da se i masa može pretvoriti u energiju, kao i obrnuto. Mnogi su se s nevjericom zapitali kako je to moguće, pa masa se mjeri u kilogramima, a energija u džulima, to dvoje nemaju niti iste mjerne jedinice. Nije trebalo proći puno vremena da se ova teorija i u praksi potvrdi.



**Slika 44. Dobrodošli u mjesto Vinci!
Brzina svjetlosti ograničena na 40 km/h**

Poznatu jednadžbu - $E = m \cdot c^2$ Einstein je postavio baš u Specijalnoj teoriji relativnosti. Kasnije se zaista potvrdila točnost ove jednadžbe koja znači da se masa uistinu može pretvoriti u energiju prema ogromnom konverzijskom faktoru, a taj je - brzina svjetlosti na drugu potenciju. Tako se sićušna količina mase posebnim postupkom, koji u to vrijeme još nije bio pronađen, može pretvoriti u zaprepašćujuću količinu energije. Samo 1 gram mase pretvara se u 90 teradžula energije ($9 \cdot 10^{13}$ džula), što je ravno energiji što se dobije

izgaranjem oko 1000 vagona ugljena! Ljudi naprosto nisu mogli vjerovati tom neočekivanom rogu energetskog izobilja. Trebalo je ipak proći 37 godina nakon objavljivanja Specijalne teorije, dok **Enrico Fermi** u Americi nije pronašao praktičan postupak kojim se energija, pohranjena u višku mase jezgre, može osloboditi. Postupak je bio krajnje jednostavan. Dovoljno je bilo dvije određene mase urana ili plutonija približiti jednu drugoj, da bi lančana reakcija cijepanja atoma ili fisije (fission) započela. Kao nusproizvode fisije u kontroliranoj reakciji dobivamo zračenje i toplinu, a u slučaju smišljeno nekontrolirane i burne reakcije imamo razornu eksploziju, tj. imamo novo oružje nazvano **atomska bomba**. Eksplozija atomske bombe uz golemu razornu silu popraćena je enormnim i nezaustavljivim zračenjem koje razara žive organizme i godinama zagađuje šire područje eksplozije. Štoviše, atmosferska zračna strujanja raznose



Slika 45 E. Fermi

radijaciju na vrlo široka područja, a zatim putem kiše čestice radijacije završavaju na tlu te ugrožavaju i zagađuju samo tlo, žitelje, floru i faunu, i to na područjima prilično udaljenim od mjesta eksplozije (sjetimo se samo Černobilske katastrofe!).



Slika 46. Početna gljiva nuklearnog užasa

Ubrzo se pokazalo kako je ovo otkriće dvosjekli mač. Naime, atomska energija u obliku fisije može se primijeniti i primjenjuje se za proizvodnju električne energije te u druge mimodopske svrhe. Međutim, ista se može uporabiti i uporabila se je kao atomska bomba, užasno oružje za masovno uništenje ljudi i objekata, najstrašnije i najrazornije koje je čovjek ikad izmislio. Drugim riječima, nehotice je otvorena „Pandorina kutija” koja je iznjedrila mnoštvo neočekivano opakih monstruma. Kao da mu to nije bilo dosta, čovjek je još otkrio kako se daleko veća energija može razviti fuzijom (fusion), tj. spajanjem lakih elemenata u teže, pri čemu se pretižak mase pretvara u ogromnu energiju. Nažalost, ovo otkriće bilo je moguće primijeniti samo u vojne svrhe, za nekontroliranu reakciju i tako je nastalo još strašnije

i moćnije čudovište od oružja, nazvano **hidrogenska bomba**. Dok se učinak atomske fisijske bombe mjeri u desecima kilotona najjačeg klasičnog eksploziva - trotila (TNT), učinak hidrogenske bombe mjeri se u desecima megatona TNT-a!

Kao da ni to nije dovoljno, napravljene su i mnoge druge varijacije nuklearnog oružja, od neutronske bombe, krstarećih nuklearnih raketa i interkontinentalnih balističkih projektila s višestrukim nuklearnim glavama, do taktičkog nuklearnog artiljerijskog oružja. A, klasičnom tehnologijom proizvedena je i bomba na raspršeno ugljikovodično gorivo, još jedno učinkovito sredstvo za uništavanje „žive sile”. Tako su u stvaranju ovih masovnih „sijača smrti”, ljudska inventivnost, ali i pomanjkanje rasuđivanja dosegli svoj potpuni izražaj.

Unatoč dugotrajnim nastojanjima tehničara i znanstvenika, kontrolirana fuzijska reakcija koja bi se mogla koristiti u mimodopske svrhe kao izvor energije do danas još nije postignuta, jer je plazmu koja se stvara pri ekstremno visokim temperaturama fuzije skoro nemoguće u većem obimu nekom fizičkom napravom ograničiti ili zadržati. Rusi su započeli eksperimentirati s fuzijskom napravom gdje se za obuzdavanje plazme koriste jaka elektromagnetska polja. Nazvali su je **tokamak** (kratica za – „toroidalnaja magnitnaja kamjera”). I druge tehnološki napredne nacije su nastavile sa sličnim i još sofisticiranijim napravama u kojima se plazma (struja elektrona jako visokih temperatura, poput onih na Suncu) drži u sredini jedne zaokružene cijevi snagom ekstremno jakih magneta. Ovakva naprava nazvana „Umjetno sunce” mnogo obećava, ali još nije pronađen način kako iskoristiti ogromnu energiju sadržanu u fuzijskoj plazmi. U Americi se još eksperimentira i s fuzijskim reaktorima koji koriste komplicirani laserski sustav.

Danas **nuklearne elektrane** u svjetskoj proizvodnji električne energije imaju znatnog udjela. Međutim, općenito gledano, nitko u potpunosti nije zadovoljan ovim današnjim načinom dobivanja fisijeke energije, jer je opasan i prljav te definitivno stvara nered u okolišu. Prisjetimo se samo Černobila, ništa drugo nije potrebno za ilustraciju koliko je današnja atomska tehnologija opasna. Osim toga, svijet još nije pronašao, a vjerojatno i neće, zaista efikasan i zadovoljavajući način odlaganja istrošenog nuklearnog goriva i ostalih otpadnih nusproizvoda fisije koji zrače u većem ili manjem obimu, i gdje se vijek poluraspadanja tih tvari mjeri stotinama ili čak i tisućama godina.



Slika 47. Černobilski sarkofag – ne ponovilo

Sam proces proizvodnje toplinske energije, izazvan u reaktoru lančanom nuklearnom reakcijom, prilično je jednostavan. Nažalost, cijepanjem atoma u reaktoru stvara se opasno gama-zračenje i druge vrste zračenja. Sve to moramo na siguran način zadržati u reaktoru kako ne bi dospjelo u okružje. Stoga je početna cijena jedne nuklearne elektrane vrlo visoka, jer se, uz vi oke faktore sigurnosti primjenjuju skupi vrhunski materijali te vrhunska mjerna i kontrolna tehnologija. Vijek trajanja jedne nuklearke iznosi samo oko 25 godina. Nakon isteka tog razdoblja elektrana se iz više razloga mora zaustaviti i rasporemiti. Rastavljene dijelove elektrane treba dekontaminirati kako bi bili bezopasni za reciklažu ili odlaganje. Ti dodatni troškovi rasporeme s inicijalnim troškovima izgradnje sačinjavaju znatan dio prosječne cijene takve energije po

kilowatsatu. Ipak, cijena kilowatsata dobivenog iz nuklearne elektrane donekle je konkurentna cijeni kilowatsata dobivenog klasičnim načinom.

Uranova rudača odnosno uran predstavlja još jednu otegotnu okolnost. Sam po sebi, uran je vrlo raširen element u zemljinoj kori. Urana ima skoro posvuda, ali u vrlo niskim koncentracijama, osim iznimno rijetkih nalazišta, gdje u rudači imamo koncentraciju urana dovoljno visoku da eksploatacija bude isplativa, Radi toga, vađenje urana iz uranove rudače kompliciran je, dugotrajan i skup postupak. Konačno, na slučaju nuklearne energije još jednom se pokazalo kako „nema besplatnog ručka“.



Slika 48. Nuklearna „Three mile Island“ – u SAD-u izbjegnuta moguća katastrofa

Sve se na ovom svijetu mora prije ili kasnije na neki način platiti.

Katkad se upitamo zašto je onda prihvaćen ovakav nepouzdan i opasan način proizvodnje električne energije. Pa, izgleda da je osnovni razlog nezasićenost industrijske civilizacije i njena stalna glad za neizmjenjnim količinama energije. U našim nastojanjima da okoliš „dovedemo u red“ i poboljšamo ga prema svojim mjerilima i prohtjevima, energija se danas uludo rasipa i nekontrolirano troši. Društvena javnost često nije ni svjesna da se time stvara još veći nered, i da je rezultat ubrzani porast ukupne globalne entropije. Ako se postojeći pogled na svijet u dogledno vrijeme korjenito ne promjeni i ne poduzmu se odgovarajući potezi u cilju promjene načina života koji bi poštivao drugog zakona termodinamike. Kolaps današnje civilizacije neizbježan je. Znalci na zapadu danas su manje-više upoznati s ovim stvarima. Ipak, rašireno je mišljenje kako su znanstvenici i futurolozi do sad često griješili u svojim predviđanjima i pri tom pretjerano paničarili. Osim toga, svako toliko, otkriju se neka nova nalazišta fosilnih energenata ili se pronađe neka potpuno nova „učinkovitija tehnologija“. Vjeruje se nadalje, kako ćemo prije ili poslije otkriti načine kojima neobnovljivu energiju možemo bolje i potpunije iskoristiti. Sljedeće uvriježeno mišljenje je kako nikad ne treba podcijeniti ljudsku inventivnost. Mnogi misle kako i u slučaju kad se u daljoj budućnosti neobnovljive zalihe energije potpuno iskoriste, da će se čovječanstvo uz dovoljno uloženog znanja i vremena znati s tim nositi.

Sve to u krajnjem slučaju može biti i točno, ali nije u tome stvar. Glavni problem je to, što mi energiju koja nam danas stoji na raspolaganju, trošimo rasipno i neracionalno, uopće se ne obazirući na zakon entropije. Ne može se, primjerice, graditi ljudske nastambe kao što smo to do sada radili, ne vodeći računa o ograničenosti iskoristive energije i o entropiji. Drugim riječima treba u vanjske zidove kuća makar ugraditi neophodnu toplinsku izolaciju, a mora se odabrati i najpogodniji položaj zgrada s obzirom na lokalnu mikroklimu i osunčanost. Pasivnim sredstvima treba napraviti nastambe energetske racionalnima i samostojnima. Početni utrošak neobnovljive energije u takve nastambe kasnije će nam se višestruko isplatiti. Time ćemo sebi zaštedjeti velike i nepotrebne izdatke za grijanje i hlađenje, a pritom znatno uštedjeti na neobnovljivoj energiji.

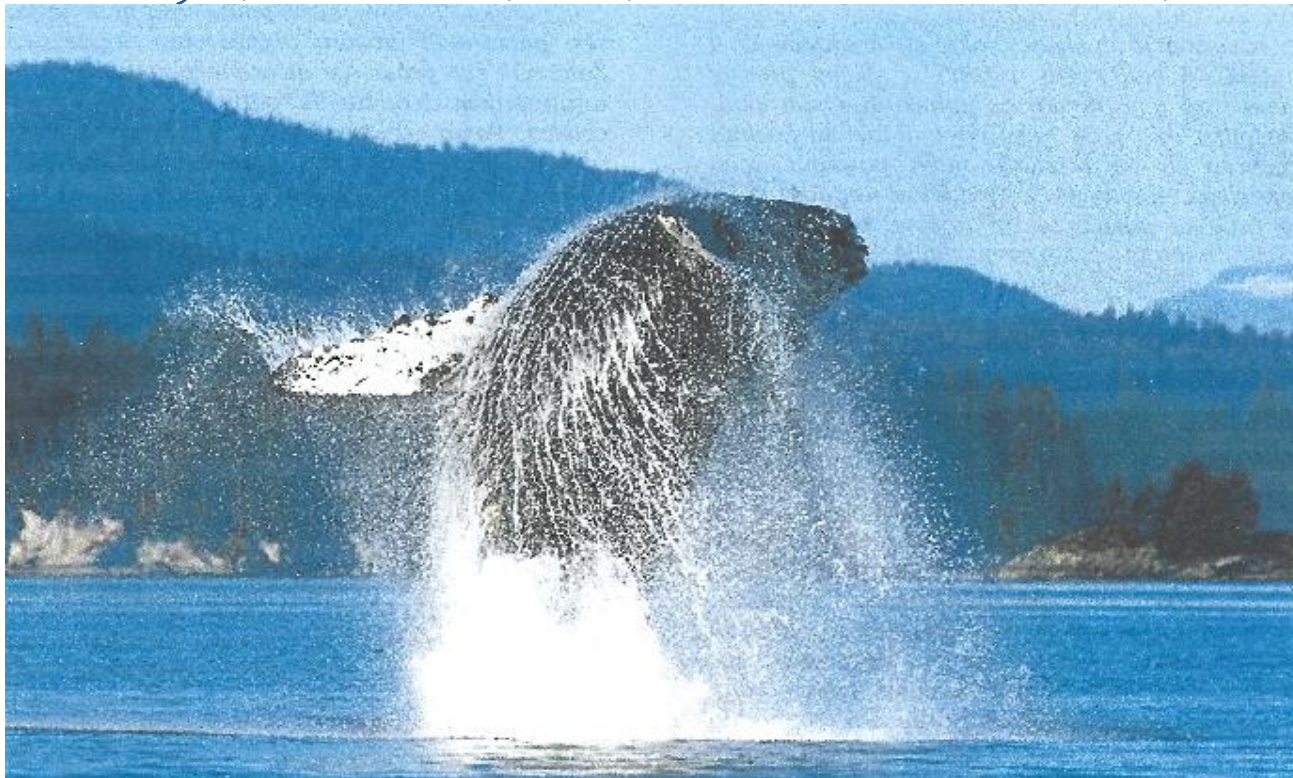
Danas još uvijek, vjerujući u fiksnu ideju da je dostupna energija neizmjenjiva, neprestano gradimo upravo onakve tipove zgrada ili nastambi koje, ako želimo u njima živjeti i raditi, zahtijevaju znatan i neprekinut dotok energije. Doduše, tu i tamo pojavi se poneka iznimna zgrada koja služi za ogled, na kojoj dokazujemo koliko smo inventivni i gdje je vidljivo da možemo uraditi ama baš sve, uključivši i izgradnju takvih kuća za življenje ili rad, koje su energetske neovisne. U njih ne treba ulagati mnogo energije da bi se komforno boravilo. Ali na tim oglednim zgradama se uobičajeno stane, a stara praksa se bezobzirno nastavlja. Poduzetnicima koji grade nastambe i javne građevine jedini je motiv - kako ostvariti profit. Neće se oni petljati s tamo nekim ekološkim i energetske osmišljenim zgradama, jer to uopće ne donosi profit, dok izumiteljima i državnim ustanovama takve zgrade služe samo za vlastitu promidžbu.

I tako smo mi, energetske rasipnici izgleda potpuno zaboravili iskustva naših predaka koji su, hoćeš - nećeš, bili energetske mnogo racionalniji od nas. Pogledajmo kako su se prije

na Mediteranu gradile kuće u naseljima uz obalu, npr. kod nas u Dalmaciji. Obratimo pažnju na tradicionalni stil gradnje kuća u arapskim, grčkim ili španjolskim dijelovima Mediterana, s debelim vanjskim zidovima obojenim bijelom bojom radi odbijanja Sunčevih zraka. Njihove kuće imaju vrlo malene vanjske prozore ili prozora prema vani uopće nema. Zato su sve prostorije otvorene prema sjenovitom unutrašnjem dvorištu ili „padu“, punom zelenila i cvijeća. Pošto se krov koristi za hvatanje kišnice, ako nije ekstremna suša ima dovoljno vode za sve potrebe, pa i za luksuz kao što su vodoskoci. Takvih kuća i danas ima na Sredozemlju koliko hoćete. Ili, uzmimo seoske nastambe oko delte Eufrata i Tigrisa u Iraku, gdje su mnoge od njih još uvijek napravljene od pruća i trske, odnosno od onog materijala kojeg ima u izobilju u močvarnim predjelima. U tim kućama sve je napravljeno od prirodnog materijala, od stabljika trstike, pruća i debelih snopova tanke trske, od pletera i hasura. Usprkos toploj i opresivnoj klimi koja vlada tim područjem, zrak u takvim kućama je prohladan i boravak u njima je vrlo ugodan. Zahvaljujući vješto smještenim otvorima, unutrašnjost je svijetla i prozračna i u tim nastambama se čovjek neobično ugodno osjeća. Imućniji građani u Basri još uvijek drže vikendice u okolini grada, izgrađene usred seoskog ambijenta, kao vjerne kopije baš takvih kuća. Međutim u Abadanu, gdje su naftne kompanije, kuće su većinom građene po zapadnjačkom uzoru od betona, s velikim prozorima i opremljene uređajima za klimatizaciju.

Cijelo ljudsko vjekovima nagomilano iskustvo izgleda da je zanemareno onda kad smo se dokopali električne utičnice, drugim riječima, „jeftine“ električne energije. To se je dogodilo zahvaljujući tzv. „elektroenergetskim lobijima“ i njihovom utjecaju na pojedine civilne uprave i državne institucije diljem Europe i ostalog razvijenog svijeta. Ljudi, pod utjecajem smišljeno nametnutih ideja, stali su se pitati: zašto graditi „kazamate“ od kuća, kad se širokim staklenim površinama možemo otvoriti prema suncu i uživati u morskoj ili alpinskoj panorami i zraku? Zašto se mučiti izoliranjem zidova, zatvaranjem prozora perzijskim tipom zatvora i ugradnjom dvostrukih unutrašnjih prozora, kad danas imamo moderne plastične žaluzine i rolete, te razna „izopan“, reflektivna i druga stakla. Za grijanje ili hlađenje uvijek nam je dostupna električna struja pa nam ni sjeverac ni ljetne vrućine ništa ne mogu. Samo treba pritisnuti dugme, a u novije vrijeme uvedena je i zvučna aktivacija, glasom. Tu tzv. „dostupnost“, svi smo dobro osjetili za vrijeme nestašica struje, te s time vezanih strujnih redukcija.

Energiju sadržanu u nafti, ugljenu, uranu ili Suncu ne smijemo promatrati odvojeno od drugih prirodnih resursa, naročito vode i zaliha kovinskih minerala. Kovine su nužne za proizvodnju alata, strojeva i pomagala, s pomoću kojih tu istu energiju možemo crpiti iz okoline i prerađivati je kako bi bila prikladna za uporabu. Da bi energija mogla obavljati rad opet su nam potrebni alati i sirovine, poput onih ugrađenih u strojeve ili tvornice. Do sad smo zalihe zemljinih dragocjenih minerala, a osobito onih koji sadrže kovine iscrpljivali brzim tempom. Preostale zalihe danas su vrlo ograničene. Supstitucija jednih kovina drugima, kao npr. bakra aluminijem, ili recikliranje, samo su palijativna rješenja i nisu pravi odgovor za ovaj problem, pošto ti postupci zahtijevaju ulaganje dodatne energije, s kojom smo već ionako kratki.



Slika 49. Kit grbavac iskače van vode i uživa igrajući se u Frederick Soundu na Aljasci

Protok energije iz neobnovljivih izvora kroz društveni organizam također utječe i na trošenje obnovljivih izvora energije, kao što je, primjerice, iskorištavanje šuma ili ribolov. Iako su i šume i ribe živi organizmi i neprestano se razmnožavaju i obnavljaju, njihova se godišnja eksploatacija diljem svijeta neprestance ubrzava. Ta neumjerena potrošnja obnovljivih prirodnih bogatstava u visoko entropijskom sustavu neminovno dovodi do situacije kada i ti izvori postaju praktično iscrpljeni i teško obnovljivi. Eklatantan primjer za to su kitovi ili pretjerano izlovljavanje bakalara, koje smo u našoj gramzivosti skoro dokrajčili.

Industrijska era, nakon nepunih 400 godina, dovela je industrijalizirane države a i čitavo čovječanstvo do praga entropijske prekretnice. Mnogima je postalo jasno kako svjetska neobnovljiva i obnovljiva prirodna bogatstva bivaju sve manje dostupna. Ta bogatstva su u industrijskoj eri neprestano osiguravala ogroman protok uskladištene sunčeve energije kroz društveni organizam. Ali, zaboravilo se je da se u svakom dijelu protoka energije sve više nagomilavao nered, dok su tehnološki i društveni transformatori postajali sve složeniji, koncentriraniji i podložniji slomu.

Industrijska era bila je i era istraživanja, osvajanja i kolonizacije novih zemalja. To su provodile tadašnje svjetske kolonijalne velesile kako bi se dominacijom nad „nerazvijenim svijetom“ dočepale velikih i jeftinih izvora neobnovljive energije i minerala. Zauzvrat su im donijeli Bibliju, staklene perlice, ogledalca i alkohol uz razne bolesti, a uz dvostruki moral i neke loše životne navike. U starosjedioca, novo nametnuti svjetonazor i čudoređe mijenjali su njihov ekstenzivni način življenja, koji je bio usko povezan s prirodnim okruženjem. Taj njihov stari način bio je potpuno oprečan ovom novom zasnovanom na novcu, potrošnji i otuđivanju od prirode. Naravno, starosjedioci su se opirali, bilo pasivnim načinom bilo žestokim

protivljenjem. To je urodilo zbrkom u glavama tih naroda i plemena, i bilo jednim od posrednih uzroka propadanja mnogih autohtonih kultura, društvenih zajednica i civilizacija.

Zbog ostvarivanja ekonomske i političke dominacije, ogromna sredstva i energija ulagana su i ulažu se u vojnu industriju. Ta industrija i nadalje troši nezamislive količine svih prirodnih neobnovljivih bogatstava, a u svrhu održavanja i osuvremenjivanja ratnog stroja i gomilanja velikih zaliha oružja. Trenutačno imamo najjaču svjetsku velesilu - SAD, čija je ratna mašinerija nešto čemu se danas nitko ne usuđuje suprotstaviti, koja neprestance ulaže velike novce u razvoj te mašinerije.

Međutim, iako je razornu moć i tehnološku usavršenost američkog oružja teško nadmašiti, američka vojna premoć leži na vrlo klimavim nogama. Naime, taj ratni stroj zahtijeva ogromne količine energije u obliku naftnih derivata, koje mora trošiti da bi uopće funkcionirao, a nafta je prirodno bogatstvo kojega u svijetu sve manje ima, pogotovo u samoj Americi. Prirodne zalihe američke nafte bliže se kraju, pa opskrba energijom za američke vojne potrebe (a sve više i za civilne potrebe) ovisi o izvorima izvan SAD-a. Zbog toga se danas u Americi u podzemnim skladištima gomila golema količina uvezene nafte, kao „strateška rezerva“. Slično je i s ostalim „nuklearnim silama“. Osim toga, svaki današnji vojni pješak liči na hodajući ratni stroj što se tiče razne sofisticirane opreme koju sobom nosi. To zahtijeva veliku logističku podršku i ogroman novac. Na svakog takvog vojnika dnevno se troši veliki novac - kao da je kongresmen.

Vođenje ratova i priprema za njih oblici su ljudskih aktivnosti koji ostvaruju najviši stupanj entropije. U suštini, ratovi ništa ne rješavaju osim zadovoljenja nećijih trenutačnih interesa. Pod geslom i zastavom tzv. „pravednih ratova“, a radi ostvarivanja nećijih ideja ili zamisli, do sada su žrtvovani mnogi ljudski životi, ne samo ratnika na bojnom polju, već sve više i više nevinog civilnog stanovništva. Suvremeno ratovanje proizvodi maksimalni nered i najviši stupanj entropije. Što se može s raketom ili bombom napraviti? Možete je samo iskoristiti za razaranje i ubijanje, ili je uskladištiti dok ne postane toliko neuporabljiva i zastarjela da završi na otpadu. O atomskom oružju nemojmo niti govoriti.

No ipak, usprkos zdravom razumu, još uvijek se troše velike količine sirovina i energije dobivenih iz ograničenih planetarnih resursa kako bismo gomilali ubojita sredstva i vodili ratove. Uludo trošimo energiju nauštrb budućih generacija. One će tu energiju zasigurno trebati, a isto tako i sirovine za izradu alata i proizvoda. Svijet i nadalje uporno troši velika sredstva i angažira umne sposobnosti kako bi se izmislili novi i skupi ofenzivni i defenzivni sustavi iz domene tzv. „zvjezdanih ratova“. Umjesto takvog nerazumnog rasipanja energije, trebali bi svu tu pamet i sposobnost iskoristiti kako bi bili spremniji uhvatiti se u koštac s naizgled nerješivim problemima, koji čovječanstvo čekaju neminovnim nastupom entropijske i energetske prekretnice. Prije svega, mora se odmah i potpuno prestati s proizvodnjom oružja i ratnih sredstava. Energija uložena u bojna sredstva, ratne strojeve i oružja zauvijek je izgubljena, pa predstavlja apsolutnu entropiju, bez obzira da li se oružja uporabe ili ne.

U svrhu učinkovitog prestanka rješavanja odnosa vojnim sukobima, svjetska zajednica treba donijeti odluku o potpunoj zabrani ratovanja kao načina rješavanja prijevora među nacijama i državama, ili unutar samih njih. Shodno tome, treba započeti smanjivanjem vojnih

arsenala što na koncu treba završiti totalnim razoružanjem. Za rješavanje nesuglasica služilo bi jedno učinkovito međunarodno tijelo, kao jedino mjesto gdje će narodi miroljubivo rješavati međusobne razmirice.

Takvo tijelo treba imati potpuni autoritet, ali i potporu snažnog represivnog aparata, radi učinkovitog kažnjavanja onih država koje ne poštuju međunarodne norme miroljubivog ponašanja. Sve ovo će se postići tek onda kad promijenimo filozofiju življenja, kad se odrekemo dominacije jednih nad drugima. Mora se shvatiti da je sve ove mjere neophodno provesti kako bi nadolazeću entropijsku i društvenu prekretnicu mogli dočekati što spremniji i kako bi generacijama koje nas budu naslijedile ostavili sređeniji svijet, u kojemu će ljudska rasa biti prijatelj i suradnik prirode i sveg živog svijeta što je okružuje.

Što možemo očekivati, a što napraviti

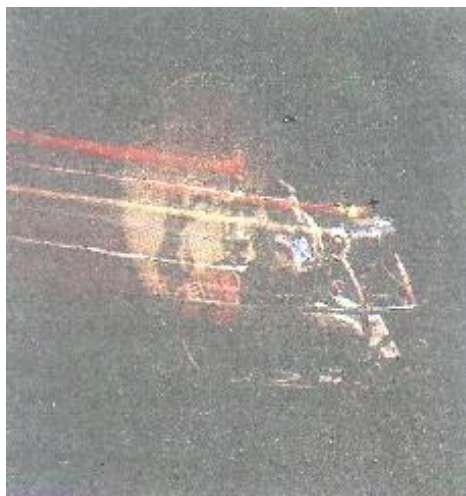
Ljudi danas ne mogu izdržati ni dva dana bez dotoka neke energije, bila to električna ili bilo koja druga. Ustvari postali smo apsolutni „energetski ovisnici“ i mnoge od nas uopće ne zanima kakva će situacija biti za nekoliko desetljeća ili stoljeća. Mi želimo energiju danas i u dovoljnim količinama za sve naše potrebe, ali i hirove. Pri tome nas ne zanimaju ni buduće generacije koje će nas naslijediti, niti pitanje s kakvim će se oni problemima morati suočiti zbog enormno povećane entropije i pomanjkanja energetskih i mineralnih izvora. Na ovaj način, svijet kojega ostavljamo u amanet budućim naraštajima bit će osiromašen i u potpunom neredu. Mi živimo rastrošno jer mislimo da si to možemo dopustiti, a račun za to neka plati netko drugi. Ovo nas može podsjetiti na onu poznatu izjavu „Poslije mene i potop“, koja je pripisana francuskom kralju Louisu XIV, „Bogu - Suncu“.

U svemu tome manje je važno kada će se energetska kriza dogoditi i nastupiti vrijeme za entropijsku prekretnicu - da li možda za koju godinu ili za pedeset ili sto godina. Bilo kako bilo, nijedan razuman čovjek ne može poreći da će se to sigurno kad tad dogoditi. Danas je, dakle, već vrijeme kada o tome treba početi razmišljati i svijet za to pripremati. U protivnom, nepripremljenom čovječanstvu predstoje vrlo teška vremena s vjerojatno tragičnim posljedicama za cijelu ljudsku rasu.

Uzevši u obzir sve izneseno, moramo se zapitati što društvo ali i pojedinci mogu učiniti, kako bi svijet što bezbolnije dočekao i prebrodio predstojeću energetska prekretnicu. Budući da je sve energija, te da ona nepovratno teče u jednom smjeru pretvarajući se iz iskoristivog u neiskoristivi oblik, zakon entropije moramo smatrati okosnicom svih ljudskih aktivnosti. Nema načina da taj zakon zaobiđemo. On nemilosrdno razara naš dosadašnji način gledanja na materijalni progres, mijenja naše temeljne ekonomske postavke, demistificira tehnologiju i utječe na naš svjetonazor, koji je, ovakav kakav je danas, već davno izgubio vezu s realnošću i sa stvarnim funkcioniranjem svijeta. Drugi zakon termodinamike neminovno će nas razuvjeriti u nadanju da postoji neki drugi izlaz osim prelaska na niskoentropijsku filozofiju i način života. Međutim, nas su učili da mislimo kako uvijek postoji izlaz, kako nema te sile koju čovjek ne može savladati. Mnogi od nas će se stoga na sve načine opirati pristizanju nove ere,

uzaludno tražeći mehanizme koji bi društvo bezbolno izvukli iz krize. Nažalost, takvih čarobnih štapića nema, tranzicija društva neće biti ni laka ni bezbolna.

Solarni kolektori, solarne elektrane, vjetroelektrane, hidroenergija uključujući korištenje plime i oseke te morskih strujanja, geotermalni izvori, sustavi koji koriste vodik kao pogonsko



Slika 50. Putovanje kroz vrijeme

gorivo, gorivni članci, bioplin, biomasa, sustavi koji koriste razne kemijske reakcije za termičke procese, uporaba „svemirske tehnologije“ u miroljubive svrhe - sve su to rješenja koja nam i danas manje ili više stoje na raspolaganju, ili su još na razvojnem stupnju. Pojavit će se neminovno još mnoga druga tehnička rješenja koja danas još ne sagledavamo. To će nam pomoći da što lakše prebrodimo predstojeće poteškoće.

Decentralizacija proizvodnje energije, hrane i pitke vode mogla bi također biti jedan od načina kako možemo lakše preživjeti nadolazeće promjene i ograničenu dostupnu energiju. Svako domaćinstvo izvan većih gradova, a poneko i u njima, moglo bi manualnim radom brinuti o

vlastitoj proizvodnji hrane, koristeći uz okućnice i svaki drugi komadić neiskorištena obradiva tla. Potrebe za vodom tih domaćinstava mogle bi se zadovoljiti sakupljanjem kišnice, a za pitkom vodom učinkovitim recikliranjem i filtriranjem vode, putem obrnute osmoze. Dodatnim korištenjem jednog ili više praktičnih rješenja, kao što su vjetrogeneratori, mini hidrocentrale, geotermalni izvori, i solarni toplinski ili svjetlosni kolektori, takva bi domaćinstva mogla postati energetske skoro potpuno neovisna („neovisna o električnoj utičnici“).

Ali nažalost, sva ova tehnološka i organizacijska rješenja nisu sama po sebi sasvim dovoljna. I u slučaju kad bi, nekim čudom, otkrili još toliko obnovljive energije koliko je imamo na raspolaganju danas, ništa se ne bi promijenilo. To je zbog toga što danas na svijetu živi blizu sedam milijardi ljudi, a nastavi li se sadašnjim trendom, u vrlo kratkom vremenu moglo bi ih biti dvostruko toliko. Naša planeta jednostavno nije sposobna nahraniti, odjenuti i obući toliki broj ljudi i omogućiti im osnovne životne potrebe, kao što je kakav-takav krov nad glavom.

Uvijek će se naći mnogo optimista, koji će polagati sve nade u pronalaženje nekog tehnološkog rješenja, koje bi moglo omogućiti nastavak dosadašnjeg načina života. Takvi će, primjerice, vjerovati da će genetski inženjering kad ponestane petrokemijskih gnojiva, na neki način osposobiti biljke da crpe dušik direktno iz atmosfere. Ili, da će se putem genetskog inženjeringa uzgajati mikroorganizmi koji će nadomjestiti naftu. Od toga do „preinačavanja“ tj. mijenjanja čovjekovih urođenih bioloških osobina malen je korak.

Kako entropija sve više raste i nagomilava se, naši organizmi poprimaju u sebe nered okoline, koji se manifestira u obliku raka, nižeg kvocijenta inteligencije u djece i slično, pa tehnološki optimisti traže rješenja u bio inženjeringu. Namjera im je krojenjem genotipova pokušati i samog čovjeka učiniti „biološki efikasnijim“. Ti zanesenjaci tvrde sljedeće: ne samo da prelazimo iz ere obnovljivih resursa u eru obnovljivih, nego isto tako prelazimo iz ere

klasične fizike u eru molekularne biologije, pa će sadašnja industrijska tehnostuktura za nekoliko desetljeća početi ustupati mjesto potpuno novim oblicima tehnoloških transformatora na bazi genetskog bio inženjeringa.

Usprkos neodrživosti „teorije disipativnih struktura“ koju je postavio ruski Belgijanac **Ilya Prigogine**, fizikokemičar, u kojoj on pokušava da se energetsom okolišu zasnovanom na obnovljivoj energiji osigura paradigma rasta i fleksibilnosti, mi živimo u svijetu čija sve veća složenost sužava mogućnost izbora i sve više umanjuje fleksibilnost, te povećava vjerojatnost fragmentacije i sloma.

Nove genetske tehnologije, poput onih temeljenih na rekombiniraju DNK-a, možda će tijekom kraćeg razdoblja uvelike pojačati protok materije/energije kroz sustav, tj. društveni organizam, pa će nam se učiniti da smo barem za trenutak probili granice Zemljinog ekosustava. Međutim taj uspjeh će biti kratkog vijeka iz jednog jedinog razloga, a taj je što će pojačani protok materije/energije kroz sustav stvoriti još veće nered od onih koje je ranije proizveo masivni protok neobnovljive energije. Obnovljivi izvori u konačnom i doslovnom smislu zapravo su neobnovljivi. Pojačanim protokom žive tvari kroz energetski lanac u društvu, mi iscrpljujemo iskoristive zalihe te žive tvari. Iako je Sunčevo zračenje praktički neograničeno, zemljina materija neprestano se troši i samo dio te materije/energije može se prirodnom reciklažom vratiti u sustav na dalje korištenje, dok je ostatak nepovratno izgubljen. Sva ta i slična „rješenja“ možemo nazvati vrtnjom u začaranom krugu, gdje se u razmišljanjima brkaju osnovni pojmovi.

Treba imati na umu da svaka vlat trave uzgojena danas predstavlja jednu vlat trave manje u budućnosti. Porast reda i energetskog protoka uvijek stvara još veći nered u okružujućem okolišu. Izgledno je, da bi eskalacija entropije Zemljine materije/energije mogla izazvati katastrofalan utjecaj na raspoložive gene i na osjetljiv Zemljin ekosustav, nanoseći planeti mnogo veću štetu nego što smo je nanijeli tijekom čitave ere rasipne uporabe neobnovljivih izvora energije.



Slika 51. Prije...



Slika 52. ...i poslije energetskog kolapsa

Pragmatičari će, zacijelo, pokušati manjim intervencijama krpiti stari sustav, čineći samo ono što je u danom trenutku „jedino moguće“, u nadi da će se sustav nekako održati. Pragmatičar će uspješno usvajati fragmente entropijskog rječnika, propuštajući pritom shvatiti

temeljnu poruku zakona entropije a ta je da, ako želimo osigurati odvijanje života što je moguće dalje u budućnosti, **protok energije u društvu mora biti sveden na najniži mogući stupanj**. Analizom termodinamičkih sustava, selektivno ćemo odabirati one koncepte koji će nam pomoći u organiziranju nisko entropijskog društva i u donošenju drastičnih, ali pravih, neophodnih i primjerenih odluka.

Primjerice, ako automobile nije vrijedno posjedovati zbog toga što nam doista nisu nužni i jer nikako ne pridonose našoj dobrobiti, zdravlju i kulturi te oduzimaju budućim generacijama mogućnost opstanka, tada više uopće nije važno pitanje troši li taj automobil osam ili tri litre goriva na stotinu prijeđenih kilometara ili što to motor izbacuje iz ispuha. Mora se, dakle, napuštajući sve koncepcije dosadašnjeg svjetonazora i načina života, što prije početi pripremati za prijelaz na niskoenergetsko i radno intenzivno društvo, uz što veću primjenu manualnog rada. Takve promjene neće se događati postupno, kao što se to događalo za ranijih energetske prekretnice, već u dosta kratkom roku, pa bi za većinu nas te promjene mogle biti bolne. Ako takvu niskoenergetsku budućnost mnogi smatraju nepoželjnom ili neostvarivom, postoji li onda alternativa?

Jedno je sigurno, ograničenost preostalih neobnovljivih prirodnih bogatstava ukazuje na neodrživost postojeće energetske intenzivne industrijske infrastrukture. Isto tako, pri prelasku s neobnovljive energetske podloge na obnovljivu uz primjenu bio inženjering tehnologije nećemo moći, kako je već rečeno, dugo podupirati kontinuirano visoki protok materije/energije kroz biološki lanac. Što dulje ustrajemo u nastavku današnjeg energetske intenzivnog načina života, sve će nam teže biti napraviti zaokret i sve ćemo više uvećavati entropijski račun, koji naposljetku kad-tad mora biti naplaćen, pa se može dogoditi da je cijena koju treba platiti previsoka za čovječanstvo.

Zakon entropije, osim autoriteta neminovnosti, jedinstven je i po tome što nam ostavlja mogućnost da sami odlučimo što nam je dalje čini ti. Razumijevanje tog zakona rezultira sviješću o mogućnosti izbora. On nam omogućava da sagledamo jednu jednostavnu istinu. Ta istina nam kaže da je svaki događaj koji se je ikad dogodio, ili će se ikad dogoditi, međusobno povezan sa svim ostalim događajima. Time svi mi snosimo ultimativnu odgovornost za beskonačnu prošlost, sadašnjost i nesagledivu budućnost. Shodno tome, način života na koji ćemo se odlučiti ne tiče se samo nas, već se tiče svega što postoji i onoga što će postojati.

Deforestacija i erozija tla, atmosfera zagađena štetnim plinovima, ozonske rupe i njihov učinak, iscrpljivanje poljoprivrednog tla intenzivnom obradom i pretjeranom uporabom umjetnih gnojiva, herbicida i pesticida, zagađivanje zemljišta i voda kemikalijama i otrovnim tvarima, gomilanje radioaktivnih tvari i nuklearnog otpada, izlovljavanje riba u rijekama i oceanima, uništavanje brojnih životinjskih vrsta - bilo namjerno ili radi životnog prostora, petljanje na razne načine u prirodu i njene životne cikluse, biološku ravnotežu i hranidbene lance, neutaživa glad za energijom i, kao posljedica, visoki stupanj entropije - sve to nam sigurno ne pomaže u ovom važnom zadatku koji stoji pred nama. To su sveprisutna zla i današnji teško rješivi problemi. U ovu situaciju sami smo sebe doveli pogrešnim načinom gledanja na svijet.

Pisac J. M. Simmel u svom romanu POSLJEDNJI ŠEVIN PJEV između ostalog, o ovoj temi napisao je i ovo:

„Naša propast, naša smrtna osuda zapravo je ona neuhvatljiva brzina bojom mi mijenjamo svijet i boja ne ostavlja nikakvu šansu onim polaganim mlinovima evolucije da istaknu svoje pravo na prigovor. Kako bi morala izgledati inteligencija (mislim daje to veličanstveno) boja bi bila potrebna da zadrži u ravnoteži našu moć za promjenom? U trenutku u kojem počinjemo nešto opipavati oko banke podataka evolucije, moglo bi to i na dobro okrenuti, samo kad bi imali na raspolaganju milijardu godišnje iskustvo evolucije. To bi bio prirodom dan lijek. Drugi bi bio ovladavanje nad razumom: opoziv za sve gluposti, pohlepe i sujete koje nam dopuštaju da činimo sve što možemo činiti, čak i tada kad nemamo pojma o posljedicama. Mi znamo o ugroženosti naših životnih osnova. Ne prođe nijedan dan, a da novine ne izvješćuju o nekom ekološkom skandalu. (Političari svih strana nadmeću se u priznavanju potrebe zaštite prirode i u odgovornosti za svijet u kojem živimo i za budući svijet. I zašto su onda izgledi u tolikoj mjeri tmurniji, ako se množe samo puka obećanja? Zar ne možemo sprovesti u djelo ono što smo uvidjeli da je potrebno ili možda to nećemo učiniti? Nema sumnje da bismo mogli, kad bismo htjeli. Međutim jesmo li spremni platiti cijenu? Na tom se pitanju gubi svojstvo htijenja. Očito postoji jedna kategorija između „moć“ i „htjeti“ koju naš jezik ne pokriva ni jednim točnim glagolom. To je htijenje pijanaca, pušača, općenito ovisnika, koji također u većini slučajeva hoće, ili bi željeli prestati, ali ne mogu. Ključ koji vodi u propast u koju jurimo otvorenih očiju jest sudionik, ono društveno biće koje dopušta da se događa sve što prolazi. Mnogi vjeruju da je ljudskog rasa sposobna još nešto naučiti. U svezi s tim postavimo pitanje što smo mi naučili od zadnjeg (ili da kažemo predzadnjeg) holokausta? A pitanje ne glasi koje smo činjenice o tome naučili, nego što smo naučili o društvenom vladanju i postupcima?“

Ako ne želimo vlastitu propast, trebamo korjenito promijeniti naš svjetonazor i organizirati društvo na potpuno različitim osnovama. Trebat će voditi puno skromniji i štedljiviji život, uz veću primjenu manualne i životinjske radne snage. Ljudsku populaciju trebat će dovesti na neku razumniju veličinu, koja će biti u skladu sa sposobnošću i izdržljivošću naše planete. Treba nam civilizacija koja neće biti okrenuta gomilanju materijalnih bogatstava i neće podržavati dominaciju jedne grupe ljudi nad drugom. Trebamo takvu civilizaciju koja će biti sposobna živjeti u skladu sa svojim prirodnim okolišem i poštovati život kao takav, u bilo kojem obliku on bio. Treba nam, dakle, civilizacija koja će razvijati duhovni život, a u isto vrijeme znati se nositi s neumoljivom i univerzalnom logikom drugog zakona termodinamike.

I svjetski summit koji se ovih dana odvija u Kopenhagenu (COP 15) i s tim u vezi izazvani javni prosvjedi širom svijeta, te neredi na ulicama Kopenhagena, ne ostavljaju puno nade da će se politika velikih industrijskih zemalja uskoro bitno promijeniti. Naime, bogate industrijske sile ne žele preuzeti punu odgovornost za atmosferska zagađenja stakleničkim plinovima za koji su većim dijelom one same odgovorne, već nastoje svaliti dio tereta na tzv. zemlje u razvoju, dok istovremeno nude simboličnu pomoć nerazvijenim zemljama za uvođenje tzv. „zelene tehnologije“.

Miloš Tarabić (1809. - 1854.), vidovnjak podrijetlom iz Hercegovine, živio je u srpskom selu Kremna sa svojim bratom Mitrom, također vidovnjakom, u svojim kazivanjima („Kremanska proročanstva“) između ostalog kaže i ovo:

- „Kad miris izađe iz poljskog cvijeća, kad milost izađe iz čoeke, kad rijeke izgube svoje zdravlje Ondakar će nastupiti najveći opšti rat...”

- „Ondakar će ljudi bježat iz varoši u sela i jopet tražit planine i tri krstate gore da tamo, u njima, dišu i piju vodu. Oni koji budnu pobjegli spasiće sebe i porod svoj, ali ne svi i ne zadugo, jerbo će se pojaviti velikačka glad. Hrane će biti po varošima i po selima, ali će svuđe otrovata biti.”

- „Mlogi će da bi jeli i najeli se trpati sve u usta, te će od toga odmah pomrijeti. Onaj koji budne postio i ispostio, taj će ostati živ, jerbo će ga sveti Duh čuvati i biće bliži Bogu.”

- „Vidiš kume, kade ljudski rod pošlje opšteg rata (*misli na treći veliki rat*) stane da živi u miru i izobilju, sve će to biti jedan grki privid ljudskih zabluda, jerbo će mlogi zaboraviti na Boga, pa će se klanjati svojoj ljudskoj pameti ...”

- “Oni koji budnu čitali i pisali razne knjige s numerama smatraće da najviše znaju. Ti ljudski mudraci će sve prepustiti ovijem nizovima te nako kako im numera reče, tako će živjeti i raditi. ”

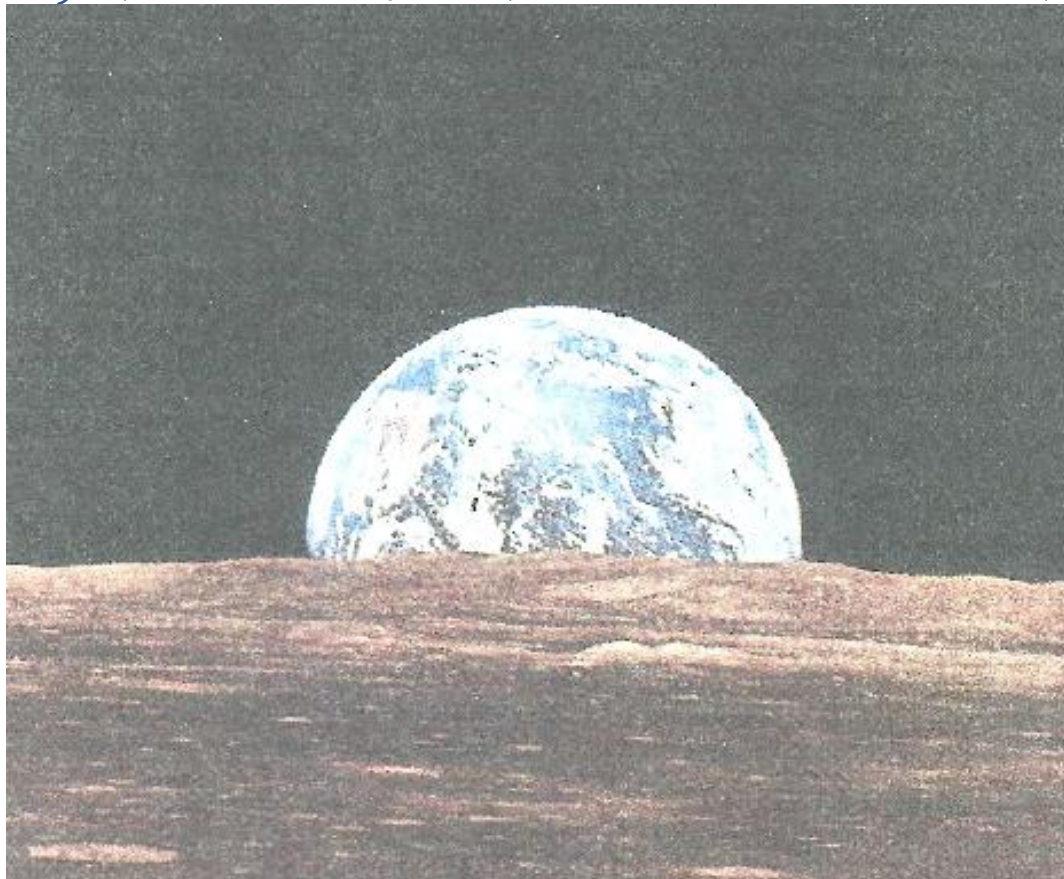
- „Među tijem mudracima biće i dobrih i rčina (*zao i uobražen čovjek*). Oni rčnasti činiće razne zle marifetluke. Trovače vazduh i vodu i puštati kijamete po morima sinjim, rijekama i zemlji, te će ljudi naglo umirati od nekakvih boleščina.”

- „Otići će čoeke i do drugih svijetova i tamo zateći prazninu i pustoš, ali će jopet smatrati da sve bolje zna, negoli, Bože 'prosti, sam Bog.”

- „Oni dobri i mudri vidjeće da sav taj njiov trud i argatluk ne vrijedi ni po lule duvana i da vodi propasti svijeta, te će umjesto numeracije potražiti svoju pamet za zamišljajima.”

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



Slika 53. Domovinski planet tehničke civilizacije koja se trudi da izbjegne samouništenje

LISTA ILUSTRACIJA:

- [38] Mapa svjetske proizvodnje i potrošnje fosilnih
- [39] P. Laurie: KOMPJUTOR U KUĆI, Cankaijeva založba Ljubljana - Zagreb, 1984., str. 115, legenda: **Vrtimo se u spiralama**
- [40] OPĆA ENCIKLOPEDIJA (5), Jugosl. leks. zavod Zagreb 1979. str. 656, legenda: **R. Margrite: Ljudska sudbina**
- [41] www. muffin-welt. de, legende: Svijet muffina
- [42] www. crosco. com Legenda: **Platforma za bušenje podmorja Zagreb 1**
- [43] www.bp.com, legenda: **Utvrđene svjetske uljne rezerve u 1.000 milijuna barela**
- [44] C. Sagan : KOZMOS, Otokar Keršovani Rijeka 1982. str. 201, Legenda: **Dobrodošli u mjesto Vinci! Brzina svjetlosti ograničena na 40 km/h**
- [45] OPĆA ENCIKLOPEDIJA (2), Jugosl. leks. zavod Zagreb 1979. str. 664, legenda: **Enrico Fermi**
- [46] www.mountain7.co.uk, legenda: **Gljiva eksplozije nuklearne bombe**
- [47] listzblog.com,Chemobyl, legenda: **Černobilski sarkofag - ne ponovilo se**
- [48] www.inl.gov/threemileisland/, legenda: **Nuklearka „Three mile Island” u SAD-u, izbjegnuta moguća katastrofa**
- [49] www.wildthigsphotography.com, legenda: **Kit grbavac raduje se životu u Frederick Soundu - Aljaska**
- [50] C. Sagan: KOZMOS, Otokar Keršovani Rijeka 1982. str. 208, legenda: **Putovanje kroz vrijeme**
- [51] C. Sagan: KOZMOS, Otokar Keršovani Rijeka, 1982. str. 228, legenda: **Prije**
- [52] C. Sagan: KOZMOS, Otokar Keršovani Rijeka 1982. str. 229, legenda: **.... i poslije energetskog kolapsa**
- [53] C. Sagan : KOZMOS, Otokar Keršovani Rijeka 1982., str. 344 , legenda: **Domovinski planet tehničke civilizacije koja se trudi da izbjegne samouništenje**

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

Fuel EU i EU ETS

1. Regulative i njihove implikacije

EU MRV (Monitoring, Reporting, Verification)

Brodovi iznad 5000 GT koji ulaze ili izlaze iz EU luka moraju pratiti emisije CO₂.

Provjerite dokumentaciju i tehničke zahtjeve za precizno praćenje potrošnje goriva.

EU ETS (Emission Trading System)

Od 2024. brodari plaćaju za emisije stakleničkih plinova.

Procjena dodatnih troškova vezane uz emisijske dozvole i prijedlog strategije smanjenja emisija kroz promjenu vrste goriva ili operativne optimizacije.

FuelEU Maritime Regulation

Fokus na smanjenje intenziteta emisija stakleničkih plinova za gorivo koje se koristi na brodovima.

Prelazak na goriva s nižim emisijama, poput LNG-a, biofuela ili e-metanola.

Uvjeti održavanja dokumentacije za praćenje korištenja goriva i emisija.

2. Osnovni zahtjevi i ciljevi FuelEU Maritime regulative

2.1. Smanjenje emisija stakleničkih plinova (GHG)

- Cilj je smanjiti intenzitet emisija stakleničkih plinova s brodova.
- Do 2030. godine smanjenje intenziteta emisija za 30 %, a do 2050. za 80 % u usporedbi s referentnom godinom 2020.
- Smanjenje se mjeri kroz Well-to-Wake (WtW) emisije, uključujući sve faze – od proizvodnje goriva do njegovog izgaranja na brodu.

2.2. Korištenje održivih goriva

- Brodari su potaknuti na korištenje nisko ugljičnih i održivih goriva, kao što su:
 - Bio dizel (FAME),
 - HVO (hidrogenirano biljno ulje),
 - e-goriva (goriva proizvedena korištenjem obnovljive električne energije),
 - LNG s bio metanom,
 - vodik i amonijak (sintetička goriva s niskim emisijama).
- Goriva koja ne ispunjavaju održivost ili imaju visok intenzitet emisija bit će oporezivana kroz sustav ETS-a.

2.3. Održavanje referentnih vrijednosti za emisije

- Regulativa postavlja stroge godišnje granične vrijednosti za intenzitet emisija stakleničkih plinova, izražene u gCO_{2eq} / MJ [grama ekvivalenta CO_2 po MJ].
- Svaka vrsta goriva ima propisani emisijski faktor, a brodari moraju dostaviti podatke o korištenim gorivima i njihovim emisijama.

2.4. Praćenje i izvještavanje o emisijama

- Brodari moraju provoditi praćenje emisija i dostavljati godišnja izvješća nadležnim tijelima EU-a, o:
 - Korištenim vrstama goriva i potrošnji po tipu goriva,
 - Emisijama CO_2 , CH_4 i N_2O .

2.5. Kazne za neusklađenost

- U slučaju da brod ne zadovolji propisane granične vrijednosti emisija ili ne dostavi izvješće, propisane su značajne novčane kazne,
- Kazne se obračunavaju na temelju količine prekoračenja emisija u odnosu na referentne vrijednosti,
- Fuel EU izračun brodske bilance usklađenosti GHG emisija.

- (a) Godišnji prosječni intenzitet stakleničkih plinova energije primjenom metode navedene u odredbi (Prilog I):

$$GHG\ intensity\left[\frac{gCO_{2eq}}{MJ}\right]=f_{wind}\cdot(W_tT+T_tW)$$
$$W_tT=\frac{\sum_i^{n_{fuel}}M_i\times CO_{2eq}W_{t,i}\times LCV_i+\sum_k^cE_k\times CO_{2eq\ electricity,k}}{\sum_i^{n_{fuel}}M_i\times LCV_i\times RWD_i+\sum_k^cE_k}$$
$$T_tW=\frac{\sum_i^{n_{fuel}}\sum_j^{m_{engine}}M_{ij}\times\left[\left(1-\frac{1}{100}c_{slip\ j}\right)\times(CO_{2eq,T_tW,i,j})+\left(\frac{1}{100}c_{slip\ j}\times CO_{2eq,T_tW,slip,i,j}\right)\right]}{\sum_i^{n_{fuel}}M_i\times LCV_i\times RWD_i+\sum_k^cE_k}$$

- (b) Izračun bilance usklađenosti broda primjenom formule navedene u dijelu A. Priloga IV., L 234/76 HR Službeni list Europske unije 22. 9. 2023.

$$\text{Bilanca usklađenosti: } (GHGIE_{target} - GHGIE_{actual}) \times \left[\sum_i^{n_{fuel}} M_i \times LCV_i + \sum_k^c E_k \right]$$

gCO_{2eq} grami ekvivalenta CO_2 ,

$GHGIE_{target}$ ograničenje intenziteta stakleničkih plinova energije koja se upotrebljava na brodu u skladu s člankom 4. stavkom 2. (referentna vrijednost od 91.16 uz stopu smanjenja od 2 % za period od 1. siječnja 2025.),

$GHGIE_{actual}$ godišnji prosjek intenziteta stakleničkih plinova energije goriva na brodu izračunan za odgovarajuće razdoblje izvještavanja.

3. Alternativni tipovi goriva i dostupnost

Alternativna goriva (LNG, bio fuel, metanol)

- LNG: Niže emisije, ali veći zahtjevi za skladištenje i infrastrukturu.
- Bio fuel: Održivija opcija, iako skuplja i ovisna o dostupnosti.
- Razmotriti hibridne strategije prelaska, ovisno o rutama.

E-Alternative

- E-metanol i e-amonijak su opcije budućnosti, ali trenutačno s ograničenom dostupnošću.



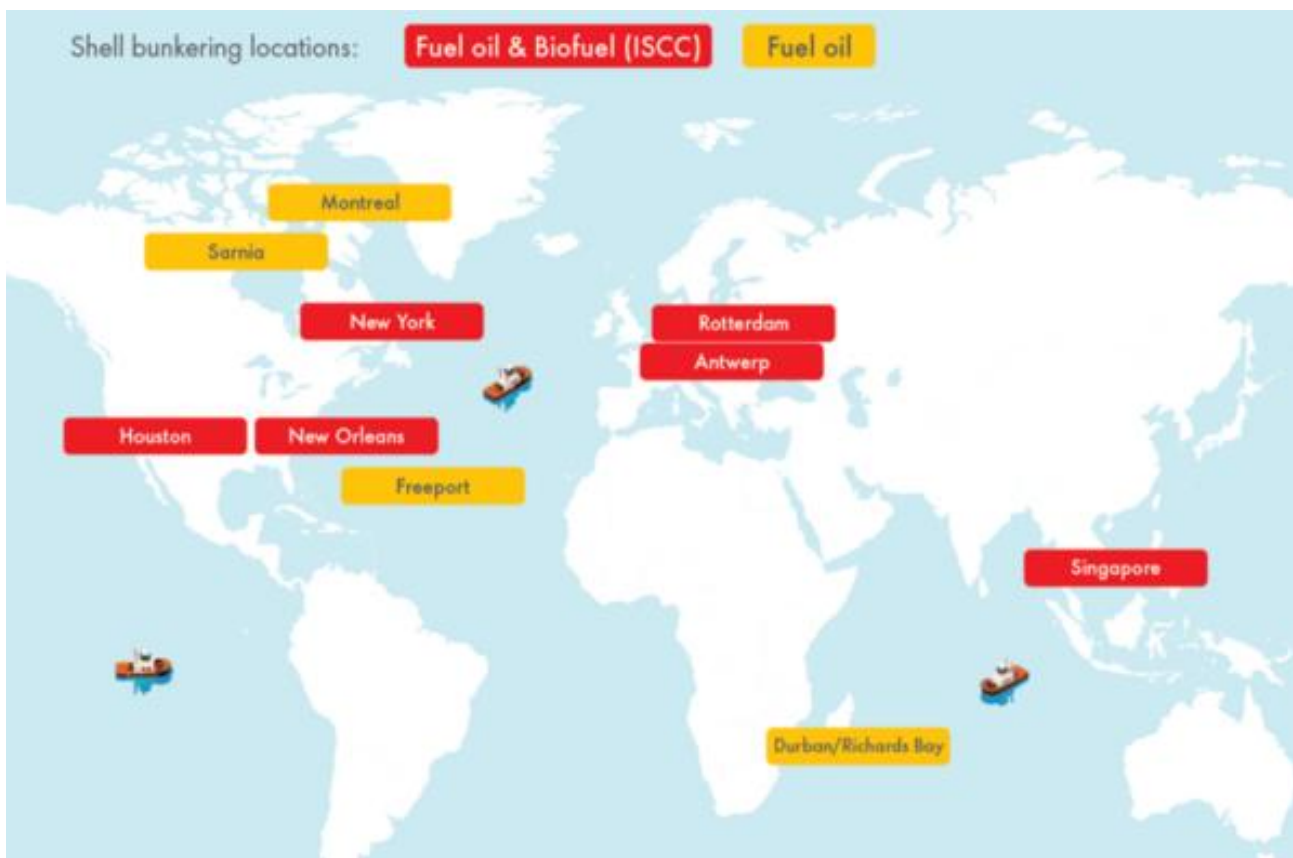
Slika 1. Dostupnost Bio Diesel goriva u EU - TotalEnergies

Dostupnost bio dizel goriva

Dobavljači u Europskoj uniji koji nude B7 (7 % FAME) ili B10 (10 % FAME) brodska goriva:

- Shell MarineRotterdam, NizozemskaShell Marine nudi razne vrste brodskih goriva, uključujući biodizel mješavine poput B7 i B10, u glavnim europskim lukama (EU, US, Singapoore),
- TotalEnergies Marine FuelsMarseille, FrancuskaTotalEnergies pruža usluge opskrbe brodova gorivom, uključujući bio dizel mješavine, u ključnim lukama diljem Europe (EU, Singapoore),
- Bunker Holding A/SAarhus, DanskaJedan od najvećih svjetskih dobavljača brodskih goriva, nudi B7 i B10 mješavine u europskim lukama,
- Bomin Bunker Oil Corp. Hamburg, NjemačkaBomin pruža usluge opskrbe brodova gorivom, uključujući biodizel mješavine, u nekoliko europskih luka.
- Minerva BunkeringŽeneva, ŠvicarskaMinerva nudi razne vrste brodskih goriva, uključujući B7 i B10 mješavine, u europskim lukama.

Pravovremeno planiranje dostupnosti i dobave iziskuje planiranje i suklađivanje s brodskim operativnim profilom. Preporučuje se unaprijed kontaktirati dobavljače kako bi se potvrdila dostupnost željene mješavine goriva u određenoj luci.



Slika 2. Dostupnost Bio Diesel goriva - Shell

4. Tehnološke promjene i povezani rizici korištenja biogoriva

Bio dizel, retrofit ili nove tehnologije

- Razmotriti i procijeniti rizike preinake sistema goriva za prelazak na bio dizel goriva,
- Razmotriti opcije ugradnje scrubbera, korištenja dual-fuel motora ili prelaska na nove brodove prilagođene alternativnim gorivima,
- Usklađenost s CII (Carbon Intensity Indicator) standardima.

HAZID – rizici povezani s bio gorivima

Sistemi za razmatranje povezani s bio gorivom:

- Skladištenje bio goriva / spremnik,
- Sustav za ukrcaj goriva,
- Sustav bio goriva / uređenje / prostor za pripremu,
- Strojarnica,

- Ventilacija (sustav ozračivanja),
- Sigurnosni sustav (detekcija požara, protupožarna zaštita, osobna zaštitna oprema, pomoćni generator itd.),
- Operativni režim broda,
- Motori (glavni i pomoćni motori).

Scenariji i rizici povezani s bio gorivom

- Rizici povezani s bio gorivom,
- Rizici povezani sa sustavom,
- Rizici povezani s brodom.

Rizici povezani s bio gorivom:

- Rizici od požara i eksplozije,
- Rizici od kemijske reaktivnosti,
- Rizici toksičnosti,
- Degradacija / Stabilnost,
- Visoka sposobnost ispiranja / otapanja,
- Talog materijala u spremniku, filterima itd.,
- Kiselost (uzrokuje visoko trošenje, degradaciju materijala),
- Oksidacija – dugotrajno skladištenje,
- Dugotrajno skladištenje – stvaranje ljepljivog taloga na dnu površine,
- Sklonost apsorpciji vode i rizik od rasta mikroorganizama,
- Kompatibilnost,
- Niska viskoznost,
- Pogoršane svojstva protoka pri niskim temperaturama,
- Utjecaj na okoliš – voda, tlo,
- Podmazivanje.

Rizici povezani sa sustavom

- Rizici procesa – npr. ispuštanje (gubitak sadržaja) zapaljivih tvari (za svako područje sustava), puknuća, problemi pri pokretanju / gašenju,
- Rizici vezane uz pomoćne sustave – npr. protupožarni sustav, gorivo, mediji za grijanje / hlađenje, napajanje, odvodi/jame, zrak, dušik, ubrizgavanje kemikalija itd.,
- Odzračivanje,
- Rizici održavanja – npr. kultura održavanja, osiguranje sigurnijeg održavanja itd.,
- Istovremene operacije (SIMOPS) – utovar / istovar tereta, bunkering, opskrba itd.,
- Problemi sučelja – procesni, instrumentacijski, pomoćni sustavi, strukturni itd.,

- Emergency response – pristup / izlaz, komunikacija (alarmi [zvučni / vizualni], pozivna mjesta, CCTV, radio), fiksna / prijenosna protupožarna oprema,
- Bilo koji drugi rizici – operacije dizanja, kvarovi konstrukcije, rotacijski strojevi, hladne / vruće površine itd.

5. Financijski i operativni utjecaj

Troškovi goriva i operativna održivost

- Kalkulirati razlike u cijeni goriva i njihov utjecaj na operativne troškove,
- Kalkulirati troškove implementacije novog goriva (zamjena sistema, dijelova, tehnološka rješenja),
- Predložiti strategije optimizacije plovidbenih ruta i brzina kako bi smanjili potrošnju.

Troškovi goriva i operativna održivost

- Kalkulirati Usklađenost s nacionalnim i EU programima potpore za prelazak na zelena goriva,
- Prema Direktivi Vijeća 2003/96/EC o oporezivanju energenata i električne energije, države članice EU imaju mogućnost primjene poreznih olakšica ili potpunog oslobođenja od trošarina na gorivo za određene vrste bio goriva, uključujući bio dizel. Ova Direktiva omogućuje državama članicama da uz poreznu kontrolu smanje porezno opterećenje za energente proizvedene od bio mase kako bi potaknule prelazak na obnovljive izvore energije. Članak 16. Direktive navodi da države članice mogu:
 - Primijeniti oslobođenje ili niže stope oporezivanja na goriva proizvedena od obnovljivih izvora poput bio dizela,
 - Uvesti porezne poticaje koji će podržati dekarbonizaciju i korištenje bio goriva u transportu, uključujući brodarstvo.
- Primjena ovih olakšica ovisi o nacionalnim zakonima svake pojedine države članice, pa je moguće da neki brodari koji koriste bio dizel ostvaruju takve pogodnosti u skladu s lokalnim propisima,
- U Republici Hrvatskoj trenutačno ne postoje specifične porezne olakšice ili oslobođenja od trošarina za brodare koji koriste bio dizel ili njegove mješavine.

Praktičan primjer

Koraci izračuna

1. Ukupne emisije CO₂

Emisije CO₂ = 5600 × 3.114 = 17438.4 t CO₂ godišnje.

2. Emisije unutar EU ETS-a za 2024.

EU ETS emisije = 17438.4 × 0.50 × 0.40 = 3487.68 t CO.

3. Trošak emisijskih dozvola

Trošak ETS-a = EU ETS emisije × Cijena EUA,

Trošak ETS-a = 3487.68 × 90 EUR / t = 313891.2 EUR godišnje.

Opcije za smanjenje troškova

1. Mješavina s biofuelom (30 % biofuel, 70 % MDO)

- Biofuel emisijski faktor:
GHG intenzitet emisija bio goriva je $E = 14.9 \text{ g CO}_{2\text{eq}} / \text{MJ} < 33 \text{ g CO}_2 / \text{MJ}$ - IMO Circular, Donja kalorična vrijednost bio goriva LCV je $37 \text{ MJ} / \text{kg} = 0.037 \text{ MJ} / \text{gfuel}$,
Cf bio goriva je : $C_f = \text{LCV} \times E = 0.037 \times 14.9 = 0.551 \text{ g CO}_2 / \text{gfuel} = 0.551 \text{ t CO}_2 / \text{tfuel}$.
- Nova prosječna emisija po toni goriva:
Prosječan emisijski faktor mješavine CfB = $(0.70 \times 3206) + (0.30 \times 0.551) = 2.4095 \text{ t CO}_2 / \text{MT}$.
- Smanjenje emisija:
Nove emisije $\text{CO}_2 = 5600 \times 2.4095 = 13493.2 \text{ t CO}_2$.
- EU ETS trošak
EU ETS emisije = $13493.2 \times 0.50 \times 0.40 = 2698.64 \text{ t CO}_2$,
Trošak ETS-a = $2698.64 \times 90 = 242877.6 \text{ EUR}$ godišnje,
Ušteda: + 71013.6 EUR godišnje.

2. Uvođenje sporije plovidbe (slow steaming Ref. GloMEEP (Global Maritime Energy Efficiency Partnerships))

- Smanjenja potrošnje goriva za 15 %:
Nova potrošnja goriva = $5600 \times 0.85 = 4760 \text{ MT}$,
Nove emisije $\text{CO}_2 = 4760 \times 3.114 = 14822.64 \text{ t CO}_2$,
EU ETS emisije = $14822.64 \times 0.50 \times 0.40 = 2964.528 \text{ t CO}_2$,
Trošak ETS-a = $2964.528 \times 90 = 266807.52 \text{ EUR}$ godišnje,
Ušteda: + 47083.68 EUR godišnje.

Zaključak

1. Bez mjera: Trošak ETS-a = 313891.2 EUR.
 2. S mješavinom biofuela: Ušteda = 71013.6 EUR (trošak = 242877.6 EUR).
 3. Sa sporijim plovidbenim režimom: Ušteda = 47083.68 EUR (trošak = 266807.52 EUR).
- Kombinacija biofuela i slow steaming-a može dodatno optimizirati troškove i smanjiti emisije, čime se poboljšava i CII rejting broda.
- Trošak goriva uslijed moguće povećane potrošnje motora, zbog svojstava bio dizel goriva (LCV) je potrebno zasebno razmotriti u konzultacijama s proizvođačem motora.

Povezani troškovi i radovi tehnološke prilagodbe

Inspekcija postojećih sustava

a) Identifikacija kritičnih komponenti

Opis: Pregled svih brtvi, cijevi i spojeva koji dolaze u kontakt s gorivom radi uočavanja mogućih oštećenja uzrokovanih kontaktom sa starim gorivom ili materijala osjetljivih na biodizel.

Trošak: Radni sati: 2-4 dana (ovisno o veličini sustava) x 2 radnika ($\sim \text{€ } 30\text{-}50 / \text{h}$). Ukupno: $\sim \text{€ } 5000$.

b) Odabir novih materijala

Opis: Zamjena kritičnih dijelova koji nisu kompatibilni s biodizelom (npr. brtve, gumene komponente, plastični dijelovi).

Trošak: Brtve i cijevi: ~ € 10000 (ovisno o količini i specifikacijama) – jednokratni trošak.

Konzultacije s proizvođačem motora (Wärtsilä, MAN): ~ € 15000 – jednokratni trošak.

Certifikacija materijala: ~ € 3000 – jednokratni trošak.

Ukupno: ~ € 33000.

Implementacija

a) Čišćenje sustava

Opis: Potrebno je temeljito očistiti spremnike, cjevovode i filtre kako bi se spriječilo miješanje starog goriva s novim biogorivom te smanjio rizik od taloženja ~ € 15000.

Trošak: Oprema za čišćenje i kemikalije: ~ € 5000.

Ukupno: ~ € 15000.

b) Testiranje

Opis: Nakon zamjene, provodi se probni rad sustava i testira se rad pod opterećenjem uz praćenje mogućih problema (npr. curenje, promjene tlaka, vibracije).

Trošak: Gorivo za probni rad: ~ € 4000.

Nadzor i mjerenje proizvođača motora: ~ € 10000 – jednokratni trošak.

Ekspertiza i izvješće proizvođača ~ € 3000 – jednokratni trošak.

Ukupno: ~ € 17000.

Ukupna procjena troškova Inspekcija postojećih sustava + Implementacija ~ € 65000.

Fuel EU usporedni izračun za fosilno i blend gorivo

Fuel Type / Pathway	Total Quantity [MT]	Quantity [MT]	Density [kg/m3]	BioFuel E [gCO _{2eq} / MJ]
MGO ISO 8217	500	500	960	
Bio Diesel (FAME)	0	0	0	0

Compliance balance is calculated as:

Compliance balance [gCO_{2eq}] = (GHGIEtarget - GHGIEactual) x [ΣinfuelMi x LCVi + ΣkcEk]

Referent value 91.16 [gCO₂ / MJ]

Reduction rate: 2 %

Calculate the target GHG emissions as the product of yearly reduction rate

as per EU Regulation and referent value of 91.16 [gCO₂ / MJ]:

Target GHG value = Reduction x Referent Value

Target GHG value: 89.33680 [CO₂ / MJ]

Actual GHG value: 90.63185012 [CO₂ / MJ]

Compliance balance = (89.3368 - 90.63185) x [21350000 + 0 + Σ0 x 0] = - 27649320.00

Calculation of penalty: Resulting compliance balance is accordingly, accordingly the penalty should be calculated!

FuelEU penalty **Penalty = 17857.92 EUR**

Fuel Type / Pathway	Total Quantity [MT]	Quantity [MT]	Density [kg/m3]	BioFuel E [gCO _{2eq} / MJ]
MGO ISO 8217	500	300	960	
Bio Diesel (FAME)	40 %	200	890	15.04

Compliance balance is calculated as:

Compliance balance [gCO_{2eq}] = (GHGIEtarget - GHGIEactual) x [ΣinfuelMi x LCVi + ΣkcEk]

Referent value 91.16 [gCO₂ / MJ]

Reduction rate: 2 %

Calculate the target GHG emmisions as the product of yearly reduction rate

as per EU Regulation and referent value of 91.16 [gCO₂ / MJ]:

Target GHG value = Reduction x Referent Value

Target GHG value: 89.33680 [CO₂ / MJ]

Actual GHG value: 63.43938644 [CO₂ / MJ]

Compliance balance = (893368 - 63.43938644) x [12810000 + 7400000 + Σ0 x 0] = **523386728.00**

Calculation of penalty: Resulting compliance balance is positive, accordingly the penalty should be calculated!

FuelEU penalty **Penalty = 482937.71 EUR**

Pripremio: Frano Filipović, mag. ing.



Sinkroni motori i generatori

1. Sinkroni motori

Definicija

Motor koji radi sinkronom brzinom poznat je kao sinkroni motor. Sinkrona brzina je konstantna brzina kojom motor generira elektromotornu silu. Sinkroni motor koristi se za pretvaranje električne energije u mehaničku energiju.

Princip rada sinkronog motora

Sinkroni motori se tako nazivaju jer je brzina rotora ovog motora jednaka rotirajućem magnetskom polju. To je motor s fiksnom brzinom jer ima samo jednu brzinu, a to je sinkrona brzina, ili drugim riječima, sinkroniziran je s frekvencijom napajanja.



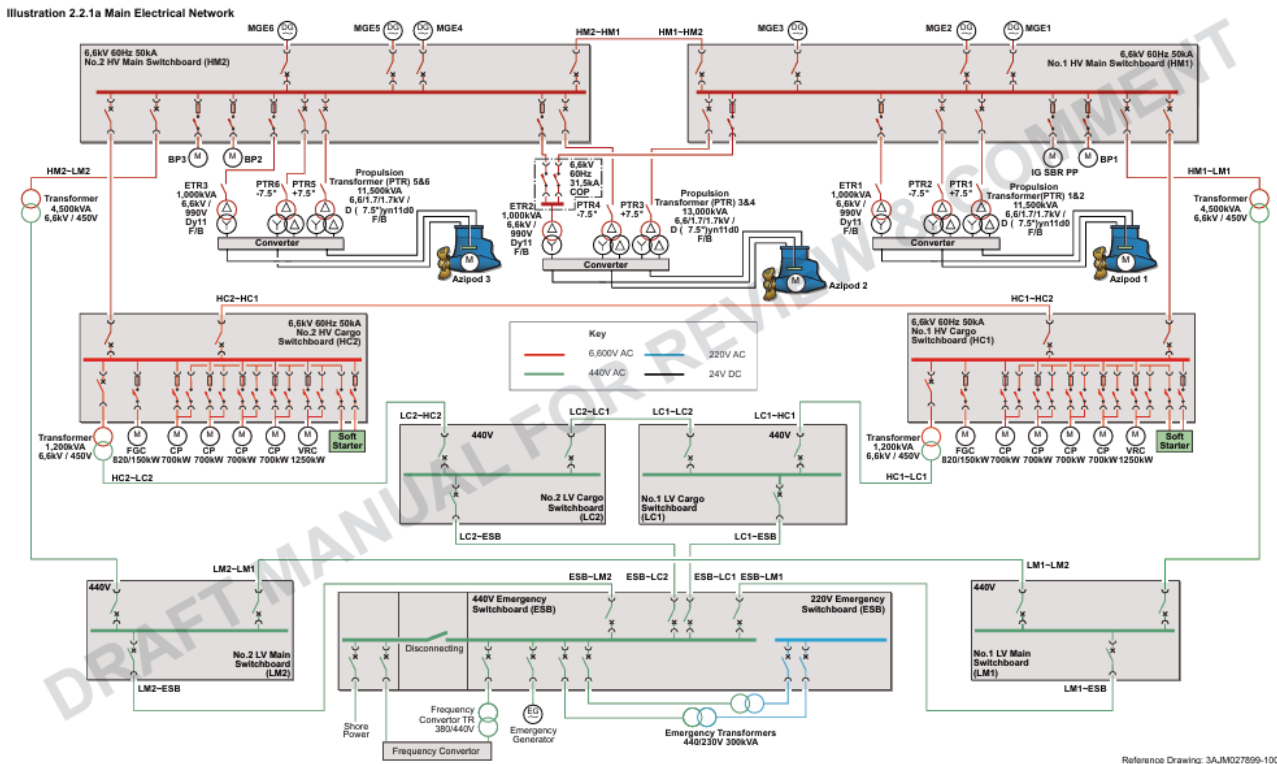
Slika 1. Dizel generator

1.1. Konstrukcija sinkronog motora

Stator i rotor su dva glavna dijela sinkronog motora. Stator postaje nepomičan i nosi armaturni namot motora. Armaturni namot je glavni namot zbog kojeg se u motoru inducira elektromotorna sila (EMS). Rotor nosi namote polja. Glavni tok polja inducira se u rotoru. Rotor je konstruiran na dva načina, tj. rotor s istaknutim polovima i rotor s neistaknutim polovima.

Udruga pomorskih strojara Split i Pomorski fakultet u Split

Sinkroni motor koristi rotor s istaknutim polovima. Riječ istaknuti pol označava polove rotora usmjerene prema armaturnim namotima. Rotor sinkronog motora izrađen je od čeličnih lamela. Lamele smanjuju gubitak vrtložnih struja koji se javljaju na namotima transformatora. Rotor s istaknutim polovima uglavnom se koristi za projektiranje motora srednje i niske brzine. Za dobivanje brzih motora koristi se cilindrični rotor.



Slika 2. Shema glavne električne mrežae na brodu

1.2. Rad sinkronog motora

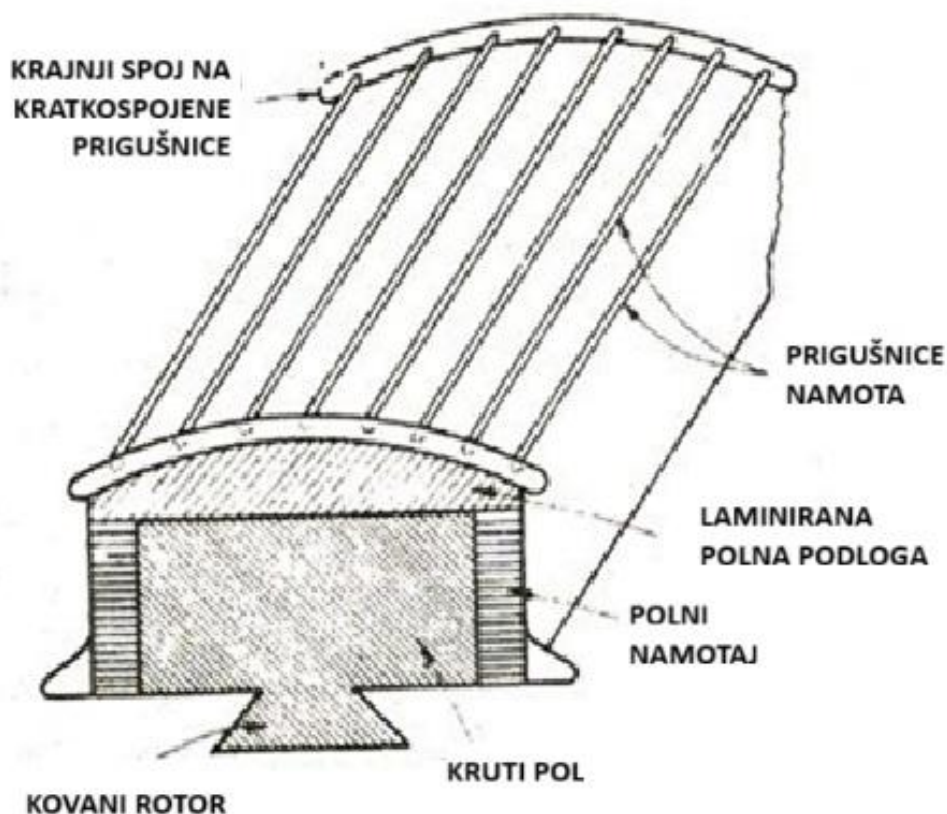
Stator i rotor su dva glavna dijela sinkronog motora. Stator je stacionarni dio, a rotor je rotirajući dio stroja. Trofazno izmjenično napajanje dovodi se do statora motora. Stator i rotor se pobuđuju odvojeno. Pobuđivanje je proces induciranja magnetskog polja na dijelovima motora uz pomoć električne struje.

Kada se trofazno napajanje dovodi do statora, rotirajuće magnetsko polje razvija se između razmaka statora i rotora. Polje s promjenjivim polaritetima poznato je kao rotirajuće magnetsko polje. Rotirajuće magnetsko polje razvija se samo u polifaznom sustavu. Polifazni sustav je sustav distribucije električne energije koji koristi više faza izmjenične struje. Zbog rotirajućeg magnetskog polja, sjeverni i južni pol se razvijaju na statoru.

Rotor se pobuđuje istosmjernim napajanjem. Istosmjerno napajanje inducira sjeverni i južni pol na rotoru. Kako istosmjerno napajanje ostaje konstantno, tok induciran na rotoru ostaje isti. Dakle, tok ima fiksni polaritet. Sjeverni pol se razvija na jednom kraju rotora, a južni pol na drugom kraju.

Sinkroni motor je uređaj koji pretvara izmjeničnu struju u mehanički rad pri sinkronoj brzini. Pokretanje sinkronog motora ne događa se samo od sebe. To znači da sinkroni motor ne može sam pokrenuti. Može se pokrenuti sljedećim metodama navedenima u nastavku.

Danas se na osovinama velikih sinkronih motora nalazi sustav uzbude bez četkica. Ovi uzbudnici se koriste kao pokretači motora.



Slika 3. Dio rotora sinkronog motora

1.2.1. Sustav uzbude sinkronog stroja

Za uzbudu namota polja rotora sinkronog stroja potrebna je istosmjerna struja. Istosmjerna struja se dovodi u polje rotora malog stroja s pomoću generatora istosmjerne struje koji se naziva pobudni uređaj.

Trenutačno veliki sinkroni strojevi koriste sustav uzbude bez četkica. Pobudni uređaj bez četkica je mali izravno spojeni generator izmjenične struje s pobudnim krugom na statoru i armaturnim krugom na rotoru. Trofazni izlaz pobudnog generatora izmjenične struje ispravlja se s pomoću ispravljača u čvrstom stanju. Ispravljeni izlaz je izravno spojen na pobudni namot, čime se eliminira upotreba četkica i kliznih prstenova.

Sustav uzbude bez četkica zahtijeva manje održavanja zbog odsutnosti četkica i kliznih prstenova. Gubitak snage je također smanjen. Istosmjernu struju potrebnu za polje samog pobudnog uređaja ponekad osigurava mali pilotni pobudni uređaj. Pilotni pobudni uređaj je mali generator izmjenične struje s permanentnim magnetom montiranim na osovini rotora i trofaznim namotom na statoru. On osigurava struju polja pobudnog uređaja. Pobudni uređaj dovodi struju polja glavnog stroja. Dakle, korištenje pilotnog uzbudnika čini pobudu glavnog generatora potpuno neovisnom o vanjskim napajanjima.

1.2.2. Glavne značajke sinkronog motora

- Brzina sinkronog motora neovisna je o opterećenju, tj. promjena opterećenja ne utječe na brzinu motora,
- Sinkroni motor se ne pokreće sam od sebe, odnosno primarni pogon koristi se za rotaciju motora pri njegovoj sinkronoj brzini,
- Sinkroni motor radi i za vodeći i za zaostajući faktor snage,
- Sinkroni motor se također može pokrenuti uz pomoć prigušnih namota.

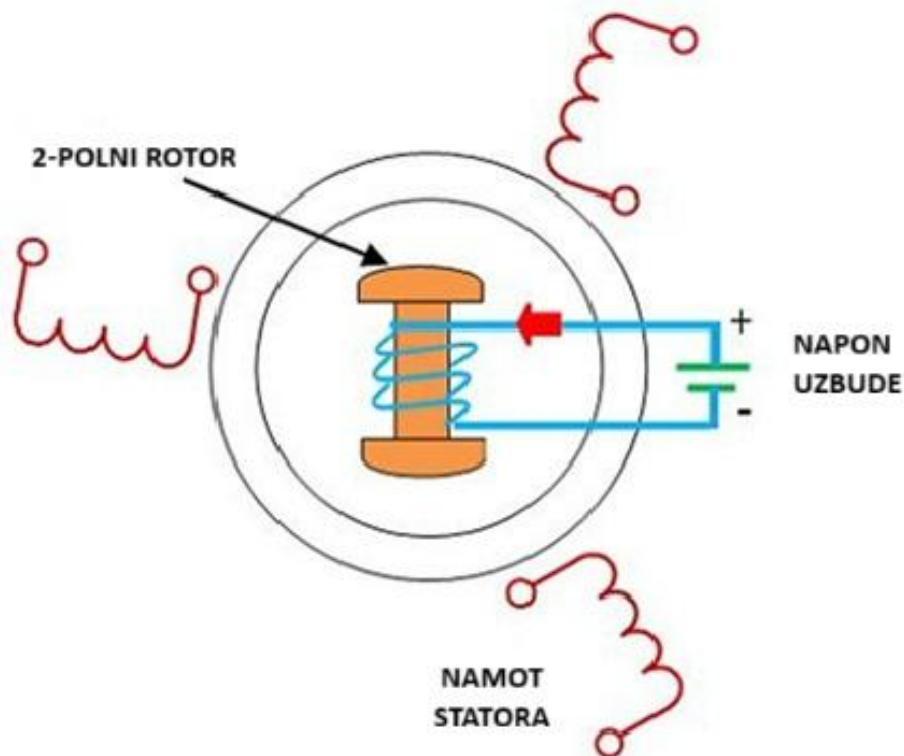
1.3. Sinkroni generatori

Definicija

Sinkroni generator ili alternator je električni stroj koji pretvara mehaničku snagu iz glavnog pogonskog motora u izmjeničnu električnu energiju određenog napona i frekvencije. Sinkroni motor uvijek radi konstantnom brzinom koja se naziva sinkrona brzina.

Sinkroni generator radi na principu Faradayevih zakona elektromagnetske indukcije. Elektromagnetska indukcija navodi da se elektromotorna sila inducira u armaturnoj zavojnici ako se ona okreće u uniformnom magnetskom polju. Elektromotorna sila će se također generirati ako se polje okreće i vodič postane stacionaran. Dakle, relativno gibanje između vodiča i polja inducira elektromotornu silu u vodiču. Oblik vala induciranog napona uvijek je sinusoidna krivulja.

Rotor i stator su rotirajući i stacionarni dio sinkronog generatora. Oni su komponente sinkronog generatora koje generiraju energiju. Rotor ima pol polja, a stator se sastoji od armaturnog vodiča. Relativno gibanje između rotora i statora inducira napon između vodiča.



Slika 4. Sinkroni generator

1.3.1. Primjena sinkronog generatora

Trofazni sinkroni generatori imaju mnoge prednosti u proizvodnji, prijenosu i distribuciji. Veliki sinkroni generatori koriste se u nuklearnim, termoelektranama i hidroelektranama za generiranje napona.

Sinkroni generator snage 100 MVA koristi se u proizvodnim stanicama. Transformator snage 500 MVA koristi se u super termalnim elektranama. Sinkroni generatori su primarni izvor električne energije. Za proizvodnju velike energije, stator sinkronog generatora dizajniran je za napone između 6.6 kV i 33 kV.

Aktivna snaga

Definicija

Snaga koja se stvarno troši ili koristi u izmjeničnom krugu naziva se stvarna snaga ili aktivna snaga ili realna snaga. Mjeri se u kilovatima (kW) ili MW. To su stvarni rezultati električnog sustava koji pokreće električne krugove ili opterećenje.

Reaktivna ili jalova snaga

Definicija

Snaga koja teče natrag i natrag, što znači da se kreće u oba smjera u krugu ili reagira sama na sebe, naziva se reaktivna snaga ili jalova snaga. Jalova snaga mjeri se u kilovolt-amper-reaktivnim (kVAR) ili MVAR.

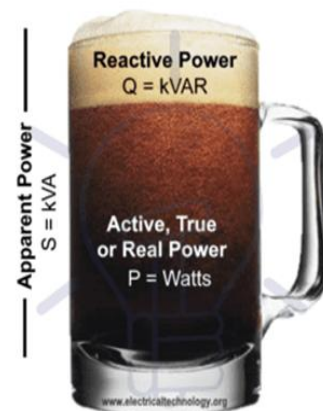
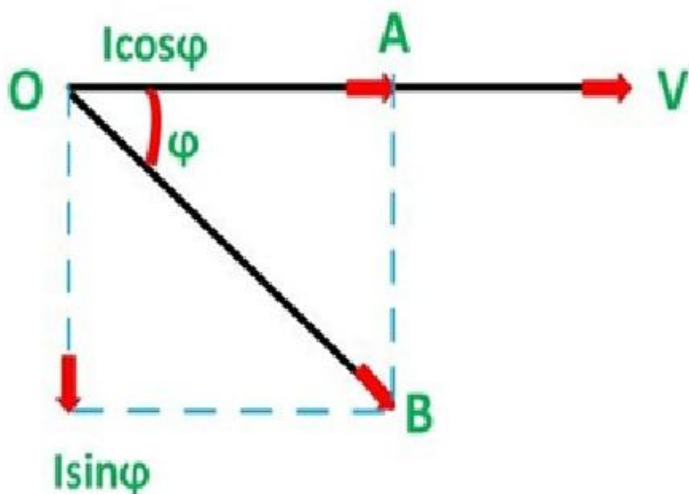
Prividna snaga

Definicija

Umnožak efektivne vrijednosti napona i struje poznat je kao prividna snaga. Ova snaga se mjeri u kVA ili MVA.

Aktivna snaga = napon x struja u fazi s naponom.

Jalova snaga = napon x struja izvan faze s naponom.



Beer Analogy of Active, Reactive & Apparent Power

Beer Analogy of Active power, Reactive power, Apparent Power and Power factor

Slika 5. Dijagram faza induktivnog kruga

Uzimajući napon U kao referencu, struja I zaostaje za naponom U za kut φ . Struja I se dijeli na dvije komponente:

- $I \cos \varphi$ u fazi s naponom V
 - $I \sin \varphi$ koji je 90 stupnjeva izvan faze s naponom U
- Stoga, sljedeći izraz prikazan u nastavku daje aktivnu, jalovu i prividnu snagu.
- Aktivna snaga $P = U \times I \times \cos \varphi = U \times I \times \cos \varphi$
 - Jalova snaga P_j ili $Q = U \times I \times \sin \varphi = U \times I \times \sin \varphi$
 - Prividna snaga P_a ili $S = V \times I = U \times I$

Aktivna komponenta struje

Komponenta struje koja je u fazi s naponom strujnog kruga i doprinosi aktivnoj ili stvarnoj snazi strujnog kruga naziva se aktivna komponenta ili vatna komponenta ili komponenta struje u fazi.

Jalova komponenta struje

Komponenta struje koja je u kvadraturi ili 90 stupnjeva izvan faze s naponom strujnog kruga i doprinosi jalovoj snazi strujnog kruga naziva se jalova komponenta struje.

1.4. Sinkroni generatori

U modernim generatorima uzбудnici su statički. Istosmjerna struja za elektromagnet dolazi iz samog glavnog izlaza generatora. Brojni tiristori velike snage ispravljaju izmjeničnu struju kako bi proizveli istosmjernu struju koja se dovodi do rotora kroz klizne prstenove. To eliminira probleme s radom i održavanjem povezane s posjedovanjem drugog rotirajućeg stroja. Statički uzbudnici nude bolju kontrolu izlaza od elektromehaničke kontrole.

Tijekom pokretanja, kada nema izlaza iz generatora, velika baterijska sklopka osigurava potrebnu snagu za pobudu.

1.4.1. Uzbudni sustav bez četkica

Druga metoda je sustav bez četkica. U ovom sustavu armatura uzbudnog sustava nalazi se na samom vratilu rotora. Istosmjerni izlaz ove armature, nakon ispravljanja s pomoću poluvodičkih uređaja, ide na zavojnice rotora. Budući da su armatura i rotor na istoj rotirajućoj osovinu, to eliminira potrebu za kliznim prstenovima. Stoga se smanjuju zahtjevi za održavanje i rad, a time i poboljšava pouzdanost.

Tiristorski statički sustav pobude, zbog svojih brojnih prednosti, izvrsnih karakteristika odziva, jednostavnog održavanja i pojednostavljene konstrukcije glavnog stroja, sada se široko koristi za vodene ili parne turbine srednjeg i velikog kapaciteta. Regulator napona i sustav statičke pobude s potencijalnim izvorom funkcioniraju za kontrolu napona sinkronog generatora izravnim upravljanjem istosmjernom strujom polja generatora.

1.4.2. Tiristorski ispravljački most i tiristorski elementi

Trofazni ispravljački krug s punim mostom ima karakteristike brzog odziva. Kompaktni dizajn kabine ostvaren je s tiristorskim elementima s velikom strujom uključenog stanja i

visokim obrnutim naponom te prisilnim hlađenjem zrakom. Tiristorski elementi ugrađeni su u ladicu i mogu se mijenjati tijekom rada. Za bolje isplative performanse, može se proizvesti i tip bez ladice.

Treperenje polja

Krug treperenja polja potreban je kada se generator pokrene zbog sustava samopobude. Kao početni izvor napajanja pobude obično se koristi istosmjerna baterija. Izmjenično napajanje također se može usvojiti s pomoću ispravljača i transformatora.

Potiskivanje polja

Funkcija potiskivanja je brzo smanjenje energije polja kada je to potrebno, a također, i odvajanje kruga rotora od sustava uzbude. Općenito se koristi istosmjerni prekidač polja. Za bolje isplative performanse može se isporučiti statički sustav prekidača polja. Ovaj sustav smanjuje energiju polja preokretanjem napona pobude s pomoću kontrola vrata ispravljača.

Zaštita od prenapona

C-R apsorberi i varistori ugrađeni su u svaki izmjenični i istosmjerni krug za zaštitu tiristorskih elemenata od prenapona. U sustavima s velikim kapacitetom, na izmjeničnom krugu se prilagođava polužni krug.

Uzbudni transformator

Uzbudni transformator smanjuje napon napajanja na razinu potrebnu za uzbudu. Općenito se koristi suhi tip za mali kapacitet ili uljni tip za veliki kapacitet.

Nadzorni uređaji

Dostupni su alarmi za pregorjeli osigurač tiristora, kvar ventilatora za hlađenje i visoku temperaturu zraka. Pretvarač temperature rotora i detektor uzemljenja polja mogu se opcionalno ugraditi u ormare za uzbudu.

1.4.3. Uzbudni sustavi

Oni imaju snažan utjecaj na dinamičke performanse i raspoloživost generatora, osiguravaju kvalitetu napona generatora i reaktivne snage, tj. kvalitetu isporučene energije potrošačima.

Uobičajeni su sljedeći tipovi:

- Uzbudni sustavi bez četkica, s rotirajućim uzbudnim strojevima i automatskim regulatorom napona,
- Statički uzbudni sustavi, koji napajaju rotor izravno iz tiristorskih mostova putem četkica.

Glavne funkcije uzbudnog sustava su osiguravanje promjenjive istosmjerne struje s kratkotrajnim preopterećenjem, kontrola napona na terminalima s odgovarajućom točnošću, osiguranje stabilnog rada s mrežom i drugim strojevima, doprinos prijelaznoj stabilnosti nakon kvara, komunikacija s upravljačkim sustavom elektrane i održavanje stroja unutar dopuštenog radnog raspona.

Uzbuda / napon uzbude ili preciznije uzbudni sustav generatora izmjenične struje jedno je od vodećih područja sumnji i pitanja koja se postavljaju u intervjuima. Dok ovi veliki strojevi

rade na Faradayevom zakonu elektromagnetske indukcije, potreban im je neki izvor energije ne samo za stvaranje magnetskog polja već i za njegovu kontrolu izbjegavajući promjene napona. Uostalom, kontrola magnetskog polja automatski će kontrolirati izlazni napon alternatora.

Stabilno magnetsko polje proizvodi se tako da dolazi do uzbuđenja, odnosno istosmjerni napon dovodi se na namote polja rotora iz istosmjernog generatora spojenog sinkrono na istu osovinu. Tok se proizvodi u namotima polja rotora istosmjernim napajanjem dok razina uzbuđenja ovisi o struji opterećenja, brzini i faktoru snage stroja.

1.5. Što je napon uzbude?

Napon uzbude ili struja je količina električne energije (istosmjerne struje) koja se dovodi u namot uzbude rotora alternatora kako bi se stvorio magnetski tok i magnetsko polje. Izlazni napon alternatora ovisi o magnetskom polju, a time i o naponu uzbude. Stoga se uređaj koji se naziva automatski regulator napona ugrađuje i koristi za kontrolu konačnog izlaza podešavanjem napona uzbude. Uobičajeno se u tu svrhu koristi generator istosmjerne struje sinkroniziran i spojen s alternatorom na istoj osovinu.

Dok većina dizajna koristi konvencionalni generator istosmjerne struje, nekoliko dizajna također koristi istosmjernu bateriju u tu svrhu. Alternator koji daje vlastiti napon uzbude naziva se samouzbudeni alternatori. Jedini problem s njima, i za izmjenične i za istosmjerne generatore, je što ih je potrebno držati izoliranim od vanjskog opterećenja tijekom početnog razdoblja pokretanja. Kod generatora istosmjerne struje ili pobude, uzbuda polja se generira samo kada polovi posjeduju određeni preostali magnetizam. Pri rotaciji osovine generatora, preostali magnetizam generira mali napon u armaturi. To dovodi do stvaranja još veće jakosti polja, a time i većeg izlaznog napona i tako dalje.

1.5.1. Zašto se za pobudu u alternatorima koristi samo istosmjerna struja?

Magnetski tok i brzina dva su ključna elementa za stvaranje elektromotorne sile u alternatoru. Namot polja rotora stvara jako magnetsko polje kada je izložen istosmjernoj struji. Mogu se primijeniti različiti načini za dovod istosmjerne struje u namote rotora, ali dvije glavne vrste su statički i rotacijski. Dok rotacijska metoda može uključivati izmjenični ili istosmjerni uzбудnik montiran na istu osovinu. Statički uzбудnik koristi tiristor za ispravljanje izmjenične struje kako bi proizveo istosmjernu struju.

1.5.2. Vrste sustava pobude

Magnetski tok i brzina dva su ključna elementa za stvaranje elektromotorne sile u alternatoru. Namot polja rotora stvara jako magnetsko polje kada je izložen istosmjernoj struji. Mogu se primijeniti različiti načini za dovod istosmjerne struje u namote rotora, ali dvije glavne vrste su statički i rotacijski. Dok rotacijska metoda može uključivati izmjenični ili istosmjerni uzбудnik montiran na istu osovinu. Statički uzбудnik koristi tiristor za ispravljanje izmjenične struje kako bi proizveo istosmjernu struju.

1.5.2.1. Istosmjerna uzbuda

U tipičnom konvencionalnom alternatoru imamo mali istosmjerni generator koji se naziva glavni uzбудnik, a spojen je na istu osovinu kao i alternator. Istosmjerna struja koju proizvodi uzбудnik pri rotaciji osovine zatim se dovodi do namota rotora putem četkica i kliznih prstenova. Ovaj napon uzbude zatim se kontrolira promjenom struje polja glavnog uzbudnika putem pilot uzbudnika.

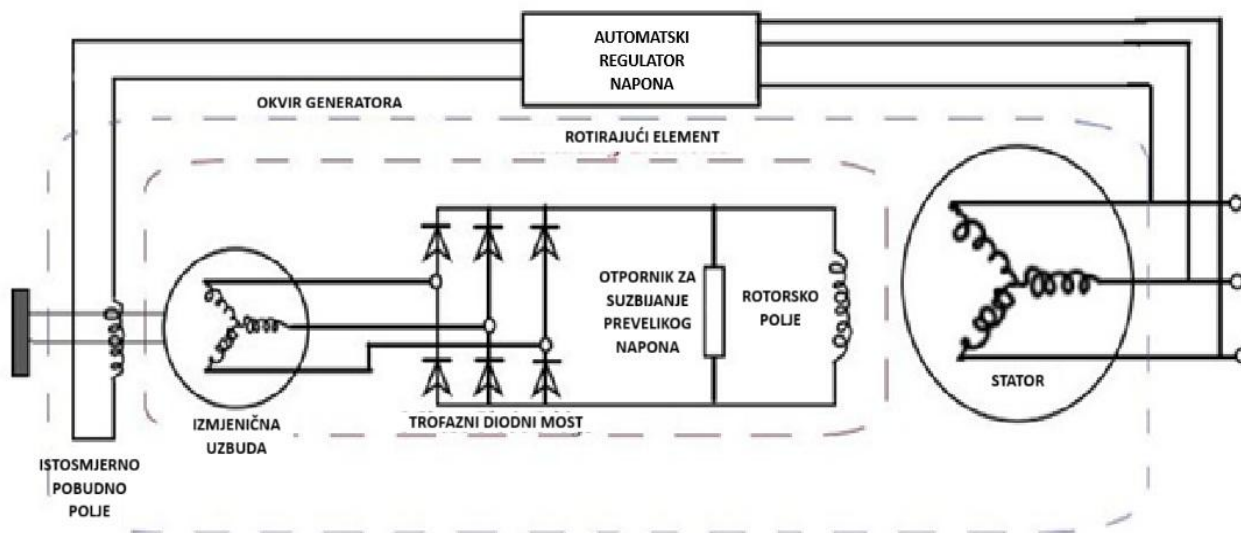
Automatski regulator napona zatim se koristi za kontrolu pilotnog i glavnog napona uzbude prema zahtjevu na izlaznom terminalu. Dakle, kontroliranjem napona uzbude na namotima polja rotora, konačni izlazni napon alternatora može se mijenjati ili održavati konstantnim. Dok su kod većine dizajna primarni i glavni uzбудnik montirani na istu osovinu, kod nekih dizajna mogu biti odvojeno pokretani motorom.

1.5.2.2. Tiristorska statička uzbuda

Metoda statičke uzbude koristila je snagu samog alternatora za dovod pobudnog napona. Omogućuje brži i bolji odziv uz niske troškove rada. Obično koriste tiristorski ispravljač za pretvaranje izmjenične u istosmjernu struju koja se zatim dovodi u rotor s pomoću četkica i kliznih prstenova. Prvo se izlaz iz alternatora smanjuje s pomoću uzbudnog transformatora, a zatim se ispravlja za dovod u rotor.

Ovo je nepopularan, ali najučinkovitiji način uzbude jer pomaže u smanjenju operativnih troškova eliminirajući troškove održavanja, gubitke trenja i gubitke zbog komutatora i namota. Zaseban izvor energije koristi se tijekom pokretanja za proces uzbude; To se radi zato što na izlaznom terminalu alternatora nema izlazne struje za ispravljanje.

Općenito, zasebna baterija koristi se za osiguravanje početne uzbudne struje kako bi se dosegao željeni nazivni broj okretaja i nazivni napon. Nakon što se dosegne nazivni napon, statička uzbuda preuzima i održava uzbudno polje.



Slika 6. Shema uzbude sinkronog generatora

1.5.2.3. Sustav uzbude bez četkica

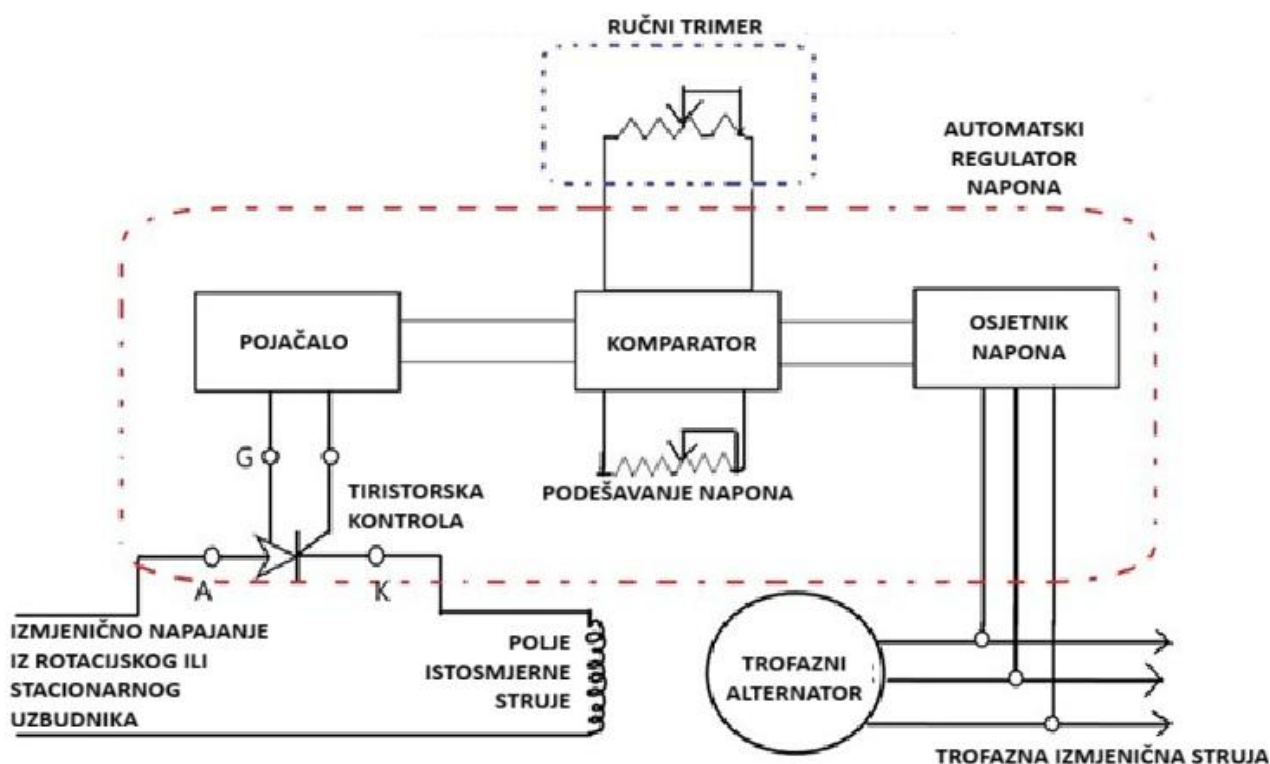
To je metoda uzbude s armaturnim namotom uzбудnika na istoj osovinu. U osnovi, ovaj sustav sastoji se od ispravljača, glavnog uzбудnika i pilotnog uzбудnika s poljima permanentnih magneta (mislim na generator s permanentnim magnetom koji proizvodi magnetska polja). Izlaz armature dovodi se do ispravljača, a zatim do namota rotorskog polja. Ovaj raspored armature i rotora na istoj osovinu eliminira potrebu za kliznim prstenovima i četkicama.

Odsutnost dijelova i problema poput kolektora, četkica, kliznih prstenova i ugljične prašine (problem) značajno poboljšava pouzdanost i performanse alternatora. Također pomaže u smanjenju troškova održavanja. U nekim izvedbama ugrađeni su čak i dodatni elektronički detektori koji daju alarme i isključenja u slučaju kvara diode.

1.5.3. Automatski regulator napon

Nagla promjena struje opterećenja generatora može dovesti do promjene njegovog izlaznog napona. To je zbog pada napona u namotu generatora. Neregulirani sustav uzbude stoga bi bio neprihvatljiv i neizvodljiv za održavanje izlazne snage pri promjenjivom opterećenju. Na brodskim i kopnenim elektranama postoji redovita fluktuacija u potražnji za opterećenjem. Ako ostane nereguliran, to bi destabiliziralo generatore.

Veličina i struktura pada napona uvelike ovise o karakteristikama opterećenja i oporavka generatora. Dok oporavak ovisi o automatskom regulatoru napona, regulatoru i sustavu uzbude. Automatski regulator napona prepoznaje izlazni napon generatora i u skladu s tim mijenja napon uzbude.



Slika 7. Shema automatskog regulatora napona

Konstrukcija i rad

Iako se dizajn automatskog regulatora napona mijenja ovisno o proizvođaču, neki osnovni ključni elementi poput transformatora (pričvršćenog na jedinicu za mjerenje napona), ispravljača, tranzistora i tiristora ostaju isti. Jedinica za mjerenje napona ispravlja i smanjuje napon na niski istosmjerni napon proporcionalno naponu na terminalu alternatora.

Ovaj izlazni istosmjerni napon zatim se uspoređuje s postavljenom i željenom vrijednošću uz pomoć komparatora. Svaka razlika između njih pokrenut će signal pogreške koji se zatim uvodi u tiristorski krug. Tiristor djeluje kao ispravljač i prekidač koji kontrolira količinu i veličinu uzbuđenog napona ili struje. Općenito na brodu uvijek postoji jedan ili dva rezervna automatska regulatora napona dostupna za zamjenu u slučaju sumnje na kvar.

Ostale ključne značajke automatskog regulatora napona uključuju:

- Brzi odziv,
- Pravilnu raspodjelu reaktivnog opterećenja na generatore koji rade u paraleli.
- Alarmi i isključenja zbog podnapona ili prenapona.

1.5.4. Tiristor

Tiristor je elektronička komponenta koja se može koristiti za stvaranje sklopa za zaključavanje. Ima tri vodiča koji se nazivaju anoda, katoda i ulaz. Normalno, struja ne teče kroz tiristor osim ako je napajanje spojeno na uređaj i mala količina struje se ne primijeni na ulaz.

Tiristor je poput dva tranzistora postavljena jedan uz drugi. Kada mala struja teče kroz ulaz, ona uključuje jedan od tranzistora i uzrokuje njegov pad prema katodi. Struja zatim teče kroz bazu drugog tranzistora i uključuje ga. Nakon što su oba tranzistora uključena, struja može slobodno teći kroz cijeli tiristor. Struja može teći samo u jednom smjeru kroz tiristor i ne teče struja ako se primijeni obrnuti napon.

Tiristor ostaje uključen čak i ako se struja ulaza ukloni jer se dva tranzistora međusobno drže uključenima. Ova karakteristika čini tiristore vrlo korisnima u alarmnim krugovima.

Tiristor je poluvodič u čvrstom stanju s četiri sloja koji se koristi u elektroničkim uređajima i opremi za kontrolu električne snage ili izlazne struje putem tehnike upravljanja faznim kutom. Tiristor je također poznat kao poluvodički kontrolirani ispravljač ili silicijem kontrolirani ispravljač.

Tiristor radi kada mala struja teče kroz vrata, omogućujući većoj struji da teče od anode do katode i da se zaključa. Anoda je pozitivni terminal, dok je katoda negativni terminal. Tiristor je elektronička komponenta koja se može koristiti za stvaranje sklopa za zaključavanje.

Razlika između diode i tiristora je u tome što je dioda elektronički uređaj koji omogućuje protok struje samo u jednom smjeru, dok je tiristor poluvodička dioda koja ima dodatna „vrata“ terminal za uključivanje.

Pripremio: Tonči Munitić, upravitelj stroja

Je li brod za prijevoz ukapljenog prirodnog plina na nuklearni pogon moguć?



Slika 1. Brod za prijevoz ukapljenog prirodnog plina na nuklearni pogon

Predstavljen je standardni dizajn broda za prijevoz ukapljenog prirodnog plina da ilustrira kako se može primijeniti tehnologija nuklearne fisije za brodski pogon u budućnosti.

Reaktori korišteni u ovoj studiji bili su namijenjeni za primjenu na kopnu. Primarne pretpostavke dizajna bile su:

- Veličina reaktora relativno je fiksna omogućiti njihovu masovnu proizvodnju. Na primjer, samo ako se odabere reaktor od 30 MW radije će se koristiti višekratnici te veličine nego pokušaj povećanja reaktora ili do teoretske instalirane razine snage.

- Visokotemperaturni plinom hlađeni reaktor (HTGR - High Temperature Gas Cooled Reactor) odabran za ovu studiju je napredni reaktor s poboljšanim svojstva izvedbe, uključujući inherentne sigurnosne i sigurnosne značajke. Relativno visoke radne temperature omogućiti veću učinkovitost energije pretvorbe, dok niži operativni pritisci dopuštaju manju zone planiranja za slučaj nužde (EPZ - Emergency Planning Zones), u usporedbi s konvencionalni kopneni nuklearni reaktori. Visokotemperaturni plinom hlađeni reaktor je vrsta nuklearnog reaktora koji koristi helij kao rashladno sredstvo i grafit kao moderator, sposoban postići vrlo visoke izlazne temperature za različite primjene, uključujući proizvodnju električne energije i vodika.

- Povećana razina redundantnosti, u usporedbi s onim što se obično vidi u normalnom dizajnu plovila pretpostavlja se da je potreban za komercijalni brod na nuklearni pogon. To uključuje pružanje alternativna sredstva propulzije putem redundantnog motori i proizvodnje energije, kao i napajanje u nuždi koje osiguravaju dizel generatori za siguran povratak u luku slučaj kvara reaktora.

- Reaktori će biti smješteni iza smještajnog bloka da zaštitu kriogeni teret od odjeljenja reaktora koje je toplinsko opterećeno. Za zaštitu od sudar, odjeljci reaktora će postaviti iznad dna B/15 linije oštećenja i unutar B/5 poprečnog oštećenja.

- Također se pretpostavlja da nuklearni reaktori će biti dopunjeni baterijom snaga u električnom pogonu konfiguracije za mogućnosti praćenja opterećenja najveće vrijednosti što će biti teže postići s nuklearnim reaktorima koji su obično dizajnirani za stalnu proizvodnju energije. Baterije će osigurati kontinuirano napajanje svih sustava plovila na ograničeno vrijeme u slučaju kvara na glavnoj električnoj ploči prije nego se uključe diesel generatori u sustav napajanja. Tehnologija nuklearnog reaktora za komercijalne pomorske primjene su ograničene na male modularne reaktore (SMR - Small Modular Reactor) - dizajniran za generiranje između 10 i 300 MWe, i mikroreaktori - dizajnirani za generirati do 10 MWe.

1. Ekonomičnost izbora nuklearnog reaktora

Smatra se da je HGTR već tvornički izrađeni prema standardnom dizajnu ekonomični te nema dodatnih troškova licenciranja. HTGR-ovi, kao što je napredni BWXT nuklearni reaktor (BANR - BWXT Advanced Nuclear Reactor), imaju nižu toplinsku snagu. Karakteriziraju ih neizbježne sigurnosne značajke, izvrsno zadržavanje produkata fisije u gorivu i rad na visokim temperaturama, pogodan za isporuka industrijske procesne topline.

Iako mogu imati ograničenja za upotrebu na brodu, zbog visoke temperatura, imperativ je da se toplina iz reaktora rasprši kroz ventilaciju daleko od ukapljenog prirodnog plina.

Međutim, ponovna obrada ili odlaganje istrošenog nuklearnog goriva (TRISO - TRIsstructural-ISOTropic) nisu potpuno razvijeni i možda treba biti usmjeren na ostvarivanje prednosti ovih goriva. HTGR su modularni, tvornički proizvedeni sustavi koji su mali i dovoljno lagani da se mogu transportirati željeznicom, brodom ili kamionom.

Hlađeni su helijem i koriste HALEU (High-Assay Low-Enriched Uranium) 19.75 % obogaćen uranovim oksikarbidiom (UCO – Uranium Oxycarbide) TRISO gorivo i grafitna matrica moderator za proizvodnju 50 MW topline (MWt) u području energije toplinskih neutrona. Predlaže se nominalni Rankineov ciklus pare s učinkovitošću od 35 % za generiranje 17.5 MWe neto.



Slika 2. Smještaj prostorije na brodu za prijevoz ukapljenog prirodnog plina na nuklearni pogon

Međutim, viša temperatura izlaza jezgre može omogućiti izravnom Braytonovom ciklusu ili kombiniranom ciklusu povećanje učinkovitosti s 35 % na više od 50 %.

Napredni senzori omogućuju poluautonomno upravljanje, a nominalni vijek trajanja od pet godina prije zamjene jezgrenih kliznih elemenata omogućio bi punjenje gorivom u posebnom suhom doku svakog broda. Tehnički zahtjevi za komercijalne brodove na nuklearni pogon razlikuju se od vojnih nuklearnih brodova na sljedeće načine:

1) Komercijalni brodovi ne mogu imati veliku posadu posvećenu upravljanju nuklearnom elektranom iz administrativnih i financijskih razloga,

2) Ne smiju predstavljati povećanu prijetnju nuklearnom širenju iz sigurnosnih i zaštitnih razloga,

3) Luke koje posjećuju ne smiju usvojiti posebne aranžmane za evakuaciju zbog javne percepcije i sigurnosnih razloga,

4) Komercijalni brodovi moraju biti konkurentni po cijeni i trebali bi biti projektirani s ekonomičnošću kao ključnim faktorom,

5) Moraju održavati prihvatljivu razinu sigurnosti čak i u svim scenarijima nesreća, uključujući nasukavanje i prevrtanje,

Postoje i drugi tehnički zahtjevi koje elektrana mora zadovoljiti, što se može pokazati kao prednost nuklearne elektrane u odnosu na druge pogone na gorivo:

a. Elektrana (uključujući sve pomoćne uređaje i gorivo) mora biti što kompaktnija i lakša, koliko je to praktično izvedivo za dani domet i zahtjeve za snagom,

b. Postrojenje mora biti što jednostavnije za održavanje tijekom kratkih razdoblja suhog doka,

c. Također mora ponuditi domet koji omogućuje brodu da radi duž predložene rute, tj. dizajn bi trebao smanjiti potrebu za dopunjavanjem gorivom,

d. Mora biti dovoljno fleksibilna da se prilagodi promjenjivim profilima opterećenja broda, s dugoročnijim oscilacijama, poput onih tipičnih za vrijeme na moru, vrijeme u luci i vrijeme u brodogradilištu, kao i prolaznim varijacijama snage, poput onih koje se javljaju tijekom manevriranja ili rukovanja teretom.

To je poznato kao sposobnost praćenja opterećenja.

Ostala razmatranja dizajna proizlaze od osnovne brodogradnje i zahtjeva nuklearne tehnologije.

1. Poželjna je nuklearna elektrana preko izravnog pogona s turbinom iz nekoliko razloga:

a. Omogućuje odvajanje lokacije reaktora od glavnog pogona, čime se omogućuje optimizacija sigurnosti reaktora,

b. Lakše se povezuje s alternativnim sustavima/opremom za proizvodnju energije u nuždi,

c. Najfleksibilniji je u smislu upravljanja energijom, posebno kada je povezan s baterijama,

d. Pogodan je za redundantnost.

2. Na lokaciju nuklearnog reaktora utječu sljedeći čimbenici:

a. Karakteristike zaštite od zračenja, s posebnim naglaskom na težinu i volumen u odnosu na trim broda, stabilnost i strukturna čvrstoća,

b. Konstrukcijska ili mehanička zaštita od sudara, nasukavanja i zlonamjernih napada,

c. Sigurnosni sustavi za zaštitu od neovlaštenog pristupa,

d. Ubrzanja i vibracije broda koje se javljaju u svim operativnim profilima,

e. Razmatranja pomoćnih strojeva za proizvodnju energije i opasnosti od eksplozije,

f. Razmatranje teretnih prostora i operacija utovara / istovara,

g. Razmatranje održavanja reaktora i jednostavnost ugradnje / uklanjanja,

3. Ako se praćenje opterećenja nuklearne elektrane nadopuni uključivanjem baterija za smanjenje vršnih opterećenja, njihova lokacija mora uzeti u obzir rizik od požara i eksplozije, zahtjeve opasnog područja, nadzor, pristup, težinu i probleme sa zamjenom.

4. Izbor turbo strojeva i postrojenja za proizvodnju električne energije uglavnom je rezultat funkcionalnih karakteristika reaktora i radnih temperatura, budući da se to dvoje mora projektirati zajedno.

U ovoj fazi, stvaranje, rukovanje, skladištenje i aranžmani za ispuštanje nuklearnog otpada ne mogu se detaljno obraditi.

2. Zahtjevi za proizvodnju električne energije

Kapacitet električne energije HTGR-a razumno odgovara ukupnom instaliranom zahtjevu za napajanje standarda broda za prijevoz ukapljenog prirodnog plina s membranskim tankovima od 145000 m³.

Za ovaj tip plovila ukupna procijenjena potrebne instalirana snaga treba biti oko 35000 kW. Za rad pomoćnih strojeva i potrebe prostorija za smještaj posade bilo bi potrebno 11650 kW, dok preostalih 23350 kW bi bilo potrebno za postizanje brzine od 19.5 čvorova.

Ovaj zahtjev za snagom može biti zadovoljen korištenjem dvije standardne nuklearne elektrane s dvije parne turbine po reaktoru, svaka s pretpostavljenom učinkovitosti pretvorene snage od 35 %.

Pod pretpostavkom da je ovo ograničenje 60 % maksimuma izlazne snage, dva reaktora i četiri turbine omogućuju proizvodnju snage od minimalnog 5250 kWe do punih 35000 kWe.

Ovim se osigurava određena zaliha i poboljšana otpornost na kvarove turbina, iako po cijenu povećanja kapitala rashoda (CAPEX - Capital Expenditures) i složenosti postrojenja.

Kada je potrebna niža razina snage, to bi se postiglo zaustavljanjem dvije ili tri od četiri turbine te ponovilo punjenje kompleta pomoćnih baterija. Alternativno, bi se mogla osigurati napajanje na obalnu mrežu ako bi takvi sadržaji su bili dostupni u luci. Višak topline reaktora bi se izbacio kroz otvore za hlađenje reaktora. Predviđeni izvorni kopneni dizajni ovih reaktora zrakom hlađeni, prostorije s ventilatorom, kanali za dovod i odvod zraka cjevovod se moraju postaviti na palubu iznad reaktora i prostirali bi se iznad opasnih zonu kako bi se osigurao potreban protok zraka. Ovo odzračivanje viška topline bi trebalo podnijeti cjelokupno maksimalno opterećenje reaktora. Međutim, toplina isporučena u Rankineov parni ciklus djelomično bi se koristila u turbo generatorima, a djelomično izbačena kroz standardni parni kondenzatori hlađeni morskom vodom. Zamislivo je da se dio ove topline iskoristiti za smanjenje ukupnog električnog opterećenje za potrebe smještaja posade.

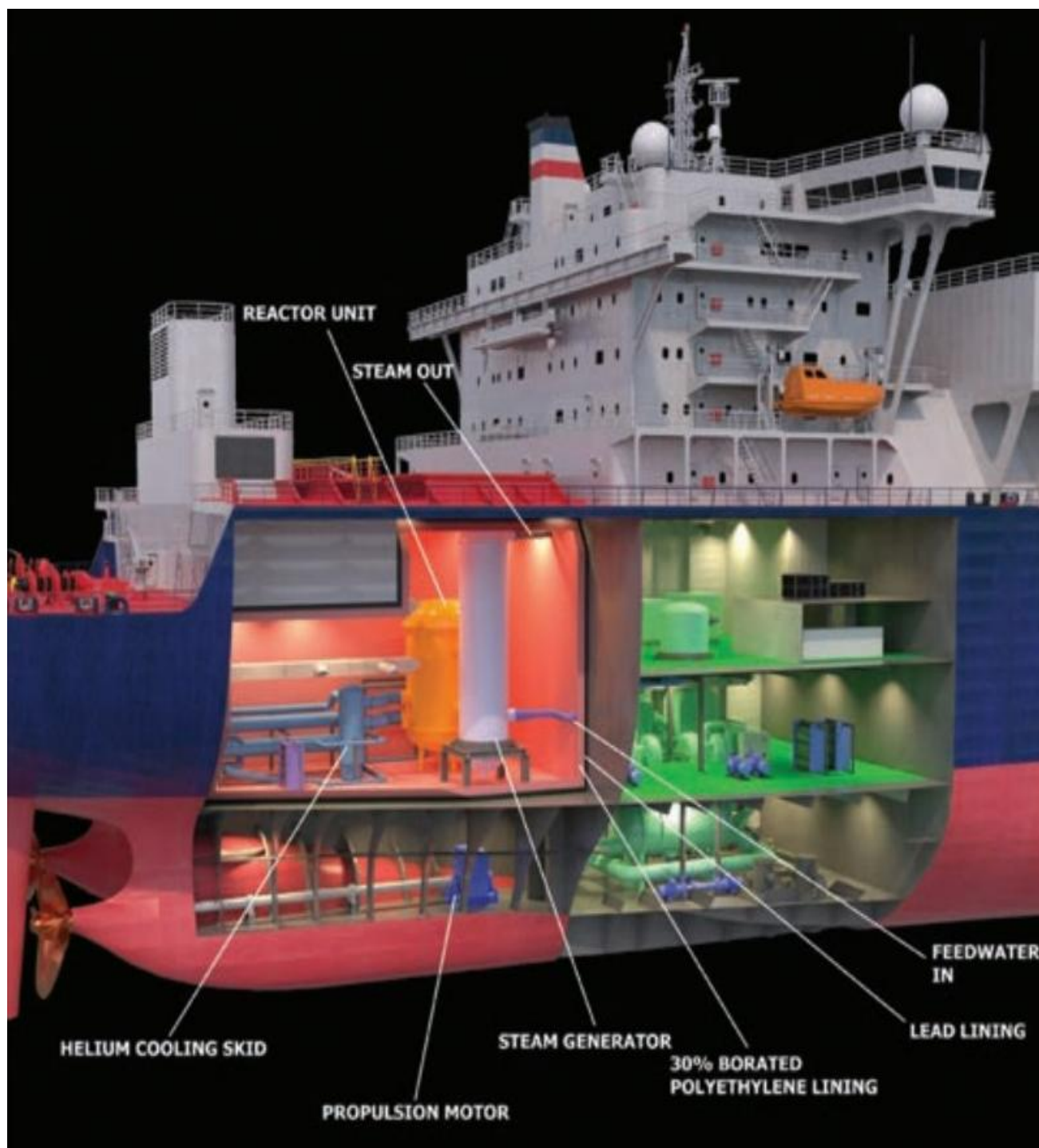
3. Smanjenje snage

Također treba napomenuti da se u slučaju nužde reaktori mogu dovesti u stanje smanjene snage ili isključiti, gdje se proizvedena toplinska energija znatno smanjuje. U tom slučaju, pomoćne baterije i dizelski generatori za hitne slučajeve napajali bi ventilacijski sustav.

Kriogeno izolirani teretni tankovi ukapljenog prirodnog plina znače da je plovilo osjetljivo na izvore topline u blizini teretnog bloka. Iz tog razloga, reaktorske prostorije nalaze se iza smještajnog bloka i prostorija za proizvodnju energije. Ventilacija reaktorskog odjeljka mogli bi se postaviti daleko na krmu i daleko od teretnog bloka. Svaki reaktorski odjeljak dug je 23 m, širok 15 m i visok 15 m. Sve granične površine prekrivene su 120 mm debelim 30 %

Udruga pomorskih strojara Split i Pomorski fakultet u Split

boriranim polietilenom za neutronska zaštitu i 60 mm debelim olovom za zaštitu od gama zraka. Ovaj primarni zaštitni sloj dodaje oko 300 tona težini reaktora, ali pomaže u smanjenju materijala za zaštitu od neutronske i gama zrake za ogradne pregrade i palube.



Slika 3. Smještaj prostorije u strojarnici

To rezultira ukupnom težinom zaštite od 2900 tona, što je dodatak na 2300 tona reaktora i pripadajućih elektrana. Odjeljci za proizvodnju energije su opsežniji, svaki je dug oko 22 m, širok 22 m i visok 26 m. Slično reaktorskim prostorijama, dva odjeljka za proizvodnju energije su odvojena uzdužnom pregradom, što osigurava poboljšanu redundanciju (a time i povećanu sigurnost i pouzdanost) u slučaju poplave ili požara u jednom od dva odjeljka.

Elektromotori pokreću glavne pogonske jedinice broda. Na krmi broda nalaze se dva propelera i dva kormila, koja pruža dovoljno prostora za dva motora od 11675 kW u blizini propelera ispod reaktorske prostorije. Pregrade i palube koje odvajaju prostor za kormilarski uređaj, strojarnica i prostorija reaktora obložene su toplinskom izolacijom od 500 mm.

Iako je HTGR sposoban pratiti opterećenje brzinom promjene od nekoliko postotaka po minuti, ovo možda neće biti dovoljno za rješavanje brzih promjena opterećenja tipičnih za manevriranje broda, stoga će se na pramcu postaviti mali pomoćni set baterija kapaciteta oko 54 MWh. Ove baterije ne mogu se koristiti kao alternativni izvor energije za siguran povratak u luku jer bi ukupna izdržljivost pri punoj snazi bila manja od dva sata.

4. Nedostatci

Međutim, ABS je otkrio da ovaj dizajn konfiguracija je imala dva glavna nedostatka:

Prvo, budući da težina reaktora, zaštite i opreme za proizvodnju energije premašuje težinu motora, strojeva, glavnih spremnika fosilnog goriva i dimnjaka konvencionalnog broda za prijevoz ukapljenog prirodnog plina za oko 700 tona, ravnotežu trima potrebno je djelomično obnoviti postavljanjem pomoćnih baterijskih setova (težine oko 270 tona) na pramac, gdje bi se preostalo fosilno gorivo konvencionalnog broda za prijevoz ukapljenog prirodnog plina obično skladištilo.

To podrazumijeva umjereno povećanje momenta savijanja / zatezanja balastnog broad što bi zahtijevalo nešto robusniju strukturu trupa.

Drugo, položaj reaktora na krmi implicira veća ubrzanja gibanja broda od one iskusne na ili blizu sredine broad. Iz tog razloga lokalna ubrzanja su procijenjena s pomoću Uredba IGC Kodeksa 4.28.2 „Smjernice za komponente ubrzanja.“

Konačno, HTGR treba puniti gorivom svakih pet godina. To podrazumijeva otvaranje reaktorske prostorije i uklanjanje reaktora, a to se može dogoditi samo u brodogradilištima ili drugim objektima koji su opremljeni za rukovanje radioaktivnim materijalom.

Održavanje i punjenje gorivom HTGR-a moralo bi se obaviti unutar normalnih vremena posebnog pregleda u suhom doku.

Izvor:

LNG Journal, The World's Leading LNG publication, February 2025

Pripremio: dr. sc. Frane Martinić, mag. ing.





SUDJELOVANJE NA SVEČANOSTI 61. PLAVA VRPCE VJESNIKA

Dana 1. prosinca 2025. svečanost dodjele priznanja 61. Plave vrpce Vjesnika održana je u hotelu Royal u Opatiji u organizaciji Sindikata pomorca Hrvatske. Na dodjeli Plave vrpce Vjesnika sudjelovao je dr. sc. Frane Martinić, predsjednik Udruge.

SUDJELOVANJE NA 8. SJEDNICI SREDIŠNJEG ODBORA SPH

Dana 2. prosinca 2025. na 8. sjednici Središnjeg odbora SPH održanoj u Opatiji raspravljalo se o problematici iz svijeta pomorstva te o međunarodnoj i nacionalnoj plovidbi. Sjednici je prisustvovao dr. sc. Frane Martinić, predsjednik Udruge.

POLAGANJE VIJENCA NA KATALINIĆA BRIJEGU

Dana 5. prosinca 2025. predsjednik 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“.

IZBORNA SKUPŠTINA I TRADICIONALNI 25. DOMJENAK

Dana 5. prosinca 2025. Izborna skupština i tradicionalni domjenak Udruge pomorskih strojara Split organiziran je u prostorijama doma Hrvatske vojske, Poljudsko šetalište 1 u Splitu. Za predsjednika Udruge je treći put zaredom jednoglasno izabran dr. sc. Frane Martinić. Dušan Vukojević je treći put zaredom jednoglasno izabran za potpredsjednika Udruge. U Upravni odbor izabrani su: Predsjednik UO Tonči Munitić, te članovi: Duje Ćubelić, Miroslav Dujmović, Tonći Gazde, Toma Gvozdanović, Igor Ivančić, Ivica Jelača, Tihan Konda, Gordan Krstulović, Frane Ničeno, Frano Perišić, Ante Petković, Neven Radovniković, Željko Samaržija, Goran Seferović, Tino Sumić i Frane Martinić. U Nadzorni odbor izabrani su: Predsjednik Ante Silić, te članovi: Špiro Naranča i Dinko Poduje. Blagajnik i dalje ostaje Ivan Krolo, a Tajnik Anđela Matenda.



Slika 1. Izborna skupština Udruge pomorskih strojara – Split



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



Slika 3. Žika Krstulović – Opara i Frane Martinić

NOVI POČASNI ČLAN UPSS

Na sastanku Upravnog odbora Udruge pomorskih strojara – Split održanoj 27. studenog 2025. godine na prijedlog člana UO Gordana Krstulovića za počasnog člana predložen je Živoje Krstulović - Opara, dipl. ing.

Na Izornoj skupštini dana 5. prosinca 2025. jednoglasno je donesena odluka da se Živoje Krstulović - Opara, dipl. ing. proglasi počasnim članom Udruge.

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,

Udruga pomorskih strojara Split i Pomorski fakultet u Split

- 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.

IZVJEŠTAJ O RADU UDRUGE TIJEKOM 2025. GODINE

Udruga pomorskih strojara – Split u proteklom razdoblju nastavila je sa svojim temeljnim djelatnostima, a to su: stručno uzdizanje svojih članova putem predavanja, stručnih rasprava i izdavanjem povremenih publikacija te posebno izdavanjem časopisa „Ukorak s vremenom“. Praćenjem, obrađivanjem i razmatranjem tehničkih, naučnih i gospodarskih pitanja područja pomorstva u suradnji s tijelima državne uprave, te s gospodarskim subjektima i znanstvenim ustanovama, čija je djelatnost vezana za pomorstvo. Sudjelovanjem u stručnoj organizaciji školstva za pomorske strojare i brodske elektroničare, nabavkom stručnih knjiga i časopisa te držanjem knjižnice na korist članovima Udruge, organizacijom društvenog života i stručnom suradnjom sa srodnim društvima.

Ove godine slavimo 92. godinu od osnutka Udruge pomorskih strojara – Split i jednina smo brodstrojarska udruga koja još uvijek funkcionira i djeluje u Republici Hrvatskoj. Udruga nastavlja s kontinuiranim radom i donosi dvobroj časopisa „Ukorak s vremenom“ 71-72, a to je već 36 godina od prvog izdanja. Iz tiskare je izašla monografije o 90 godina naše povijesti „Udruga pomorskih strojara – Split 1933. – 2023.“.

S podupirućim tvrtkama i ustanovama nastavljena je suradnja, a to su: Adria Winch – Split, Bernhard Schulte Shipmanagement – Split, Brodospas – Split, Brodsko upravljanje – Split, Cool Company Management – Split, Global Offshore Engineering – Split, Globtik Express Agency – Split, Hrvatski hidrografski institut – Split, Hrvatski pomorski muzej – Split, Hrvatski registar brodova – Split, Jadroplov – Split, Krilo Shipping Company – Krilo Jesenice, Pasat – Split, Plovput – Split, Pomorska škola u Splitu, Pomorski fakultet u Splitu, Sindikat pomoraca Hrvatske, Splitsko-dalmatinska županija i SSM – Split. S klasifikacijskim društvom Bureau Veritas iz Rijeke započeli smo suradnju, a obnovljena je i suradnja s Jadrolinijom iz Rijeke.

U dugogodišnjoj suradnji sa Sindikatom pomoraca Hrvatske stručni članci naših članova objavljuju se u glasilu sindikata „Pomorskom vjesniku“. Na poziv Tankerske plovidbe iz Zadra i Atlantske plovidbe iz Dubrovnika predsjednik Udruge prisustvovao je proslavama za 70. godina od osnutka ovih pomorskih kompanija. Svečanosti su održane u Zadru i Dubrovniku.

Svečanost dodjele 61. „Plave vrpce Vjesnika“ održana je prije nekoliko dana u Opatiji, a dodjeli je prisustvovao predsjednik Udruge.

Tijekom 2025. godine u prostorijama udruge ukupno je održano 9 sastanaka Upravnog odbora. Na sastancima su ukupno prisustvovala 139 člana, što daje prosjek od 14 prisutnih članova po sastanku. Znamo da više od polovine članova UO još uvijek plovi ili često putuje radi posla, može se zaključiti da je rad u Udruzi ipak bio aktivan. Sastancima su prisustvovala 24 različita člana udruge.

Tijekom 2025. godine udruga je imala dovoljno sredstava za svoje potrebe i kontinuirani rad.

PRIJEDLOG RADA UDRUGE ZA 2026. GODINU

Kao i svake godine, cilj nam je nastaviti sa svakodnevnom komunikacijom s članovima Udruge radi prikupljanja informacija o brodostrojarској i elektroenergetској tehnologiji koja se sve brže razvija na brodovima. Očuvanje i rast članstva zadaća je koji bih stavio na prvo mjesto za sljedeću godinu.

Za ostvarivanje općih društvenih interesa u pomorskoj djelatnosti predlažem plan rada Udruge za 2026. godinu koji je u skladu sa Statutom udruge.

1. Nastavak suradnje sa Sindikatом pomoraca Hrvatske.
2. Nastavak suradnje s Pomorskom školom u Splitu u cilju unaprjeđivanja pomorstva na nacionalnoj i međunarodnoj razini.
3. Nastavak suradnje s Pomorskim fakultetom u Splitu u cilju unaprjeđivanja pomorstva na nacionalnoj i međunarodnoj razini.
4. Nastavak suradnje s Hrvatskim pomorskim muzejom u Splitu.
5. Nastavak suradnje s Hrvatskom registrom brodova.
6. Nastaviti suradnju s Vojnim pomorskim učilištem u Lori.
7. Nastaviti suradnju s pomorskim agencijama, te doprinijeti zajedničkim djelovanjem na rješavanju aktualnih problema pomoraca.
8. U cilju popularizacije struke pomorskih strojara nastaviti s aktivnostima:
9. Sudjelovanje na konferencijama i skupovima vezanim uz pomorstvo;
10. Izdavanja informativnog i stručnog časopisa „Ukorak s vremenom“.
11. Budući da Udruga raspolaže respektabilnim stručnim knjižnim fondom, da bi bio dostupan strojarima, studentima i učenicima aktivnosti treba usmjeriti na razinu Grada Splita i Splitsko-dalmatinske županije u iznalaženju adekvatnog prostora za djelovanje Udruge.
12. Aktivno sudjelovati i doprinositi u rješavanju stručnih, tehničkih i obrazovnih problema u izobrazbi pomorskih strojara.
13. Ukazivati nadležnim institucijama na probleme zaštite okoline i ekologije mora.



In Memoriam

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



JOŠKO RADMAN

1937. - 2025.

Premينو 25. siječnja 2025.

Redovni član Udruge

JOSIP KATUNARIĆ

1935. - 2025.

Premينو 14. veljače 2025.

Redovni član Udruge



DRAGO TUDIĆ

1943. - 2025.

Premينو 22. ožujka 2025.

Redovni član Udruge



ANĐELKO DREZGA

1941. - 2025.

Premينو 27. ožujka 2025.

Redovni član Udruge



DAMIR PODUJE

1972. - 2025.

Premينو 26. studenog 2025.

Redovni član Udruge



PAVAO BRAJČIĆ

1946. - 2025.

Premينو 27. studenog 2025.

Podupirući član Udruge



LJERKA LELANOVIĆ

1934. - 2025.

Premينو 6. prosinca 2025.

Podupirući član Udruge

supruga pok. Vjekoslava Lelanovića, zaslužnog člana Udruge



DAVOR RAZMILIĆ

1929. - 2025.

Premинуо 10. prosinca 2025.

Redovni član Udruge

Počivali u miru!

*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

JEDNA ŽENA ČEKA BROD

**Samo sunce
samo kišu koja pada
znaju ruke, grube ruke
usta nijema**

**Samo lađu
koju nosi zadnja nada
na tom licu
niti suza više nema**

**Jedna žena čeka brod
čeka mladost da se vrati
godine su kao sati
ona krije svoju bol**

**Jedna žena čeka brod
poslije bure i oluje
krik galeba još se čuje
jedna žena čeka brod**

**Samo zemlju
samo kamen koji gori
znaju oči
tamne sjene prošlih dana**

**Samo lađu
što se s vječnim morem bori
ona plovi
i kad nema kapetana**

**Jedna žena čeka brod
čeka mladost da se vrati
godine su kao sati
jedna žena čeka brod**

**Jedna žena čeka brod
poslije bure i oluje
krik galeba još se čuje
jedna žena čeka brod**

Duško Lokin