

UDRUGA POMORSKIH STROJARA  
SPLIT  
MARINE ENGINEERS ASSOCIATION



# Ukorak s vremenom



[www.upss.hr](http://www.upss.hr)  
[pstr.split@gmail.com](mailto:pstr.split@gmail.com)

7. svibnja 2021.

glasilo br. 63



## Časopis "UKORAK S VREMENOM"

7.svibnja 2021.    glasilo br.63

Izdavač:

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

Suizdavač:



*Prvi broj časopisa tiskan  
u veljači 1988. na šapirografu !*

## Ukorak s vremenom

### Glasilu Udruge pomorskih strojara Split (UPSS)

(Marine Engineer's Association Split)

[www.upss.hr](http://www.upss.hr) [pstr.split@gmail.com](mailto:pstr.split@gmail.com)

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

Tel./Faks/Dat.: (021) 398 981, (021) 274 337

Žiro-račun: IBAN HR5924070001100579906

OIB: 44507975005

Matični broj; 3163300

ISBN 1332-1307

Za izdavača: **Frane Martinić**, predsjednik UPSS-a  
i **Pomorski fakultet u Splitu**

Glasilu uređuje:

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

Izvršni urednik i korektor: **Boris Abramov**

Naslovna stranica: Nastja Radić

**Glasilu br. 63 -**

**Split, 7. svibnja 2021.**

Glasilu više ne izlazi u tiskanom obliku, već se objavljuje  
na našoj web stranici: [www.upss.hr](http://www.upss.hr)

### Počasni članovi udruge:

dr. sc. Tomislav Đorđević-Balzer, dipl. iur.

Stjepko Goić, dipl. ing. str.

mr. oec. Duško Krstulović

Jadran Marinković, novinar

Robert Stude, dipl. iur.

Bartul Terzić, dipl. iur.

- svi iz Splita

### Zaslužni članovi udruge:

Boris Abramov, Gordan Krstulović,

- oba iz Splita

### Podupirući članovi udruge:

Aleksandar Alunić, dipl. ing. - Vladimir Bužančić, dipl. ing. -

Davor Draganja dipl. ing. -Valter Frakić, dipl. ing. - dr. sc.

Mirko Grljušić, Igor Merdžo, dipl. ing. - Bruno Šegvić, dipl.

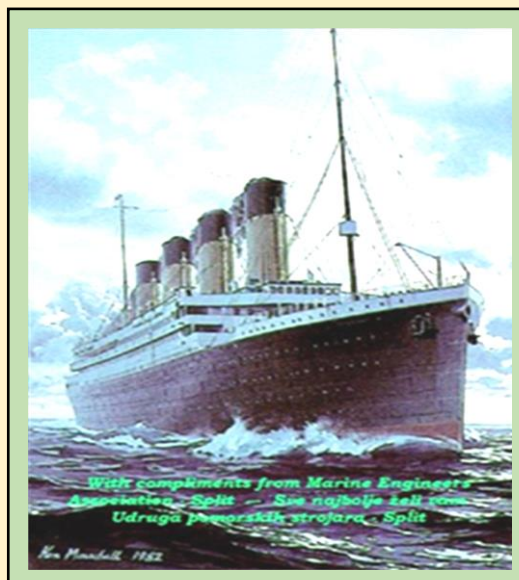
ing. -

- svi iz Splita



### PODUPIRUĆE TVRTKE I USTANOVE

- ✦ **BRODOSPAS** d.o.o. - Split
- ✦ **GLOBTIK EXPRESS** Agency - Split
- ✦ **HRVATSKI REGISTAR BRODOVA**  
- Split
- ✦ **JADROPLOV** d.d. - Split
- ✦ **KRILO SHIPPING** Co. - Jesenice
- ❖ **PLOVPUT** d.o.o. - Split
- ✦ **Sveučilište u Splitu**  
**POMORSKI FAKULTET**
- ✦ **Sveučilište u Splitu**  
**F E S B - FAKULTET ELEKTRO-  
TEHNIKE, STROJARSTVA I  
BRODOGRADNJE**
- ✦ **SINDIKAT POMORACA HRVATSKE**
- ✦ **ZOROVIĆ MARITIME SERVICES**  
- Rijeka



# S A D R Ž A J

---

## Str.:

### **1-7 - PRVE STRANICE**

- 3 - Impressum**
- 4 - 5 - Sadržaj**
- 6 - 7 - Uvodna riječ**

### **8 - 33 - NOVOSTI IZ POMORSKOG I TEHNIČKOG SVIJETA**

- 8 - 9 - Tvrtka „exactEarth“ pristupila „Mayflower Autonomous Ship“ projektu**
- 9 - 10 - Sa Gazpromove arktičke odobalne platforme isporučen 200-ti teret nafte**
- 10 - 11 - Wärtsilä sklopila ugovor o optimiziranom održavanju s grčkim brodarom za dva nova LNG nosača**
- 11 - 13 - Vrlo veliki plinski nosač ugradio Wärtsilä sustav za korištenje LPG-a kao goriva**
- 13 - 16 - „DEDAVE“- autonomno podvodno vozilo iz Fraunhofera**
- 16 - 20 - „AURORA BOREALIS“ - Europski istraživački ledolamac**
- 21 - U splitskom škveru gradit će se sofisticirani brodovi FDV ST-269 za rad na podvodnim poljima, dizajnirani u SKIPSTEKNISKU**
- 22 - 23 - Primjena amonijaka kao brodskog goriva približava se svojoj realizaciji**
- 23 - 24 - „Corvus Energy“ uvodi kontejnerizirano rješenje baterijske komore**
- 24 - 25 - Kanadski hibridni električni trajekti „Island“ klase**
- 25 - 30 - „TEEKAY“ - E-shuttle tanker „Aurora Spirit“**
- 30 - 31 - Brod s pogonom na jedra „OCEAN BIRD“ - projekt iz 'Wilmhelsena'**
- 32 - 33 - „WINDSHIP TECHNOLOGY“ otkriva dizajn broda s nultim emisijama**

Boris Abramov

### **34 - 44 - HYPERLOOP (2/2)**

### **45 - 65 - U ŽARIŠTU POZORNOSTI**

- 45 - 'Ceiba' najveći drveni brod na svijetu prelazi u fazu konstrukcije**
- 46 - U Australiji u domovinu vraćeno 9 pomoraca**
- 46 - 48 - Svjetski Samit 2021 o LNG bunker opskrbi**
- 48 - 50 - YARA BIRKELAND se priprema za autonomnu plovidbu**



- 51 – 56 - Svjetsko Pomorsko Sveučilište – WMU
- 56 - 57 - U CERN-u kao dio „Large Hadron Collider - LHC“-a uveden detektor čestica, najveći ikad izgrađen
- 57 – 59 - Poteškoće integriranja automatizacije brodova
- 59 – 60 - Nosač kontejnera CMA CGM *Jacques Saade* ruši rekorde
- 60 – 61 - IMO amandmani koji stupaju na snagu 2021. godine ili nakon toga do 2024.
- 61 – 62 - „Kongsberg Digital“ zajedno s „MAN ES“ udružili se u strateškom projektu digitalizacije, prvi klijent „Höegh Autoliners“
- 62 – 63 - Damen otkriva prvo električno usisno jaružalo-rezač ECSD 650
- 63 - Usred nemirnog stanja na tržištu neki brodovi 2020.-te godine odustaju od usporene plovidbe
- 64 - Zamor i pogrešni postupci na zapovjednom mostu uzrokovali veliku materijalnu štetu
- 65 - „Nevidljivi ubojica“: Fosilna goriva odgovorna za globalnih 6,7 milijuna smrtnih slučajeva u 2018. godini
- Boris Abramov**
- 66 – 77 - MOTORI S UNUTARNJIM IZGARANJEM (3/3)**
- Boris Abramov**
- 78 – 85 - NAJVEĆI BRODSKI DIZELSKI STROJEVI**
- Boris Abramov**
- 86 – 102 - ROBOTIKA**
- Boris Abramov**
- 103 – 113 - „POWER-TO-X“ IGRATI ĆE JEDNU OD KLJUČNIH ULOGA U UBRZAVANJU PROCESA ENERGETSKE TRANZICIJE**

# Uvodna riječ

---

Poštovani čitatelji i dragi brodstrojari,

Prošlo je već više od godinu dana od pojave corona virusa (COVID-19) u cijelome svijetu. Epidemiološka situacija i dalje nije povoljna, pa Udruga pomorskih strojara Split do daljnjega neće otvarati vrata tajništva u prostorijama na adresi Dražanac 3A u Splitu, niti održavati sastanke. Udruga će obavijestiti članstvo o daljnjem radu, ovisno o tome kako će se dalje razvijati zdravstvena situacija tijekom 2021. godine. Napominjem da su članovi upravnih tijela Udruge aktivni i obavljaju sve potrebne radnje za normalno funkcioniranje Udruge, ali radimo sa smanjenim intenzitetom zbog neizvjesnog vremena i određenih uvjeta u kojima živimo.

Svjedoci smo i pomorske havarije koja se dogodila u Sueskom kanalu u ožujku ove godine, te prouzrokovala milijunske štete diljem svijeta zbog blokiranog pomorskog puta i kašnjenja transporta robe. Nije isključeno da je situacija oko corone virusa utjecala i na ovaj događaj, zbog problema s pomorcima oko ukrcaja i iskrcaja s broda, odnosno novonastalim uvjetima u kojima pomorci moraju živjeti i raditi.

Svjetska ekonomija ozbiljno je uzdrmana ovom pandemijom, ali ploviti se mora. A i raditi, pa tako donosimo novi broj časopisa „Ukorak s vremenom“, najviše zahvaljujući našem glavnom uredniku, koji neumorno radi usprkos svim poteškoćama s kojima smo se susretali u proteklom razdoblju. Novi broj časopisa, 63. po redu, donosi novosti iz pomorskog i tehničkog svijeta uz niz zanimljivosti. Boris Abramov u drugom dijelu članka „Hyperloop“ upoznava nas s konceptom prijevoza putnika i tereta u pneumatskim cijevima. U stalnoj rubrici „U žarištu pozornosti“ pronaći ćete novosti iz pomorskog svijeta. Slijedi treći dio članka o motorima s unutarnjim izgaranjem, pa članak o najvećim brodskim dizelskim strojevima. Sve veća sofisticiranost brodova današnjice i potreba za sve većom automatizacijom u budućnosti opisani su u članku „Robotika“. Članak „Power-to-X“ donosi nam zanimljivosti vezane za globalno zatopljenje. Na internetskim stranicama Udruge, časopis je dostupan svim zainteresiranima od 7. svibnja, na dan svetoga Dujma.

*Nažalost, tijekom veljače ove godine, napustio nas je naš dugogodišnji član i član Upravnog odbora dr. sc. Ante Mrvica, pa je mojom odlukom, prema Statutu Udruge pomorskih strojara Split, za novog člana Upravnog odbora kooptiran potpredsjednik Udruge Dušan Vukojević.*

*Veseli nas upis novih kolega koji su pokazali zainteresiranost za rad i pridružili se Udruzi pomorskih strojara Split. Vjerujem da će se u budućnosti novi i stari članovi aktivnije uključiti oko pisanja stručnih članaka, što je u zadnje vrijeme potpuno izostalo.*

*Početak godine nastavljena je suradnja sa Sindikatom pomoraca Hrvatske koji od same pojave corona virusa intenzivno razgovara s Ministarstvom mora, prometa i infrastrukture, te pokušava poboljšati status pomoraca u društvu i pomoći pomorcima da bi što prije došli na red za cijepljenje protiv ovog virusa. Nastavljena je suradnja i s Pomorskim fakultetom u Splitu, s Hrvatskim registrom brodova, s brodarskim tvrtkama Brodospas, Jadroplov i Krilo Shipping Company, te pomorskim agencijama Globtik i Zorovic.*

*Poštovani čitatelj, pomorci, kolege, brodstrojari i članovi Udruge pomorskih strojara Split; vjerujem u bolju budućnost i nadam se da će ova svjetska pandemija što prije biti iza nas, te da će se život normalizirati. Naravno da za sve ovo treba vremena, ali treba se nadati. S toga svima Vama i Vašim obiteljima čestitam dan svetoga Duje, zaštitnika Grada Split.*

*Frane Martinić, mag. ing.  
pomorski strojar I. klase*



## **Novosti iz pomorskog i tehničkog svijeta**

---

### **Tvrtka „exactEarth“ pristupila „Mayflower Autonomous Ship“ projektu**

„**Mayflower Autonomous Ship - MAS**“ neće samo obilježiti originalno preoceansko putovanje broda „**Mayflower**“ već će predstaviti i nove tehnologije koje mogu preobraziti brodarstvo i pomoći u sakupljanju kritičnih podataka o oceanima.

Nisu sačuvani pouzdani podaci o originalnom brodu „**Mayflower**“, ali se pretpostavlja da se radi o trojarbolnom drvenom jedrenjaku s platnenim jedrima, brodu dugačkom oko 30 m koji je razvijao maksimalnu brzinu od tri čvora s posadom od oko 30 ljudi. Njime su 1620. godine od Plymoutha do Cape Coda Atlantski ocean prešla 102 hodočasnika. Brod je **16. rujna 1620.** krenuo iz **Plymoutha**, Engleska. Na putovanju koje je trajalo 66 dana brod je doživio oluje i na **Cape Cod** (sadašnji **Provincetown**) je stigao tek **21. studenog 1620.** Dan nakon Božića 1620. hodočasnici su se iskrcali na obalu na poziciji nazvanoj **Plymouth**. Prije silaska na obalu dva hodočasnička lidera sastavili su „**Mayflower Compact**“, šturi dokument od samo 200 riječi, ali je sačinjavao prvi oblik vladavine napisan i provođen na teritoriju što će kasnije postati 'Sjedinjene Američke Države'.



„**Mayflower II**“, a replica of „**Mayflower**“  
© Jim Curran/Fotolia

Kanadska tvrtka „**exactEarth Ltd.**“ Cambridge, Ontario osnovana 2009. bavi se dostavom informacija o praćenju brodova u stvarnom vremenu, koristeći pritom patentiranu AIS tehnologiju otkrivanja pozicija brodova putem serije satelita. Tvrtka tako osigurava uslugu pružanja AIS podataka poslovnim tržištima kao i vladama u Indiji, Kanadi, SAD-u, Australiji te preko čitave Europe.



Od listopada 2015. 'exactEarth' koristi satelitsku konstelaciju od ukupno 9 satelita, među kojima su: Soyuz-FG, Polar Satellite Launch Vehicle-G, Dnepr-1, Polar Satellite Launch Vehicle-XL, i Falcon 9 Full Thrust ....

8. svibnja 2015. objavljuje suradnju sa američkom „**Harris Corporation**“ s namjerom izgradnje 58 AIS otkrivajućih softvera koji će se lansirati na **Iridium NEXT** grupaciju satelita. Očekuje se da će se na ovaj način ubrzati obrada i dobivanje podataka na manje od jedne minute. 14. siječnja 2017. otpočelo je odašiljanje softvera na Iridium NEXT satelitsku grupaciju.



**Mayflower Autonomous Ship - MAS**  
Image Credits: [mayflowerautoship.com](http://mayflowerautoship.com)

'exactEarth Ltd.' tvrtka se pridružila međunarodnom nastojanju da se izgradi jedan potpuno autonomni transatlantski istraživački brod bez posade koji bi se zvao „**Mayflower Autonomous Ship - MAS**“, a koji će se lansirati prilikom 4-stoljetne godišnjice originalnog putovanja broda *Mayflower*. Kao što se vidi na gornjoj ilustraciji predlaže se trimaran s električnim pogonom. U tu svrhu tvrtka se udružila sa slavim međunarodnim projektantskim timom kojeg vodi „**ProMare**“ i njegov tehnološki partner **IBM**.

### **Izvori:**

<https://www.marineinsight.com/shipping-news/exactearth-joins-mayflower-autonomous-ship-project/>

<https://en.wikipedia.org/wiki/ExactEarth>

<https://www.britannica.com/topic/Mayflower-ship>

## **Sa Gazpromove arktičke odobalne platforme isporučeni 200-ti teret nafte**

'**Gazprom Neft**', naftna grana ruskog plinskog giganta '**Gazproma**', isporučio je 2-stotu pošiljku **ARCO** sirove nafte s njihove odobalne platforme '**Prirazlomnaya**' u ruskom Arktiku.

2-stotu pošiljku obavio je ruski tanker '**Mikhail Ulyanov**' kojemu je bilo potrebno nekoliko povratnih putovanja da ispuni ovu prijelomnu pošiljku od 70.000 tona nafte.

Ledo-otporna platforma '**Prirazlomnaya**', nalazi se na odobalnom uljnom nalazištu '**Prirazlomnoye**', u jugoistočnom dijelu Barentsovog mora, 60 km od obale.



Image Credits: Gazprom Neft

Procijenjeno ja da to polje ima eksploatacijske rezerve od oko 79 milijuna tona. Licenciju za razvitak polja drži „**Gazprom-neft - Shelf LLC**“ podružnica '**Gazprom Nefta**'. Komercijalni razvitak je započeo u prosincu 2013. s novom naftnom mješavinom „**ARCO**“ čija je isporuka započela u travnju 2014. godine. Količina isporučene ARCO nafte s 'Prirazlomnoye' polja do zaljeva Kola dosegla je u travnju 2020. godine 13 milijuna tona zahvaljujući dvama 'Sovcomflot' ice-class tankerima te ledolomcima.

Na ovom polju razvijena je posebna strategija kako bi se osigurao nadzor nad ledenim uvjetima, što uključuje neprestano praćenje hidro-meteoroloških najava i prognoza. Na taj način su omogućene neprekidne operacije tijekom cijele godine. Prema Gazprom Neftovoj izjavi, brodovi se uobičajeno pri operacijama približavaju ukrcajnoj platformi, ili se od nje udaljavaju, ovisno o prevladavajućim smjerovima vjetrova, morskih struja i kretanja leda. Prilikom operacija jak dinamički sustav pozicioniranja drži brod u mjestu. Ipak, ukrcajna operacija ne započinje prije nego se ostvare svih 30 sigurnosnih zahtjeva. Ukrcajno/iskrcajna postaja zaštićena od hladnoće nalazi se na pramcu i na nju se spaja crijevo (Vidi gornju ilustraciju!).

## Izvor:

<https://www.worldenergynews.com/news/gazprom-arctic-offshore-platform-ships-its-200th-714332>

## Wärtsilä sklopila ugovor o optimiziranom održavanju s grčkim brodarom za dva nova LNG nosača



Image Credits: Thenamaris LNG Inc / wartsila.com

Shodno petogodišnjem ugovoru kojeg je sklopila u rujnu 2020. s grčkom brodarskom tvrtkom „**Thenamaris LNG Inc**“ tehnološka grupacija „**Wärtsilä**“ će pružati uslugu '**Optimiziranog održavanja glavnih strojeva**' za dva nova ultrasuvremena LNG nosača grčkog broдача. Ta dva broda, „**Cool Discoverer**“ i „**Cool Racer**“ pogone niskotlačni '**WinGD-X-DF**', dvokretni glavni strojevi na dvojno gorivo, građeni u južnokorejskom 'Hyundai Heavy Industries - **HHI**'.

Svrha ovog ugovora je osigurati sigurnost operacija uz planirane troškove održavanja. Wärtsilä će omogućiti daljinsku potporu sa sustavima nadziranja stanja strojeva, uključujući „Expert Insight“ – jedinstveni digitalni sustav Wärtsiläe za predviđanje pravovremenog održavanja koji je sada osposobljen i za dvokretne i za četvorokretne strojeve. Kako bi se dalo proaktivne savjete i preporuke 'Expert Insight' rabi 'Umjetnu Inteligenciju – AI' i unaprijeđenu dijagnostiku poduprtu velikim iskustvom i znanjem grupacije Wärtsilä. Ukoliko se pojavi odstupajuća devijacija performansi broda, sve što je navedeno omogućuje brzu i pravovremenu dojavu u cilju što ranijeg poduzimanja odgovarajućih protiv-mjera.

## Izvor:

<https://www.marineinsight.com/marine/wartsila-to-deploy-expert-insight-for-two-174000-cbm-thenamaris-lngcs>

## Vrlo veliki plinski nosač ugradio Wärtsilä sustav za korištenje LPG-a kao goriva



**BW „Gemini“ - © BWLPG**

2020. godine na 'Vrlo veliki LPG nosač plina' („**Very Large LPG Gas Carrier - LPG VLGC**“), „**BW Gemini**“ građen 2015. kojeg u floti ima velika tvrtka „**BWLPG**“ naknadno je ugrađena tehnologija dvojnog goriva tvrtke „Wärtsilä“, odnosno njen inovativni uređaj za trošenje **LPG**-a (Liquefied Petroleum Gas) kao goriva. To će biti prvi brod u svijetu i prvi od 12 **BWLPG** brodova na koje se naknadno ugrađuje Wärtsilä sustav za trošenje **LPG** goriva.

Na zadovoljstvo svih sudionika uspješno su obavljene probne i plinske vožnje broda 'BW Gemini' započete 20. listopada 2020. godine. Probne vožnje su trajale oko 7 dana radi nepodesnog vremena u odobalnim vodama Hong Konga. Korištenje **LPG**-a kao goriva ponešto snižava emisije  $\text{CO}_2$ , jako snižava emisije  $\text{NO}_x$ , a emisije sumpornih oksida ( $\text{SO}_x$ ) za čitavih 97 %. Sveukupno, to se smatra kao važan korak prema takozvanoj 'dekarbonizaciji brodarstva'. Ekspertni timovi proizvođača motora **MAN ES**, zatim '**BW LPG Projects**' i '**Technical Department**' tvrtke **BWLPG** te klasifikacijski zavod **DNV-GL** isprobali su ovu pionirsku **LPG** propulzijsku tehnologiju do njenih krajnjih sigurnosnih granica. Nakon zadovoljavajućih rezultata **DNV-GL** je dodijelio brodu potreban klasifikacijski certifikat.



'BW Gemini' je zakoračio u povijesnu prekretnicu kao prvi brod u svijetu koji s naknadno ugrađenim uređajem ima mogućnost propulzije na LPG gorivo, a koji se može glatko prebacivati natrag na klasično gorivo, ili obratno.

S punom propulzijom na LPG brod će krenuti iz Hong Konga preko Pacifika do Enterprise Porta, Houston, Texas na prvi ukrcaj tereta. Očekuje se da će tijekom putovanja ovaj brod proizvoditi 20% manje emisija stakleničkih plinova u usporedbi sa dru-



**Wärtsilä LPG sustav opskrbe LPG gorivom**

gim gorivima i da će potrošnja biti za 10% manja, čime se brodarskoj industriji skreće pažnja na prednosti LPG propulzije.

„**Wärtsilä Gas Solutions**“ s inovativnim i životno-ciklusnim rješenjima je lider na tržištu plinskih postrojenja, bilo u energetskim ili propulzijskim primjenama. Najviše se usredotočuju na rukovanje plinom u pomorskom transportu (skladištenje, transfer i BOG menadžment), pretvorbu plina u snagu, ukapljivanje i bioplinska rješenja. Svim time oni pomažu svojim klijentima na putu prema budućnosti kroz fokus na životni vijek, inovaciju i digitalizaciju. Evo pojedinačnih rješenja koje 'Wartsila Gas Solutions' nudi.

- Sustav VOC oporavka,
- Sustavi rukovanja plinom,
- Sustav opskrbe plinskim gorivom,
- Preuplinjavanje,
- Ukapljivanje i BOG preukapljivanje,
- Sustavi nadzora nad tankovima,
- Sustavi inertnog plina,
- Bioplinska rješenja,
- LPG kao gorivo.

Partner u ovom projektu tvrtka 'BW LPG' je vodeći vlasnik ili operator tankera nosača LPG-a '**LPG GC**' s totalnim kapacitetom prevoženja od preko 3 milijuna kubičnih metara. To se postiže operativnim iskustvima u LPG transportu stečenim kroz pet desetljeća rada tvrtke i njenih posada na brodovima te vodećeg uredskog osoblja. 'BW LPG' je dio „**BW grupacije**“, jedne od vodećih svjetskih brodarskih grupa koja upravlja flotom od preko 360 brodova, što uključuje 'product tankere', LNG i LPG nosače, plutajuće jedinice za skladištenje i preuplinjavanje (FSRU), nosače suhog tereta, supertankere za sirovu naftu i plutajuće jedinice za skladištenje i iskrcaj (FPSO).

## Izvori:

<https://www.wartsila.com/media/news/04-11-2020-world-s-first-lpg-fuelled-vlgc-now-undergoing-sea-trials-with-wartsila-fuel-system-2815374>

<https://www.wartsila.com/marine/build/gas-solutions>



<https://www.bwlpq.com/investor-centre/press-releases/detail/bw-gemini-receives-class-certification-and-embarks-on-historic-transpacific-voyage-on-lpg-propulsion>

<https://www.wartsila.com/media/news/04-11-2020-world-s-first-lpg-fuelled-vlqc-now-undergoing-sea-trials-with-wartsila-fuel-system-2815374>

## „DEDAVE“- autonomno podvodno vozilo iz Fraunhofera

Njemački institut „**Fraunhofer**“ sa sjedištem u Münchenu je organizacija za promicanje primijenjenih istraživanja. Pod njihovim kišobranom rade 74 institucije i istraživačka instituta na lokacijama diljem Njemačke s nekoliko njih i u svijetu.

Fraunhoferova strateška istraživanja su:

- Bioekonomija,
- Inteligentna medicina,
- Umjetna inteligencija,
- Računarstvo sljedeće generacije,
- Kvantne tehnologije,
- Učinkovitost resursa i klimatske tehnologije,
- Tehnologije vodika.

Ostale istraživačke teme su:

- Zdravlje i okoliš,
- Zaštita i sigurnost,
- Mobilnost i prijevoz.

Istraživanja koja se trenutačno vode su:

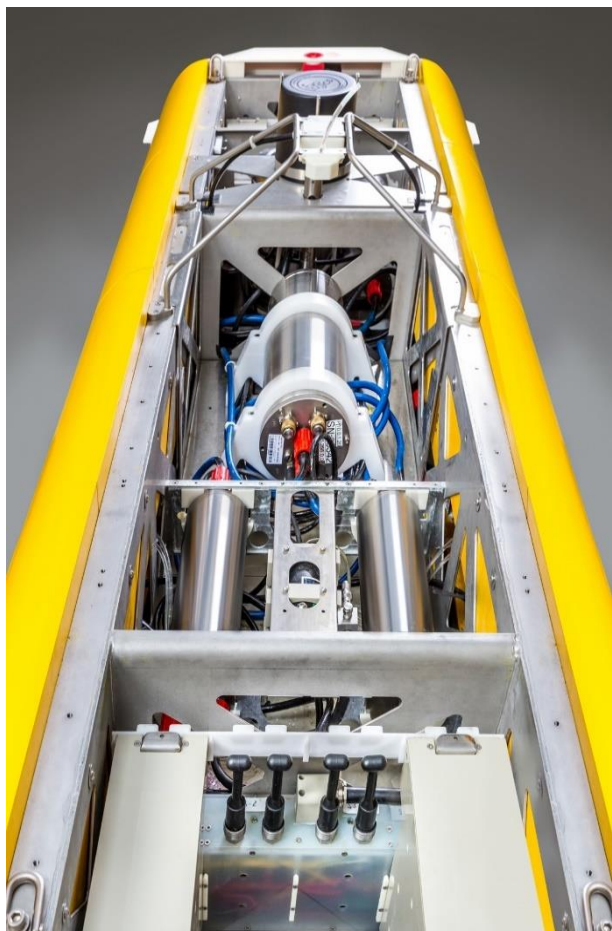
- Perspektive vodika za pogon cestovnih vozila,
- Bioekonomija koja vodi prema održivoj i klimatski neutralnoj ekonomiji,
- Koronavirus – što se iz toga može naučiti,
- Tehnologije vodika – u borbi s klimatskim promjenama ekonomija vodika se mora prihvatiti, prvenstveno u industriji kako bi svijet imao održiviju budućnost.

Istraživanje oceana je jedna od najizazovnijih zadataka današnje znanstvene zajednice koja u tu svrhu koristi autonomna podvodna vozila (**Autonomous Underwater Vehicles – AUVs**). Te zadaće među ostalima su proučavanje procesa što ih u moru uzrokuju klimatske promjene, pritom uzimajući uzorke vodenih stupaca i oceanskog dna te izrađujući batimetrijske mape. Ove ronilice se isto tako općenito koriste u offshore uljnoj i plinskoj industriji te u pronalaženju novih izvorišta ulja i plina, u pregledavanju dna mora za konstrukciju cjevovoda te u inspekciji već postojećih cjevovoda. Nove primjene tih ronilica proizlaze iz aktivnosti kao što su, primjerice, rudarenje oceana ili proizvodnja obnovljive energije u vjetroelektranama. Neki od mogućih dodatnih zadataka su potrage za prikladnim lokacijama, nadzor nad ljudskom aktivnošću pod morem i inspekcije infrastrukture.

U Fraunhoferovom odjeljenju „**Institute for Optronics, Systems and Image Evaluations - IOSB**“ & „**Advanced System Technology – AST**“ u njemačkim gradovima Ilmenau i Karlsruhe još tijekom **2013. – 2014.** godine razvili su AUV **DeDAVe** (**Deep Diving Autonomous vehicle for Exploration**) ili jednostavno '**DEDAVE**', s nakanom da stvore svestranu kompaktnu ronilicu kojom je lakše rukovati u usporedbi s drugim sustavima te da osiguraju više teretnog prostora i kraće vrijeme povratka nakon obavljena zadatka.

**Tehničke značajke DEDAVE-a** su: Izmjere – L=3,50, W=0,95, H=0,50 m, težina u zraku 675 kg, glavna baterija – 11 kWh (8 paketa LiPo baterija), dubina ronjenja do 6.000 m, vrijeme korištenja od 10 do 20 sati, akustični modem – doseg do 8.000 m.

Istraživači Fraunhofera ovog puta su otpočeli dizajnirati čvrstu autonomnu podvodnu ronilicu manje težine, s nakanom da bude puno bolja i jeftinija od postojećih i da se serijski proizvodi. Ovaj AUV ima izvjesnu vizualnu sličnost s 'space shuttleom'.



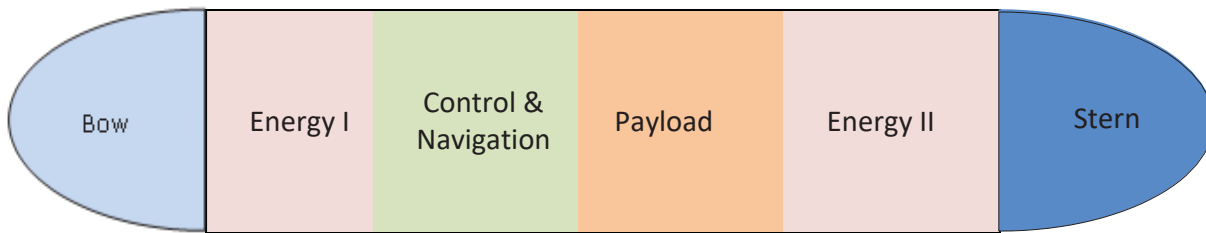
**Pogled odozgor na unutaršnjost AUV autonomne ronilice „DEDAVE**  
**Credits: Fraunhofer**

Do sada su podvodne ronilice bile građene po narudžbi i bile vrlo skupe. Imale su kompliciranu strukturu što ih je posadi broda činilo relativno teškima za rukovanje, primjerice, pristup baterijama radi izmjene. Iz ugrađenog procesora takvih ronilica trebalo je potrošiti čitav sat vremena za očitavanje mnogih terabajta opserviranih podataka. Štoviše, mnoge od njih bile su toliko teške da su samo posebno izvježbani operateri mogli upravljati spuštanjem takve ronilice u more. Kad visi obješen o dizalici van broda, težak manje od 700 kg, DEDAVE-om se puno lakše rukuje. Za usporedbu, Lockheed Martin „**Marlin Mk3**“ težak je 954 kg, znači čitavih 254 kg više od DEDAVE-a. Fraunhoferov DEDAVE je savladao sve te probleme. Istražiteljski tim predvođen menadžerom projekta prof. T. Rauschenbachom opremio je ovaj AUV s tehnologijom koja se normalno ne može naći u dotadašnjim AUV-ima.

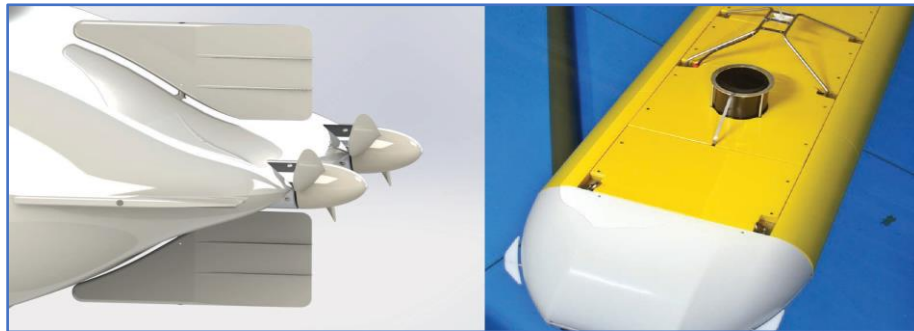
Da bi se izbjegla tipična zbrka kablova koji su često izazivali kvarove, instaliran je CANbus („**CANbus - Controller Area Network**“), sustav kablova kakav imamo u svakom današnjem suvremenom automobilu.



**DEDAVE nad ispitnom bazenom**



*Shema rasporeda sekcija u ronilici – Credit: Fraunhofer*



*Kormilo i propeleri (Stern)*

*Prednji dio ronilice (Bow)*

*Credit: Fraunhofer*

To je protokol zasnovan na porukama, originalno dizajniran za multipleksno električno ožičavanje u automobilima kako bi se uštedilo na bakru, ali se može koristiti i za druge aplikacije, u ovom slučaju za AUV-e. Isto tako, sa standardiziranim CANbusom mogu biti brzo i lako spojeni novi moduli, senzori ili ispitne naprave.

Baterije i naprave za skladištenje podataka drže se na svojim ležištima pomoću tvrdog ali jednostavnog zasunskog mehanizma, tako da se mogu izvaditi ili umetati uz minimalan napor. Također, više nema potrebe za dugotrajnim učitavanjem podataka iz procesora. Prednost ove lake 3,5 metra dugačke podvodne ronilice je to što zahtijeva jako malo prostora. AUV-i su inače uskladišteni u standardnom kontejneru gdje uobičajeno ima mjesta za samo jednu ronilicu, dok u slučaju DEDAVE-a u kontejner se mogu smjestiti 4 ronilice, što nudi mogućnost da se pregleda veća površina oceana u daleko manje vremena. Teretni (**payload**) prostor ronilice dugačak oko jedan metar dovoljan je za instaliranje nekoliko različitih senzora za hvatanje i bilježenje podataka s morskog dna, ovisno o specifičnoj namjeni misije.

Ova autonomna podvodna ronilica nema nespretnu pupčanu vrpču kao neke, a jeftinija nego što su ostale, najviše zahvaljujući montažnoj liniji nadahnutoj automobilskom industrijom. S obzirom na ugrađene '**state-of-the-art**' senzorske sustave omogućena je laka izmjena baterija i modula za pohranu podataka i kontrolnu infrastrukturu. To dozvoljava prilagodbu ronilice za vrlo različite misijske zadatke. Modularni dizajn DEDAVE AUV-a priključivanjem dodatnih aktuatora (kao zaroniska krilca na pramcu, bočni potisnici, ili dodavanjem većeg kapaciteta baterija u teretni prostor) sačinjava veću AUV 'porodicu' čiji članovi su prikladni za različite dubine ronjenja, trajanje emisija ili teretne zahtjeve.

U kontrolnom i navigacijskom odjeljenju smješteno je računalo, inercijski plovidbeni sustav, akustični modem s USBL funkcijom, jedinica za slučaj nužnosti i komunikacije (s vlastitom baterijskom podrškom) i senzor zvučne brzine. Prototip ovog AUV-a nosi slijedeće senzore i druge naprave:



- Multi-beam ehosonder (**Reson Seaba® T-20 S**)
- Interferometrijski sonar sintetske aperture (**Kraken AquaPix® MINSAS**)

Softver za planiranje misija je integriran u '**Geographical Information System**' „**Quantum GIS (Version 2 x)** te radi kao 'plug-in' i omogućuje mnoge postojeće formate mapiranja (vector i raster podaci), tako da je planiranje misija s tim formatima sasvim omogućeno.

DEDAVE AUV je podijeljen na više individualnih sekcija u kojima su smještene razne sastavnice te ronilice, što je vidljivo iz priložene sheme:

- Pramčana sekcija sadrži senzore za izbjegavanje prepreka, sustav za izbacivanje utega u slučaju nužnosti, zakrilca za uron (po zahtjevu),
- Obvezne su dvije odvojene baterijske sekcije s 8 baterijskih modula locirane pokraj pramčane i krmene sekcije,
- Nadzorna i plovidbena sekcija sadrži već spomenute naprave i sustave,
- Krmena sekcija sadrži propulzijske elektromotore propelere i kormilo.

Druge naprave mogu biti na zahtjev integrirane u sustav bez poteškoća. Ovaj AUV može koristiti teretna sučelja, kao što su Ethernet, serijski ulaz te CANbus.

## Izvori:

<https://www.fraunhofer.de/content/dam/zv/de/leistungsangebot/forschung-und-entwicklung/smart-ocean-technologies-en.pdf>

<https://newatlas.com/dedave-autonomous-underwater-vehicle/41629/>

[DeDAvE.pdf \(afcea.de\)](#)

<https://phys.org/news/2016-02-mass-produced-underwater-vehicles.html>

<https://i-hls.com/archives/102175>

<https://i-hls.com/archives/101989>

## „AURORA BOREALIS“ – Europski istraživački ledolomac



*„Aurora Borealis“ – predloženi ledolomac, brod za bušenje podmorja i višenamjenski istraživački brod za polarna područja i otvorena mora  
Image courtesy: AWI/SCHIFFKO/ PRV 200*



Finski proizvođač strojeva „Wartsilä“ i njemački „**Alfred Wegener Institute, Helmholtz centre for Polar and Marine Research - AWI**“ iz Bremerhavena dogotovili su i 03/12/2008 predstavili tehnički dizajn broda „**AURORA BOREALIS**“, ledolomca, bušačeg broda za velike dubine mora i višenamjenskog istraživačkog broda za polarne vode.

Alfred Wegener Institut AWI je osnovan 1980. i imenovan je po Alfredu Wegeneru, meteorologu, klimatologu i geologu. Institut ima tri glavna odjeljenja:

- '**Climate Sistem Department**', koji istražuje oceane, led i atmosferu kao fizičke i kemijske sustave,
- '**Biosciences Department**', koji istražuje biološke procese u morskim i priobalnim ekosustavima,
- '**Geoscientific Department**', koji studira klimatski razvitak, uobičajeno uzimanjem sedimenata.

Institut je raspodijeljen u nekoliko lokacija na sjeveru Njemačke te na „**Otto Schmidt Laboratory for Polar and Marine Research – OSL**“ pri „**Arctic and Antarctic Research Institute – AARI**“ u Skt. Petersburgu, što predstavlja rusko-njemačku suradnju na polju arktičkog istraživanja. OSL je imenovan po **Ottu Schmidtu**, polarnom istraživaču.

'AWI' institut održava nekoliko istražiteljskih postaja po arktičkom oceanu i na antarktičkom kontinentu i to Neumayer postaja, Dallmann laboratorij, Koldewey postaja, Kohnen postaja i Samoylov postaja. Od brodova ima glavni istraživački ledolomac „**RV Polarstern**“ zatim „**RV Heincke**“ i „**RV Uthörn**“ te tri katamarana „**Mya**“, „**Ade**“ i „**Diker**“. Posjeduje i eskadrilu zrakoplova.

Polarni oceani su potencijalno najosjetljiviji na sadašnje i buduće klimatske promjene na našem planetu, gdje manji pomaci u lošijem smjeru mogu izazvati nepredvidive i nepovratne promjene u cijelom ekosustavu. U usporedbi s drugim površinama na Zemlji dostupni podaci ukazuju da će se polarne regije suočiti s nekim od najdramatičnijih promjena kao, primjerice, nezapamćen porast temperature. Zbog europskog zanimanja za blizinu arktičkog okruženja, projekt ovog broda završio je na listi prvenstava „**European Strategy Forum on Research Infrastructures – ESFRI**“ '**Europske komisije**' unutar '**Sedmog Okvirnog Programa**'. To je jedan od sedam projekata u sekciji '**Nauke o okolišu**'. Nadalje, '**European Science Foundation – ESF**' ima glavnu riječ u razvitku takvog istraživačkog broda preko svog stručnog povjerenstva '**European Polar Board – EPB**'. Zamisao da se dizajnira napredan ledolomac prvi put se začela 2001. godine, a aktivnosti ocjenjivanja te zamisli započete su 2002. godine, da bi dizajn broda bio predstavljen 2008. godine. Na osnovi toga, EPB i 15 institucija i agencija (iz 10 europskih zemalja, uključivši Norvešku i Rusku Federaciju) koordinira konzorcij „**European Research Icebreaker Consortium - ERICON**“. Europska komisija je poduprla troškove pripremnih faza s 4,5 milijuna Eura.

U prosincu 2007. Institut AWI dodijelio je tvrtki „**SCHIFFKO**“ zadatak osmišljavanja tog potpuno novog tipa istraživačkog broda. Projektu **AURORA BOREALIS** dan je naziv **SCHIFFKO PRV 200**. PRV je kratica za 'Polar Research Vessel' a '200' predstavlja duljinu broda preko svega.

Ovaj brod će biti sposoban ploviti brzinom od 3 čv dok razbija led od 2,5 m debljine, a u otvorenim morima moći će razviti najveću brzinu od 15,5 čv.



Image Courtesy: AWI / SCHIFFKO PRV 200

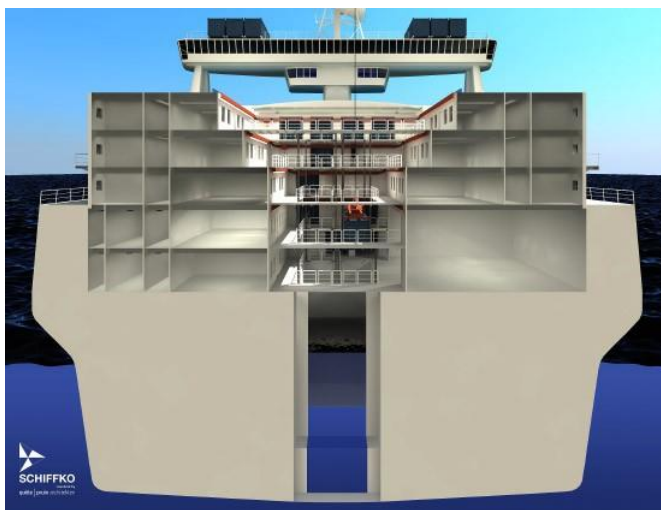
Životni vijek broda predviđen je na 35 do 40 godina od momenta preuzimanja, a moći će djelovati u ekstremno niskim temperaturama sve do  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Dizajn broda je izrađen u „**Wärtsila Ship Design**“.

*Aurora Borealis* će po sredini broda imati dva '**moon poola**' to jest otvora na podnožju (pridnenom dijelu trupa) koji omogućava siguran pristup vodi ispod nje. Nad tim otvorima su okomite praznine koje idu kroz trup broda. Stražnji moon-pool služi za bušenje dna mora i spojen je s bušačim tornjem koji je potpuno zatvoren da bi zaštitio operatere od hladnoće. Bušača jedinica koja izvodi bušenje tehnikom '**bez uporabe risera**' sposobna je, na dubinama vode od 100 do 5.000 metara, bušiti do 1.000 metara unutar morskog dna.



Figures - uploaded by Jörn Thiede

Bušača jedinica će stršati 85 metara iznad kobilice i imat će teretni kapacitet od 680 tona. Prednji moon-pool služi uglavnom za operiranje daljinski upravljanim ronilicama (ROVs) i autonomnim podvodnim vozilima (AUVs) s kojima će znanstvenici moći poduzimati višenamjenska istraživanja mora. Predloženi brod je dizajniran da ostane do 90 dana na moru u vrlo nepovoljnim uvjetima, kako u polarnim regijama tako i na otvorenim morima, pa radi toga mora ponijeti dovoljno goriva. Imati će i poseban znanstveni ekosonder sustav. Senzori za '**Swath batimetriju**' i '**Sediment echosounding**' sustav smješteni su ispred prednjih bočnih potisnika na izloženom dijelu kobilice.



AWI/SCHIFFKO PRV 200 vizualizirali su QUITTEL/PRUIN ARCHITEKTEN ©, Hamburg

Brod će također biti osposobljen da bokovima razbija led. Bočno razbijanje leda postiže se posebnim dizajnom trupa koji se sastoji od sustava za podešavanje trima broda i uvučene i nagnute bočne strane trupa, kako bi se razbijao led tijekom dinamičkog pozicioniranja. Led koji prođe ispod broda biva također skršen ojačanim propulzijskim propelerima. Za smještaj 120 osoba, što posade, a što znanstvenika, u brodu ima 80 kabina za jednu i 20 za dvije osobe. *Aurora Borealis* je dizajnirana da obavlja aktivnosti u slijedećim istraživačkim disciplinama: geologija (uključivši bušenje), geofizika, fizička i kemijska oceanografija, biologija s istraživanjem morskih dubina, glaciologija, meteorologija, fizička kemija atmosfere i batimetrija. Za ove aktivnosti omogućeni su voluminozni laboratorijski prostori s prikladnim visinama stropova. Locirani su u nerazmjerno visokim prostorima na radnim palubama oko prednjeg moon-poola. Predviđeno je i 190 prostorija za smještaj laboratorijskih kontejnera, hladjenih kontejnera za uzorke bušenja i druge uzorke, zatim kontejnera za hranu kao i ostalih opskrbnih kontejnera. Sve je to smješteno pod prozir-



Image: AWI / SCHIFFKO PRV 200

nom kupolom s prizmatičnim otklonima radi postizanja danjeg osvjetljenja i uštede energije. Pristup moon-poolu u više razina dozvoljava znanstveni rad na svakoj od paluba.

Glede propulzije brod će imati ugrađeno 8 dizelskih agregata s najvećom izlaznom snagom od 94 MW, uz dodatak generatora za nužnost, sustava oporavka izgubljene topline i sustava za čišćenje ispušnih plinova.

Propulzija će biti dizel-električna s tri elektromotora od 27 MW svaki s reduktorima, osovinama i ojačanim

propelerima promjera 6,5 m svaki. Izbjegnuti su Azipodni propulzijski sustavi, jer su smatrani neprikladnima za ovakvu vrstu broda. Bočni uvlačivi potisnici raspoređeni su u dvije grupe sačinjene od tri jedinice svaka. Smješteni su uzduž kobilice broda, jedna sprijeda, a jedna otraga. Radi održavanja mogu se potpuno uvući, a mogu se koristiti i za propulziju u nužnosti tako da im se osi zakrenu prema natrag, a zatim izvuku izvan trupa i aktiviraju.

Konstruktivski troškovi su 2008. godine bili predviđeni na oko 650 milijuna eura. Kad bi se postigla dovoljna financijska potpora, pripreme za konstrukciju mogle su biti dovršene 2011. godine, a sama konstrukcija broda mogla je započeti najranije u 2012. godini. Tako su prve znanstvene operacije ovog broda mogle biti poduzete po prilici oko 2015. godine.

Studiranje dizajna i tehničke izvodljivosti čije je je troškove poduprla njemačka vlada s 5,2 milijuna eura završeno je 2009. godine. U početku to je obavio „**University of Applied Sciences**“ u Bremenu i „**Hamburg Ship Model Basin - HSVA**“, a zatim su rezultati prosljeđeni u njemački „**Council of Science and Humanities**“ (**Wissenschaftsrat- WR**) i dalje 'Alfred Wegener Institutu – AWI', prije nego je sve skupa predano u 'ERICON'. U 2010.-oj godini projekt je čekao financijsku podršku vladâ podupirućih zemalja. Tada je početna procjena konstrukcije već dosegla **800 milijuna eura (1,07 milijarde US\$)**.

Zbog toga je njemački **WR** (Wissenschaftsrat) prestao podupirati ovaj projekt, pa je budućnost broda od 800 milijuna eura kojeg je dizajnirao 'SCHIFFKO' postala upitna. Posljedično, nastao je zastoj dok se čekala odluka. Finska kompanija za inženjering „**Aker Arctic Inc.**“ i „**Wärtsilä Ship Design**“ predložili su malo manju i dosta jeftiniju verziju (ispod 500 milijuna eura) prozvanu „**Aurora Slim**“.

Najuočljivija izmjena je ta da bi izolirani bušači toranj bio sasvim izbačen. Znanstvenici bi se za tu svrhu morali koristiti nekim prikladnim mobilnom sustavom, a dubina bušenja morskog dna bila bi puno plića, samo par stotina metara umjesto više od 1.000 metara u originalnoj verziji. Također, nova bi verzija umjesto ranijih dva imala samo jedan moon-pool. Kao i originalni koncept, brod ostaje dizajniran da razbija led debljine do 2,5 metra. Ali, propulzija i dinamičko pozicioniranje bilo bi sada podržavano sustavom od tri **Azipod** potisnika od 15 MW svaki i dva pramčana tunelska potisnika od 3,5 MW svaki, umjesto u ranijem originalnom konceptu triju propelera pogonjenih elektromotorima od 27 MW svaki i šest uvlačivih poprečnih potisnika od 4,5 MW svaki. Broj i snaga dizelskih agregata također je smanjen.

Odluka za „Slim“ verziju zacijelo će se donijeti i kada se prikupe dostatna sredstva tada će se brod početi graditi u nekom od finskih brodogradilišta.



Sudionici projekta europskog višenamjenskog istraživačkog ledolomca broje 15 institucija i ustanova iz 10 europskih zemalja, i to kako slijedi:

- **ESF**.....European Science Foundation - Francuska
- **AWI**.....Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research in the Helmholtz .Association – Njemačka
- **CNR**.....Consiglio Nazionale delle Ricerche - Italija
- **PNRA**.....Programa Nazionale di Ricerche in Atlantide - Italija
- **CNRS-INSU**.....Centre National de la Recherche Scientifique – Institut National des Sciences L'Univers - Francuska
- **AARI**.....Arctic and Antarctic Research Institute – Rusija
- **IPEV**.....Institut Polaire Français Paul Emile Victor – Francuska
- **MTL**.....Merentutkimuslaitos (Finnish Institute of Marine Research) – Finska
- **NWO**.....Netherlands Organisation for Scientific Research – Nizozemska
- **UIB**.....University of Bergen - Norveška
- **BMBF**.....Bundesministerium für Bildung und Forschung - Njemačka
- **FNRS**.....Fonds National de la Recherche Scientifique - Belgija
- **BAI**.....Bulgarian Antarctic Institute - Bugarska
- **FAR**.....Fundăția Antarctică Română - Rumunija
- **AARC**.....Aker Arctic Technology Inc. – Finska

## Izvori:

<https://barentsobserver.com/en/node/20351>

<https://www.ship-technology.com/projects/aurora-borealis-polar-research-vessel/>

<https://www.spiegel.de/wissenschaft/mensch/plaene-fuer-forschungseisbrecher-aurora-borealis-soll-eigenen-bohrturm-bekommen-a-594297.html>

[https://en.wikipedia.org/wiki/Aurora\\_Borealis\\_%28icebreaker%29](https://en.wikipedia.org/wiki/Aurora_Borealis_%28icebreaker%29)

<https://web.archive.org/web/20120704233945/http://www.esf.org/focus-on/focus-on-aurora-borealis.html>

[file:///C:/Users/Boris%20Abramov/Downloads/The\\_european\\_research\\_icebreaker\\_AURORA.pdf](file:///C:/Users/Boris%20Abramov/Downloads/The_european_research_icebreaker_AURORA.pdf)



**Znanstvenički atrijum**  
Image courtesy: ship-technology.com



## U splitskom škveru gradit će se sofisticirani brodovi FDV ST-269 za rad na podvodnim poljima, dizajnirani u SKIPSTEKNISKU

Globalna tvrtka „**Triumph Subsea Services**” sa zadovoljstvom je objavila da je formalno ušla u kontrakt s brodogradilištem „**Brodosplit JSC**” o gradnji '**Field Development Vessels – FDV ST-269**' po dizajnu norveške tvrtke „**Skipsteknisk**”. Ugovor vrijedi za jedan početni brod i 3 opsijska broda. Opcije će započeti nakon što se dogotove detaljni tehnički nacrti i nakon sječe limova za trup početnog broda. Početnom brodu je dodijeljena oznaka 'novogradnja br. **495**' i imenovan je kao „**FDV Chronos**”. Očekuje se da će se sječa limova obaviti u ožujku/travnju 2021, s isporukom broda u zadnjem kvartalu 2023. godine. Brodovi će biti izgrađeni i potpuno opremljeni u brodogradilištu u Splitu u vlasništvu „**DIV Shipbuilding Group**”.



„**FDV Chronos**” – Image credits: **NOV & Triumph Subsea Services**

*FDV Cronos* i njegovi blizanci su najunapređeniji FDV brodovi koji će se nalaziti na tržištu u smislu '**Net Zero**' odlika. Namijenjeni su višenamjenskim podvodnim konstrukcijama i drugim poslovima koji se mogu susresti na odobalnim podvodnim uljnim i plinskim instalacijama, na podvodnim telekomunikacijskim mrežama ili na tržištima razgradnje ili obnavljanja. Sudeći po brojnim inovacijama i tehnicima već ugrađenim u *FDV Chronos* i njegove sestrinske brodove, 'Triumph' ima namjeru i obećava da će do 2035. godine, ili još prije, imati potpuno '**Net Zero**' FDV brodove.

Triumph želi zahvaliti svim opskrbljivačima i talentiranim timovima koji su bili uključeni, svaki na svoj način, u ovaj projekt a to su: **Skipsteknisk, Capital C Design, ALMACO, Novenco, NOV, KONGSBERG, MARSS, Houston Mechatronics, Eelume i Kystdesign**. Rezultiralo je to s ovim iznimno jedinstvenim brodovima što se tiče sigurnosti, održivosti, smanjenog ugljičnog otiska te smanjenog utjecaja na okoliš.

### Izvori:

<https://www.triumph-subsea.com/news081220>

<https://www.triumph-subsea.com/fdv-new-builds>

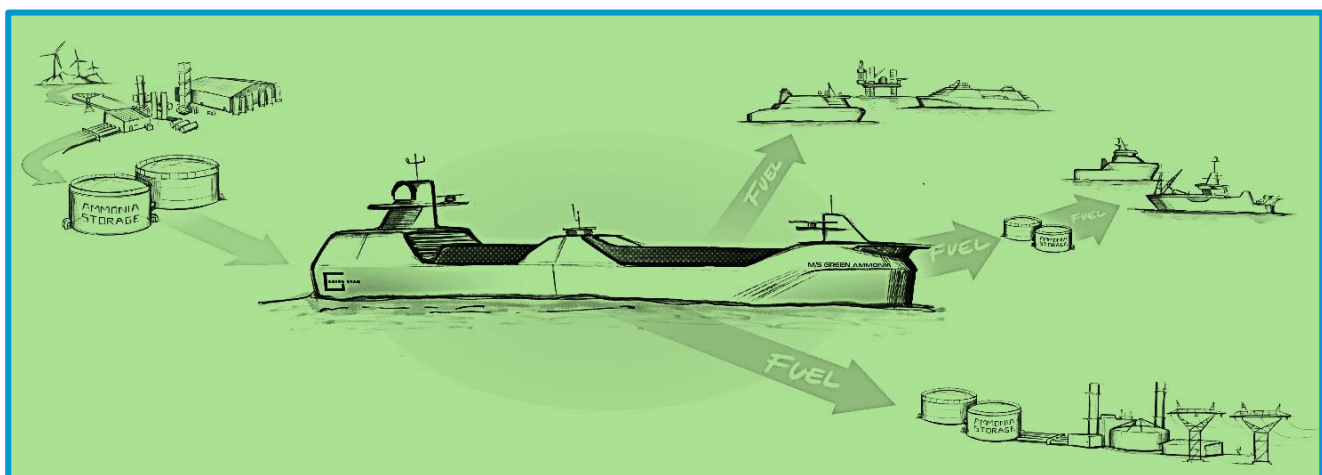
<https://mail.google.com> Novogradnja u brodogradilištu Split – [abramov1932@gmail.com](mailto:abramov1932@gmail.com) - Gmail (Dojavio Dinko Poduje – Surveyor – 212213 Kaštel Gomilica, Primorska 1, mob: 385 91 432 4324 e-mail: [dinko.poduje@gmail.com](mailto:dinko.poduje@gmail.com))

## Primjena amonijaka kao brodskog goriva približava se svojoj realizaciji

Već se desetljećima odvija rasprava o amonijaku kao gorivu. Rasprava se uspo-ređuje s dilemom - što je bilo prije, pile ili jaje? S obzirom da je **IMO „Initial GHG Strategy“** odredila da 2050. godine štetne emisije s brodova moraju biti smanjene na 50%, nastaje ogromna potražnja za prikladnim gorivom s nultim ugljičnim emisijama. Neće proći puno vremena da se na tržištu pojave strojevi koji troše amonijak, tako da će ta dilema neminovno pasti u zaborav.

Inicijativu za uvođenjem amonijaka kao brodskog goriva pokreće nekoliko zemalja, institucija i/ili vlada. Primjerice, japansko ministarstvo **„Ministry of Economy, Trade and Industry – METI“** koncem prosinca 2020, najavilo je **„Green Growth Strategy towards 2050 Carbon Neutrality“** koja određuje ciljeve u 14 prvenstvenih polja. Među njima **'Ammonia Fuel'** i **'Hydrogen'** su visoko u fokusu, svaki u svome prvenstvenom području. U tisku se spominje ambiciozna obveza japanskog premijera **Yoshihide Suge** da Japan bude **'carbon free'** zemlja, što će do sredine 2030.-ih uzrokovati investiranje od skoro 2 milijarde dolara u područja odobalnih vjetroelektrana, pohranu energije zasno-vane na baterijama i eliminiranje automobila pogonjenih benzinom.

Finska tehnološka grupacija **„Wärtsilä“** – globalni lider u 'smart tehnologiji' s potpunim životnim rješenjima u pomorskim i energetske sektorima – i **„Grieg Edge“** inovacijsko čvorište norveške brodarske grupe **'Grieg Star'** sudjeluju u zajedničkom pothvatu lansiranja projekta tankera u 2024. godini pogonjenog amonijakom koji proizvodi nulte stakleničke plinove. Projekt broda **mv „Green Ammonia“** je rezultat nor-dijske industrijske suradnje, financirane inicijativom **„ZEEDS“** (**Z**ero **E**missions **E**nergy **D**istribution at **S**ea'). **„Pilot-E“** - norveška shema financiranja poduprijet će ovaj projekt s 46,3 norveških kruna (4,4 milijuna eura). Partneri projekta planiraju da će **mv „Green Ammonia“** razvoziti amonijak iz planirane norveške tvornice u Berlevågu, do raznih lokacija i krajnjih korisnika uzduž obale. Korisničke potrebe premašuju onu količinu amonijaka koja će se proizvoditi u ovoj tvornici. U krajnje korisnike spadaju trajekti, odobalni opskrbni brodovi, ribarice i tvrtke proizvođači energije. Norveška predstavlja idealno područje za prvo tržište zelenog amonijaka u svijetu, s obzirom na velik broj brodova koji rabe LNG ili alternativna goriva, sa značajnom količinom zelene energije te s najjeftinijom električnom energijom u Europi.



**ms „Gren Ammonia“ - put opskrbe amonijakom od tvornice do krajnjih potrošača**  
Image credits: Wärtsilä / Grieg Edge

„Tehnološka grupacija Wärtsilä“ u bliskoj kooperaciji s klijentom „**Knutsen OAS Shipping AS**“ i s „**Repsol**“-om, kao i sa „**Sustainable Energy Catapult Centre**“ započet će po prvi put u svijetu dugotrajno i potpuno testiranje amonijaka kao goriva u brodskim četverokretnim strojevima na unutarnje izgaranje. Nakon iscrpnih priprema testiranja projekta će započeti u prvom kvartalu 2021. godine u 'Sustainable Energy Catapult Centre' postrojenju u Stord, Norveška. Testiranja su omogućena subvencijom „**Norwegian Research Councila**“ od 20 milijuna norveških kruna putem „**DEMO 2000**“ programa. Sustavi skladištenja i opskrbe amonijakom će se dizajnirati i razviti tako da bude zajamčena najviša osobna sigurnost, paralelno s uvođenjem '**Fuel Gas Handling System**'-a koji se priprema kao dio **EU** projekta „**ShipFC**“. Projektu se pridružuje tvrtka „**NCE Maritime Clean Tech**“, a uključuje gorivnu ćeliju na amonijak koja će se testirati na odobalnom opskrbnom brodu „**Eidesvik**“ tvrtke „**Viking Energy**“.

'DEMO 2000' projekt predstavlja još jednu odskočnu dasku za dosizanje ambicioznih klimatskih ciljeva. Projekt je također paralelno usmjeren s norveškom strategijom vodika. Izazovi s kojima će se susretati prilikom raznih pokusa biti će brojni i zahtijevati će dosta vremena za rješavanje. Amonijak nije samo toksičan već je za neke metale i jako korozivan. Dodajmo tome slabu zapaljivost i NO<sub>x</sub> emisije te nedorečenu legislativu u pogledu klasifikacije. Sve će to zahtijevati kombiniranje potpuno novog stroja kao i novog dobavnog sustava plinskog goriva. Može se zaključiti da će proći više godina od današnjeg prevoženja amonijaka do njegova sigurnog korištenja kao broskog goriva, ili u kombinaciji dvojnog goriva, ali nedvojbeno je da možemo biti sigurni kako će se to prije ili kasnije ostvariti.

## Izvori:

<https://www.wartsila.com/media/news/30-06-2020-world-s-first-full-scale-ammonia-engine-test>

<https://www.ammoniaenergy.org/topics/nh3-dual-fuel/>

<https://www.ammoniaenergy.org/articles/ammonia-featured-in-japans-new-green-growth-strategy/>

<https://news.cision.com/wartsila-corporation/r/what-does-an-ammonia-ready-vessel-look-like-,c3246077>

## „Corvus Energy“ uvodi kontejnerizirano rješenje baterijske komore

Tvrtka „**Corvus Energy**“ je objavila da je uvela „**Corvus Battery on Board – BOB**“ što je kontejnerizirano rješenje broskog baterijskog prostora. Iako je Corvus počeo s kontejnerskim konceptom još 2016. godine, tvrtka „**Shell**“ je po ovoj stvari bila glavna utjecajna sila koja je stajala iza modularnih i standardiziranih rješenja. Naime, brojne su prednosti takvog sustava, primjerice, ukoliko je potreban dodatni kapacitet dodaje se više kontejnera, zatim ukoliko zatreba kontejneri se u floti mogu prenositi s broda na brod, ili kad se pojavi nova tehnologija lako se promjeni kompletan „**Energy Storage System – ESS**“ a postojeći ESS se postavi na obalu da tako dobije produženje svog životnog vijeka. Rizici izravnih graditelja u škverovima se smanjuju i pred-testovima osiguravaju prije ugradnje u brodske sustave, a skupi radovi na preinakama su izbjegnuti. Ako je potrebno izmijeniti baterije vrijeme zastoja je skraćeno. Lako se ugrađuje





Image Credits: Corvus Energy

i na novogradnje, ili naknadno postavlja (**retrofit**) na postojeće brodove.

'Corvus BOB' je standardizirano, klasno odobreno i modularno rješenje dostupno u ISO 10 ili 20 TEU visokim kubičnim kontejnerima. Kompletirani ESS sustav se sastoji od sloga baterija, nadzornog sustava baterija (**Battery Monitoring System – BMS**), sustava hlađenja, razdoblja i trajanja ispuhavanja, sustava otkrivanja kao i gašenja požara. „**Plug and Play battery room**“ pojednostavljuje uklapanje u bilo koji sustav rukovanja integriranom snagom na brodovima.

### **Izvor:**

<https://www.marineinsight.com/shipping-news/corvus-energy-introduces-standardized-iso-footprint-containerized-battery-room-solutions/>

## **Kanadski hibridni električni trajekti „Island“ klase**

Kanadski operator trajekata „**BC Ferries**“ je u lipnju 2017. naručio od „**Damen Shipyards Group**“ prva dva hibridna električna trajekta '**Island klase**' koji su izgrađeni u brodogradilištu „**Damen Shipyards Galati**“, Rumunjska i isporučeni te ušli u službu 2020. godine. Prvi trajekt „**Island Discovery**“ djeluje na '**Powel River-Texada Island**' ruti, dok drugi trajekt „**Island Aurora**“ prometuje na ruti '**Port McNeill-Alert Bay-Sointula**'. Nakon izgradnje ova prva dva trajekta BC Ferries dodatno naručuje u Damenu 2019. godine još četiri ovakva trajekta u vrijednosti od 152,1 milijuna US\$. Treći trajekt BC Ferries su stavili u službu u listopadu 2020. godine, dok je četvrti trajekt porinut u vodu u Damen Shipyards Galati u prosincu 2020. godine. Treći i četvrti trajekt obavljati će službu na '**Campbell River-Quadra Island**' ruti. Peti i šesti trajekt čiji se ulasci u službu očekuju tijekom 2022. godine služiti će na ruti '**Nanaimo Harbour-Gabriola Island**'.

Kao dio BC Ferries programa obnove flote, ova serija od šest trajekata slijedeće generacije pogonjenih baterijama ponudit će međuotočnu trajektnu službu između **Vankuverskog otoka** i **Vancouvera** u kanadskoj provinciji British Columbia (**BC**). Ovi





[bairdmaritime.com](http://bairdmaritime.com)

brodovi će poboljšati učestalost službe i povećati putnički kapacitet, uz redukciju dugačke kolone vozila, koji inače čekaju na ukrcaj i zagađuju atmosferu. Nakon uspostave učinkovitog sustava za punjenje baterija BC Ferries namjerava te brodove operirati kao potpuno električne trajekte. Do tada će koristiti samo brodski dizelski sustav.

Dizajn ovih novih brodova zasnovan je na **'Damen Road Ferries 8117 E3'** gdje **'E3'** označava učinkovitu operaciju, ekonomsku održivost i naklonost okolišu.

Brod 'Island klase' dug je preko svega 80,80 m, širok preko oblikovane potporne palubne grede 17 m, dubok 5,70 m, gazi 3,30 m te ima bruto tonažu od 2.277 tona. Dizajniran je da nosi najmanje 47 vozila i oko 300 do 450 putnika i članova posade, ovisno o konfiguraciji. Trajekti će imati široke staze za vozila, staze namijenjene pješacima i prostor za odlaganje bicikala. Ti brodovi će izvlačiti toplinu iz sustava koji oporavlja otpadnu toplinu strojeva i rabiti je za grijanje prostorâ, dok će oceanografski senzori omogućiti nadziranje morskog okolišnog ambijenta. Premaz trupa bojom niskog trenja i otpornom na biološko obraštanje pomaže smanjenju potrošnje goriva. Imaju slijedeće tankove: za gorivo 65 m<sup>3</sup>, za mazivo ulje 9 m<sup>3</sup>, za svježiu vodu 30 m<sup>3</sup> te sanitarni tank (engl.: **sewage**) i tank za tehničku svježiu vodu.

Glavni propulzijski sustav se sastoji od 2 električna motora od 950 kW svaki pri 1.700 o/min koji pogone dva **Schottel STP 340** azimutirajuća potisnika. S promjerom propelera od 1,85 m brod postiže brzinu od 14 čv. Raspodjela opterećenja na dva propelera vodi ka nižoj podvodnoj buci i nižim vibracijama. U usporedbi s jednim propelerom, ovakav koncept poboljšava učinkovitost propulzije te snižava potrošnju goriva. Kapacitet skladištenja baterijske energije iznosi 800 kWh, a može se nadograđivati do 2.000 kWh. Pomoćni, to jest hibridni sustav ima dizelski agregat odgovarajuće snage koji troši gorivo niskog sadržaja sumpora.

### **Izvori:**

<https://www.ship-technology.com/projects/island-class-hybrid-electric-vessels/>  
<https://www.bairdmaritime.com/work-boat-world/passenger-vessel-world/ro-pax/vessel-review-island-discovery-and-island-aurora-81-metre-newbuild-ro-pax-pair-joins-bc-ferries-fleet/>

## **„TEEKAY“ - E-shuttle tanker „Aurora Spirit“**

„**Shuttle tanker**“ služi za transport zemnog ulja s odobalnih polja do terminala na obali. Njihovi raznoliki načini operiranja predstavljaju značajne izazove u pogledu održavanja učinkovitosti. Novi koncept shuttle tankera je zamišljen kako bi se svladali svi ti izazovi i pružile klijentu, kako ekonomske, tako i ekološke prednosti.

27. srpnja 2017. „**Teekay Offshore (TOO)**“ CEO **Ingvild Sæther** naručila je u južnokorejskom **SHI** brodogradilištu gradnju dva **Suezmax DP2** inovativna E-shuttle tankera bazirana na TOO novom „**Shuttle Spirit**“ dizajnu.

U južnokorejskom **Samsung** brodogradilištu (**SHI**) iz plutajućeg doka 25. ožujka 2019. svečano je spušten u vodu prvi Teekay **E-shuttle tanker „Aurora Spirit“**. Nakon toga slijedili su koraci ugradnje LNG tanka, raznih VOC postrojenja i opreme te 'Basic Life Support – **BLS**' modula, a zatim je koncem godine brod krenuo na probne vožnje. Ovaj brod s deplasmanom od 130.000 dwt trošiti će LNG kao primarno gorivo, a kao sekundarno gorivo mješavinu oporavljenih lebdećih organskih spojeva (**'Volatile Organic Compounds – VOCs'**). Na E-shuttle brodovima ukrcajno/iskrcajna postaja nalazi se na pramcu, a s DP2 sustavom pozicioniranja broda sposobni su održavati točan položaj i po uzburkanom moru.

Rezultati ugrađene inovativne tehnologije su slijedeći:

- ❖ Godišnje CO<sub>2</sub> emisije smanjene za 42%
- ❖ Godišnje NO<sub>x</sub> emisije smanjene za 80%
- ❖ Godišnje SO<sub>x</sub> emisije smanjene za više od 95%
- ❖ Godišnja potrošnja goriva smanjena za 22%

Prema ovim rezultatima ti E-shuttle tankeri postali su globalno najnaklonjeniji tankeri prema okolišu.



**Novi „E-shuttle tanker“ koncept– Image credits: TEEKAY**

TEEKAY je jedna od najvećih svjetskih kompanija za transport, skladištenje i proizvodnju nafte. Teekay je uvođenjem E-shuttle tankera imao četiri velike ambicije nazvane **4E** a to su da će takav tanker biti **E**ffective, **E**fficient, **E**nvironmentally friendly i **E**conomically sustainable. Veliku ulogu u izgradnji i ugradbi opreme i softvera igrala je svjetski poznata finska tvrtka „**Wärtsilä**“.

Glede korištenja para VOC kao sekundarnog goriva koje isparavaju iz nafte u teretnim tankovima, to novim shuttle tankerima pruža mogućnost da putuju s naftnih polja djelimice i na vlastiti otpadni plin, umjesto da ga ispuštaju u atmosferu i zagađuju je, što značajno reducira štetne emisije i smanjuje količinu nadopunjavanja goriva.

Novi hibridni sustav također ima izravan pozitivni učinak na rad glavnih strojeva što rezultira s manje radnih sati tih strojeva i, posljedično, kraća stajanja u lukama i niže troškove. Kad se tome doda električna propulzija, rezultati smanjenja štetnih emisija u ispušnim plinovima su značajni, kao što je već prethodno spomenuto. Priložena je slijedeća shema koja zorno prikazuje kako to funkcionira:

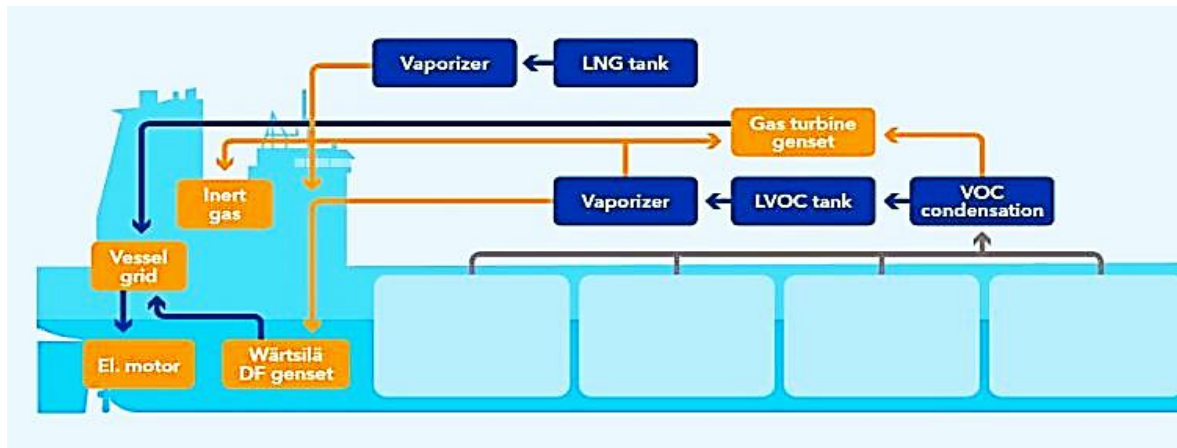


Photo: DNV GL, Wärtsilä, Teekay

Wärtsilä tehnološka rješenja leže u srcu koncepta E-shuttle tankera. U bliskoj suradnji s stručnjacima iz Teekaya dizajnirani su i ugrađeni potpuni sustavi elektrike i automatike, što uključuje Wärtsilä Low Loss Hybrid (LLH) sustav i slog baterija, Wärtsilä **LNGPac** sustav dobave i skladištenja goriva, Wärtsilä **VOC** sustav za oporavak i ukapljivanje VOC-a sa sustavom za dobavu i skladištenje, Wärtsilä **34DF** plinske motore na dvojno gorivo, sustav za miješanje tekućeg VOC (**LVOC**) goriva i LNG-a kao glavnog goriva za plinske motore, zatim plinske turbine za korištenje viška plina, teretne i balastne pumpe te Wärtsilä **Inert Gas Generator**.

U integrirano rješenje za koncept ovih brodova također je uključen Eniram-ov „**Vessel Performance Management System**“. „**Eniram**“ je tvrtka iz Wärtsilä grupacije. Sustav sadrži platformu za prikupljanje podataka te ima sposobnost optimizacije brodskih performansi, dok će također pružati vlasnicima analitičke i izvještajne usluge. Taj sustav osigurava da je potencijal svakog takvog broda potpuno iskorišten, a isto tako i potencijal čitave flote.

„**Teekay Offshore Partners L.P.**“ (the „**Partnership**“) u ožujku 2020. promijenili su svoj naziv u „**Altera Infrastructure L.P.**“, tvrtku koja je vodeća svjetska kompanija u pružanju usluga u globalnoj energetskej infrastrukturi, prvenstveno usredotočena na vlasništvo i operaciju kritičnih sredstava infrastrukture u odobalnim uljnim regijama Sjevernog Mora, Brazila i Istočne Obale Kanade. Dodatno, „**Teekay Shuttle Tankers L.L.C.**“ podružnica 'Partnershipa' objavili su promjenu svojeg naziva u „**Altera Shuttle Tankers L.L.C.**“

Prema izjavi **Ingvid Sæter** predsjednice i CEO tvrtke 'Altera Infrastructure L.P.' u izgradnju šest E-Shuttle tankera investirano je blizu milijarde dolara. Novi E-shuttle tankeri „**Aurora Spirit**“ i „**Rainbow Spirit**“ te treći E-shuttle tanker „**Tide Spirit**“ zaplovili su rano u **2020.** godini, a sva tri tankera tijekom 2020. pripojili su se 'Teekay Offshore' Contract of Affreightment (**CoA**) floti u Sjevernom Moru za norvešku tvrtku „**Equinor**“. Četvrti E-shuttle tanker „**Current Spirit**“ zaplovio je koncem **2020.**, a bit će zaposlen početkom 2021. na Istočnoj Obali Kanade. Ova četiri tankera imaju istisninu od **130.000** dwt svaki.





**E-shuttle tanker „Aurora Spirit” – Image credits: altera.infra.com**



**Image credits: altera.infra.com**

**(Radi usporedbe, obratite pažnju na sitnu figuru inspektora u bijelom kombinezonu u odnosu na veličinu vijaka, kormila i krme tankera)**

„**Altera Wave**“ je isporučen u siječnju **2021.** godine, a operacije će započeti u ožujku. Posljednji E-Shuttle tanker „**Altera Wind**“ bit će isporučen u veljači **2021.** godine. Ova dva tankera imaju istisninu od **103.000** dwt svaki, manju nego prva četiri. Bit će zaposleni na Istočnoj Obali Kanade kao i „**Current Spirit**“.

Na 30/06/2020 'Altera Infrastructure L.P.' imala je flotu koja se je sastojala od 7 FPSO (Floating, Production, Storage & Off-loading jedinica), 31 shuttle tankera, od toga 5 E-shuttle tankera, 5 FSO (Floating, Storage & Off-loading jedinica), 1 **UMS** ('**Maintenance & Safety**' jedinicu – „**Arendal Spirit**“) te 10 **ALP** tegljača.

Pokraj Istočne Obale Kanade već rade tri pouzdana shuttle tankera takozvane '**Heritage**' klase: „**Beothuk Spirit**“, „**Norse Spirit**“ i „**Dorset Spirit**“ koji odvoze naftu iz Newfoundland & Labrador uljnih nalazišta (Hibernia, Terra Nova, White Rose i Hebron uljna polja). Njima su se sada pridružuju i dva nova E-shuttle tankera.



**Team Clyde Winner – Arctic Spirit Credits :teekay.com**



**TK**

'**Teekay**' je osnovan 1972. godine, a osnovao ga je **Torben Karlshøj** čiji inicijali tvore ime tvrtke. Pod njegovim vodstvom tvrtka je postupno rasla od tankerskog operatora do operatorskog lidera i uspješnog i moćnog vlasnika brodova na konvencionalnom brodarskom tržištu. Nažalost, Torben je 3. listopada 1992. nenadano preminuo, ostavivši za sobom snažno nasljeđe i principe po kojima je on živio, a poštivanje kojih je očekivao od svih svojih zaposlenika, bilo na moru ili u uredima.

## **Izvori:**

<https://www.wartsila.com/insights/article/revolutionary-e-shuttle-tanker-boasts-improved-efficiency-and-lower-costs>

<https://www.teekay.com/blog/2019/03/25/launching-of-the-e-shuttle-aurora-spirit/>

<https://www.teekay.com/blog/2018/06/04/setting-new-ambitious-environmental-standards-shuttle-tankers/>

<https://www.bing.com/search?q=E-shuttle+tanker+altera+wind>

<https://www.marinelink.com/news/altera-names-samsungbuilt-shuttle-tanker-481003>

<https://www.wartsila.com/media/news/09-01-2018-exciting-new-shuttle-tanker-concept-with-wartsila-solutions-creates-optimal-economic-and-environmental-performance-2467301>

<https://www.wartsila.com/insights/article/the-new-shuttle-tanker>

<http://www.globenewswire.com/news-release/2021/02/04/2169548/0/en/Altera-Infrastructure-Reports-Fourth-Quarter-and-Annual-2020-Results.html>

<https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/1382298/000138229820000013/alteraq2-20erdocument.htm>

<https://www.globenewswire.com/news-release/2020/06/18/2050025/0/en/Altera-Infrastructure-GP-L-L-C-Announces-a-Change-to-its-Board-of-Directors.html>

<https://www.teekay.com/blog/2018/11/28/heritage-class-vessels-ready-for-action-safety-always-first/>

<https://www.teekay.com/blog/2021/01/14/holidays-at-teekay-2020/>

<https://www.teekay.com/blog/2016/10/24/tk-foundation-fitting-legacy-teekay-founder-torben-karlshoej/>

## Brod s pogonom na jedra „OCEAN BIRD“ - projekt iz 'Wilmhelsena'



*S 80 m visokim metal/kompozit jedrima, snaga vjetra dominira propulzijom broda „OCEANBIRD“*

200 m dug i 40 m širok teretni brod „**OCEANBIRD**“ s istisninom od 32.000 dwt moći će gonjen vjetrom prijeći Atlantik u 12 dana. Inovativna švedska tehnologija omogućuje propulziju velikog oceanskog broda uz redukciju štetnih emisija od 90%. S 80 m visokim jedrima visina broda povrh vodne linije bit će **105 m**, ali zahvaljujući teleskopskoj konstrukciji jedra se mogu spustiti, tako da u tom slučaju visina broda povrh vodne linije iznosi oko **45 m**. To je pogodno za prolazanje ispod mostova, ili u slučaju da površina jedara mora biti smanjena radi jakog vjetra. Kako bi brod bio sposoban da uđe i izađe iz luka, ili radi sigurnosti (back-up), također će imati ugrađen pomoćni motor koji će, naravno, trošiti 'čisto' gorivo. Prvi ovakav brod bit će teretni brod namijenjen prijevozu automobila s kapacitetom od 7.000 automobila koje će nositi u svojem trupu. Potpuno nakrcan vozilima jedriti će prosječnom brzinom od 10 čv. Napravljen je i 1:10 model broda i testiran u ispitnom bazenu.

Što se tiče jedrilja, ona više nisu jedra u klasičnom smislu. U ovom slučaju, jedra snasti više podsjećaju na zrakoplovna krila. Pet krila jedrene snasti visoka 80 m, na-



pravljeni iz čelika i kompozitnih materijala, mogu se zakretati cijelih 360 stupnjeva da iskoriste vjetar na najbolji mogući način. Kako je već spomenuto, zahvaljujući teleskopskoj konstrukciji mogu se uvući tako da se visina broda spusti sa 105 m na visinu od 45 m od vodne linije.

Sve otkad je **Olof Walenius 1934.** godine osnovao tvrtku '**Walenius**' ta je kompanija stalno i uporno radila na dugoročnom zadatku razvijanja održivosti u industrijskim segmentima, poglavito segmentu brodskog prijevoza.



U razmatranjima i ispitivanjima ovog broda sudjelovala su tri svjetski vodeća igrača, svaki u svome odgovarajućem polju, a to su „**Walenius Marine**“, **KTH** i **SSPA**. Oni su svojim iskustvima i ogromnim znanjem koje se odnosi na dizajn brodova pogonjenih vjetrom značajno pridonijeli ovom projektu. 'Oceanbird' projekt je podržala i „**Swedish Transport Administration**“. Ta je ustanova djelovala i kao su-financijer ovog projekta.

„**Walenius Marine**“ dio je obiteljske tvrtke „**Soya Group**“ i vlasnik je ovog projekta kojemu doprinosi dizajnom i ekspertizom. Tvrtka ima 800 zaposlenika, sjedište joj je u Stockholmu. Ima dva ureda za upravljanje brodovima, jedan u Stockholmu i jedan u Singapuru. Nudi brodski menadžment, dizajniranje brodova, menadžment performansi novogradnjâ (napredno sakupljanje i analiza podataka). Od sredine devedesetih tvrtka je dizajnirala i izgradila više od 70 brodova s usredotočenošću na održivom brodarstvu.

Nezavisni švedski istraživački institut „**SSPA**“ se specijalizirao u razvoju novih metoda ispitivanja aerodinamičkom i hidro-dinamičkom simulacijom i simulacijom rizika te provjerom valjanosti tih metoda. Ovaj institut ima dugu povijest istraživanja, razvitka i inovacija u pomorskom sektoru. Zaklada sveučilišta „**Chalmers University of Technology**“ potpuni je vlasnik instituta SSPA.

„**KTH**“ – Švedski „Kraljevski institut Tehnologije“ obrađuje izazove koji se javljaju u područjima kao što su aerodinamika, mehanika jedara i analiza performansi. Izgradnja brodova je područje istraživanja kojem se to sveučilište posvetilo još od svog davnog osnivanja početkom 19-tog stoljeća! Primjeri današnje specijalizacije švedskog Kraljevskog Instituta su vjetrena propulzija i pomorska robotika.

## Izvori:

<https://www.oceanbirdwallenius.com/the-vessel/>

<https://www.oceanbirdwallenius.com/partnership/>

## **RINA i SDARI zajednički razvijaju tanker koji kao gorivo troši metanol/amonijak**



**Image Courtesy: RINA**

Klasifikacijski zavod **RINA** i „**Shanghai Merchant Ship Design & Research Institute – SDARI**“ potpisali su sporazum o zajedničkom razvijanju projekta ('Joint Development Project – **JDP**') tankera koji bi trošio dvojno gorivo amonijak/metanol. Projekt predviđa primjenu ovih dvaju alternativnih goriva i na drugim vrstama brodova.

U ovom projektu SDARI će se fokusirati na razvitak broskog koncepta i dizajn, a pobrinuti će se kako bi utvrdilo usklađenost projekta s odgovarajućim propisima, uključujući i one o korištenju alternativnih goriva. Prema mišljenju dionika ostvarivanje ovog projekta općenito će koristiti svjetskoj brodarскоj industriji, ukazujući na izniman potencijal ovih dvaju goriva kao sredstava u borbi protiv zatopljenja.

Vanjsku suradnju na projektu dati će njemački proizvođač strojeva „**MAN Energy Solutions**“ Copenhagen, komentirajući kako su svi izgledi da će u doglednoj budućnosti tehnologija sporohodnih dvokretnih strojeva zadržati svoj utjecaj na preoceansko brodarstvo. Amonijak i metanol su goriva s puno potencijala kao čista '**zero-carbon**' goriva, pa ih raduje što će dodati i svoju ekspertizu ovom projektu.

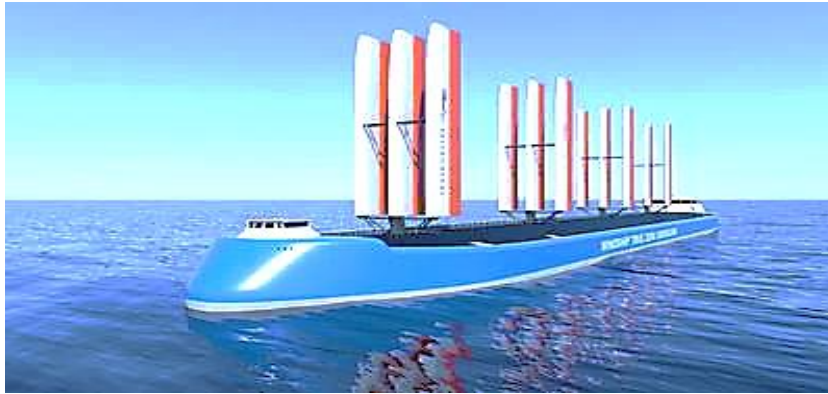
### **Izvor:**

<https://www.offshore-energy.biz>. **RINA, SDARI to jointly develop methanol/ammonia-fuelled tanker design** by Naida Hakirevic 12/02/2021

## **„WINDSHIP TECHNOLOGY“ otkriva dizajn broda s nultim emisijama**

**Simon Rogers**, tehnički upravitelj britanske tvrtke „**Windship Technology**“ sa svojim dizajnerskim timom u Southamptonu je razvio i testirao visoko učinkovitu snast s trostrukim krilima, što je njegova tvrtka patentirala. 'Windship Technology' je objavila kako su, u cilju rješavanja uklanjanja CO<sub>2</sub> emisija za čitav brod, lansirali dizajne za bulk-carriere i tankere s nultim emisijama, za koje je klasifikacijsko društvo **DNV** ortak u investiranju.

Nadalje, tehnički tim je razvio inovativni broski električni propulzijski sustav koji poništava sve emisije CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> i PM do **stvarne nule**. U cjelokupan dizajnerski paket također je uklonjena instalacija i raspored solarnih panela, postrojenje za zarobljavanje ugljika, optimizirani su oblici trupa broda i ugrađen je softver usmjeravanja broda u cilju izbjegavanja nevremena.



**WINDSHIP THE ZERO EMISSION - Image: Windship Technology**

Za razliku od jarbola sa samo jednim krilom jednake visine, snast s tri krila visoka 48 metara proizvodi vučnu silu koja višestruko multiplicira silu što je proizvodi samo jedno krilo. Kako bi se pomoglo u lučkom manevriranju, rukovanju teretom i u slučaju jakog vjetera ili nevremena, trojarbolna snast se polaže na palubu putem jedinstvenog sustava polaganja. Struktura krila napravljena je iz kompozitnih materijala, a proizlazi iz tehnologije i dizajna industrije vjetrenih turbina, osiguravši tako trajnost dulju od 25 godina.

Tvrtka je također najavila investicijsko partnerstvo s klasifikacijskim zavodom **DNV**, koji će blisko surađivati s projektnom ekipom na potpuno otvoren način, provodeći 'outside-in' i 'inside-out' provjeru kako bi potpuno ocijenili 'Windship Technology' dizajn cijelog broda, uzevši u obzir klasificiranje emisijskih redukcija i sigurnost te provedivost. DNV sada započinje raditi na izgradnji simulacijskog modela koji će im pomoći u provjeri sposobnosti ove tehnologije za redukciju GHG emisija, a priprema se i HAZID koji će još više provjeriti sigurnost i operativnost ovakvih brodova s inovatorskim tehnologijama instaliranim na njima.

Rješenja Windship Technology komentira profesor **Philip Wilson**, prijašnji profesor **'Brodске dinamičе'** u odjeljenju „**Ship Science Department**“ – **Sveučilišta u Southamptonu**:

*„Holistički pristup vidljiv u ovim rješenjima, gdje su istovremeno uzeti u obzir snaga vjetera, solarna snaga i redukcija štetnih ispušnih emisija (svedenih na praktičnu nulu), znači da je konačno dizajnirano ostvarivo rješenje koje će poslužiti IMO-u da dosegne svoju potragu za brodarstvom s 'at least' nultim ispušnim emisijama“.*

Tvrtka 'Windship Technology', na osnovi znatne zainteresiranosti brodarar za njihovim rješenjima, radi na ostvarivanju trgovačkog partnerstva s velikim brodarima, operatorima i investitorima.

## **Izvor:**

<https://www.marinelink.com/news/windship-technology-unveils-emissionsfree-485187>



# HYPERLOOP(2/2)

## TransPod



*Umjetnikova impresija TransPod cijevi u Torontu*  
Credits: [transpod.com](http://transpod.com)

I Kanađani su u studenom **2015.** godine osnovali novu tvrtku za prijevoz putnika i robe velikom brzinom kroz cijevi s niskim tlakom i nazvali je „**TransPod Inc.**“ sa sjedištem u Torontu, Ontario. Tvrtka ima i europska predstavništva i to u talijanskom Bariju i francuskom Limogeu.

TransPod dizajnerski tim je sastavljen od vrhunskih profesionalaca iz zrakoplovne i željezničke industrije.

U rujnu **2016.** godine 'TransPod' sustav je predstavljen javnosti na '**InnoTrans**



*Kapsula TransPod sustava*  
Credits: [transpod.com](http://transpod.com)

**Rail'** izložbi u Berlinu gdje je privukao pažnju nekoliko industrijskih lidera. U studenom **2016.** godine talijanska visoko-tehnološka holding grupacija u području željeznica, zrakoplovstva i svemirskog prostora '**Angelo Investments**' ulaže u ovaj projekt 15 milijuna US\$. TransPod privlači kao partnere tvrtke '**MERMEC**', '**SITAEI**' i '**Black-shape**'. U siječnju **2017.** ostvaruje se partnerstvo s tvrtkom '**IKOS**' čija će ekspertiza podržavati opći

električni sustav i sigurnosni inženjering TransPod kapsule.

U lipnju **2017.** godine TransPod ugovara suradnju s tvrtkom '**Liebherr-Aerospace**' radi istraživanja, razvijanja i izrade toplinskih sustava vozila.



**Unutarnji izgled TransPod putničke kapsule**  
Credits: [transpod.com](http://transpod.com)

U srpnju iste godine vlada Ontarija objavila je financijsku analizu kojom je utvrđeno kako će ovakav vlak na predloženoj liniji između gradova Windsor i Toronto u jugozapadnom Ontariju koštati **50%** manje i juriti **4** puta brže od postojeće brzohodne željeznice na istoj ruti.

Navedimo i ostale partnere koji sudjeluju u projektu, a to su: **AUTODESK, MaRS, REC Architecture, Arcelor-Mittal, 'Électricité de France – EDF' i La Sade.** Suosnivač i CEO TransPoda je **Sebastien Gendron** koji drži magisterij u zračnom (aero-space) inženjerstvu, a kojeg je stekao na '**ISAE-SUPAERO Toulouse**' i '**AIX Marseille**' sveučilištima u Francuskoj. Ima 13 godina iskustva upravljanja inženjerima u svjetski poznatim proizvodnim tvrtkama, uključujući '**Bombardier**', '**Safran S.A.**' i '**Airbus Group**'. Slijedeći suosnivač i glavni tehnički čelnik (CTO) je **dr. Ryan Janzen** koji je i dizajnirao TransPod sustav.

Kako bi se ostvarila propulzija bez korištenja fosilnih goriva, u čeličnim cijevima u kojima vlada niski tlak, TransPod tehnologija je dizajnirana tako da se za napajanje elektromagnetske levitacije i potisnog linearnog motora koriste obnovljivi izvori električne energije, uglavnom solarni ili hidroelektrični. Kroz unutarnjost svakog vozila (to jest kapsule u obliku cigare) cirkulira atmosferski tlak i održava se normalna temperatura.

Sjedišta imaju osobni displej, a ugrađen je i zajednički veliki infoekran. Tu su i sustavi za propulziju, vođenje i nadzor u svrhu operacija unutar cijevne trase na brzinama koje su ili blizu ili prelaze brzinu zvuka. Cijevi su udvostručene, što dozvoljava putovanje u oba smjera.

Iako u cijevima trase vlada nizak tlak, ipak se zbog velike brzine ostatak zraka nakuplja na nosu kapsule stvarajući otpor. Radi toga, slično kao i u nekim drugim sustavima, na prednjem dijelu vozila ugrađen je aksijalni kompresor koji premješta taj zrak s prednjeg dijela na stražnji dio gdje ga izbacuje kroz sapnice. Kapsule za prijevoz tereta mogu nositi 10 do 15 tona težine u obliku drvenih paleta i kontejnera tipa LD3 i AAA.

Ali, ono što ovaj hyperloop sustav zaista odvaja od ostalih jest uvođenje mnogih inovativnih i sofisticiranih sustava za izradu, upravljanje, vođenje, i sigurnost, kao što su:

- ✦ **Nadzor nad strukturalnom dinamikom koristeći AI** (Umjetnu Inteligenciju) kako bi se utvrdili uzorci vibracija i deformacija. Ovaj sustav rabi 'fuzzy logic' i može omogućiti podešavanje kontrolne jačine motora, aktuatora, nadziranja i pretrage - sve u realnom vremenu.
- ✦ **Poboljšana konstrukcijska tehnika** unapređuje varenje koristeći '**D2R High Dynamic Range Sensing**', tako što pruža variorcima uvećanu stvarnu video sliku njihovog rada u realnom vremenu.
- ✦ **Kontrolni sustavi u stvarnom vremenu.** Kontrolni sustavi vozila sada mogu koristiti prednosti '**swarm modulation**'<sup>1</sup> - modulaciju roja da bi, otkrivanjem prethodno neotkrivenih ili skrivenih naznaka u podacima dobivenim preko senzora visoke brzine, postigli pojačanu kontrolu u stvarnom vremenu.
- ✦ **Artificial Intelligence za turbulenciju i akustiku.** Označava sustav za zrakoplove, brodove, zvuk/sluh i dinamiku fluida koji pronalazi uzorke iz turbulencije i zvučnih valova.
- ✦ **Zrakoplovna avionika.** Prvi sustav u zrakoplovnom svijetu za redukciju težine vozila pomoću primanja/slanja komunikacijskih signala preko električne mreže. Ova se inovacija naziva još i komunikacija u zraku preko električnih linija.
- ✦ **Veillance Flux.**<sup>2</sup> Kontrolni sustavi vozila visoke brzine koriste 'veillance flux' za mapiranje senzora i njihovih očitavanja na vozilu kao i dužinom cijele cijevi. *Veillance flux* je novi ogranak fizike (obrnuta optika) i služi za otkrivanje sposobnosti osjeta kretanja kroz prostor.

U siječnju **2017.** godine TransPod je u suradnji s francuskim Departmanom **Haute-Vienne** najavio planove za gradnju ispitne staze u malom mjestu **Droux** pokraj **Limogesa**. Planirana ispitna trasa biti će sa cijevima promjera 2 m, samo pola normalnog promjera, a po duljini će premašivati 3 km. U veljači **2018.** godine **Vincent Leonie**, potpredsjednik **Limoges Métropole** i zamjenik gradonačelnika Limogesa izjavio je da su potpisani ugovori o osnivanju organizacije „**Hyperloop Limoges**“ u svrhu promocije i poticanja takve tehnologije.

## Hardt Global Mobility

Temeljeći se na timu hyperloop studenata na Tehničkom Sveučilištu „**TU Delft**“, godine **2016.** osnovana je nizozemska tvrtka „**Hardt Global Mobility**“ sa sjedištem u Delftu.

30. Jan **2017.** isti taj tim hyperloop studenata sa Tehničkog Sveučilišta u nizozemskom Delftu (TU Delft) sudjelovao je na natjecanju u američkom gradu **Hawthorne**, California. Natjecanje je organizirala tvrtka '**SpaceX**' Elona Muska. Na natjecanjima je

---

<sup>1</sup> **Swarm** modulacija je slijedeća generacija modulacije, nakon modulacije amplitude (**AM**) i modulacije frekvencije (**FM**)

<sup>2</sup> Francuska riječ „**veillance**“ znači 'gledanje'



sudjelovalo 360 timova, a tim pod vodstvom **Tima Houtera** suosnivača i CEO **'Hardt'** tvrtke dobio je sveobuhvatno priznanje za najbolje dizajniranu hyperloop kapsulu. Tim Houter, u ulozi voditelja nagrađenog studentskog tima, tom je prilikom izjavio kako nisu bili najbrži, ali to im i nije bila glavna odlika kojoj su težili. TU Delft kapsula osvojila je sveobuhvatnu nagradu za najinovativniju kapsulu radi učinkovitosti tijekom izgradnje, umjerene cijene i dobrih sigurnosnih aspekata. Na tome je njegov tim potrošio cijelu godinu i pol dana napornog i zahtjevnog rada.

'Hardt' je primio više od 600 tisuća eura u fond za izgradnju trase za početna ispitivanja koja je izgrađena u Delftu. Planira se podići još sredstava za izgradnju naredne ispitne trase visoke brzine tijekom **2019./2020.** godine. U listopadu **2019.** objavljen je zajednički izvještaj od strane 'Hardt Global Mobility' i 'Hyperloop One' koji je upućen nizozemskom Poslaničkom Domu u kojem se ocjenjuje dodatna vrijednost postrojenja hyperloop ispitne trase. Izvještaj preporuča gradnju trase s velikom brzinom duge 5 km



**Dio građevine zamišljenog Hardt čvorišta (The Hub)**  
Picture credits: unstudio.com

u provinciji **Flevoland**. Prema nizozemskom ministru 'Infrastrukture i okoliša', vlada s naklonošću gleda na ove projekte i mišljenja je da hyperloop sustav može učvrstiti ulogu Nizozemske kao pristupnih vrata u Europu, prevozeći teret koji neprestano u velikim količinama stiže u stalno rastuću Rotterdamsku luku.

Većinu primijenjene tehnologije dizajnirala je i izradila tvrtka Hardt, sama ili u suradnji s partnerskim tvrtkama. Tehnologija se najprije sastoji od same kapsule, zatim raznih čvorišta ('**hub**'), hyperloop skretnica ('**switch**') te cijevi s niskim tlakom zraka.

Hardt kapsula je aerodinamična oblika. Koristi dva sustava za levitaciju, sustav s **permanentnim magnetima** i s **elektromagnetima**, a kao rezultat troši se vrlo malo energije, možda količinu koju troši samo jedna obična jača žarulja, dok vozilo lebdi samo



**Kapsula koja je 2017. osvojila natjecanje u Kaliforniji**  
Picture credits: unstudio.com

nekoliko milimetara iznad čelične trake. Za propulziju se koristi **linearni električni motor** čije su zavojnice položene duž cijele trake. Nakon što električni motor postigne visoku brzinu u cijevi u kojoj je tlak zraka jako snižen, tada je samo frakcija snage potrebna za održavanje te visoke brzine. Tome potpomaže i aksijalni ventilator na nosu kapsule koji zaostao zrak koji se akumulira ispred kapsule usisava i prebacuje u sapnice na stražnjoj strani kapsule.

Učinkovito povezivanje Europskih gradova hyperloopom zahtjevan je zadatak i predstavlja velik izazov. Važniji dio tog zadatka je detaljno osmišljavanje '**hyperloop čvorišta**' (engl.: '**hub**'). Hardt je već osmislio različite vrste čvorišta dizajniranih po **modularnom** principu, tako da se ta čvorišta mogu uvećavati ili smanjivati kako bi se prilagodili volumenu prometa i fizičkim lokacijama. U cilju putovanja do svoje konačne destinacije putnici će se lako moći priključiti zrakoplovnim lukama ili autobusnim postajama radi jednostavnijeg prelaska putnika na druga sredstva transporta. Pristupi vlakovima za dolazne ili odlazne putnike su odvojeni. Treba spomenuti i mogućnost skretanja vlakova s jedne na drugu liniju bez smanjivanja brzine. Tome služi '**hyperloop skret-nica**' (engl.: '**switch**'), tako da hyperloop vlak prelazi s trake '1' na traku '2', a isto tako može i u obratnom smjeru, s trake '2' na traku '1'.

Ovaj tip vlaka putuje samo unutar cijevi, bilo da je trasa podignuta iznad zemlje, ukopana u nju, ili pak prolazi kroz bušene brežuljke. Uzduž cijele trase podignute iznad zemlje s jedne i druge strane postavljeni su solarni paneli. Solarni paneli djelimice pokrivaju i čvorišta. Akumulirana struja se koristi za potrebe hyperloopa, a višak se šalje dalje u zemaljsku električnu mrežu.

Suosnivači 'Hardt Global Mobility' su **Tim Houter** CEO, **Marinus van der Meijs** CFO/COO, **Mars Geuze** CCO i **Sascha Lamme** CTO – sve mlađi ljudi. U Nadzornom od-



boru su **Kees de Koning** prijašnji CEO tvrtke **STORK® Fokka**, zatim **Bertrand van Ee** prijašnji CEO ustanove **Royal Haskoning DHV** te **Deborah Nas** profesorica na **TU Delft**.

Hardt ima priličan broj globalnih partnera, počevši od najvećeg **'TATA Steel'**, pa **'EIT-InnoEnergy'**, **'bam'**, **'Royal IHC'**, **'DB'**, **'E.ON'**, **'UNS - UNSTUDIO'**, **'Continental'**, **'GOUDSMITH Magnetics'**, **'engie-Laborelec'**, **'Busch'**, **'Prysmian Group'**, **'Schiphol Group'**, **'Koolen Industries'**, **'ALLPLAN ENGINEERING'**, **'SCIA Engineer'**, **'Accenture Interactive'**, **'RECARO'** i još nekoliko drugih.

U Hardtu smišljaju i ispituju izvedivost prve europske hyperloop rute dugačke 450 km koja bi povezivala Amsterdam i Frankfurt. Sa sedam međupostaja putovanje bi trajalo oko 50 minuta, umjesto 4 izgubljena sata kad se koristi uobičajeni način transporta. Ova ruta bi stajala na raspolaganju okolnom stanovništvu kojeg ima više od 4,3 milijuna, a na godišnjoj osnovi taj hyperloop vlak bi mogao transportirati više od 48 milijuna putnika. Hardt hyperloop ruta također nudi održivu alternativu za oko 2 milijuna putnika koji godišnje zrakoplovima saobraćaju između ta dva grada. Tako bi se u tom području smanjile emisije ugljičnog dioksida za čitavih 83.690 tona godišnje.



**Predviđena europska hyperloop mreža**  
Credits: unstudio.com

Spomenimo i preostale novonastale hyperloop tvrtke koje se bave dizajniranjem i razvijanjem ovog po svemu sudeći vrlo povoljnog načina transporta putnika i robe. Neke od njih se bave ispitivanjem mogućnosti realizacije hyperloop transporta samo na nekoj određenoj ruti u njihovoj vlastitoj zemlji.

## Hyper Chariot

Ova američka 'startup' tvrtka namjerava da bez problema prebacuje ljude i robu nadzvučnom brzinom od 5 Macha. „**Hyper Chariot Network**“ razvija slijedeću generaciju samokretnih, nadzvučnih, solarno pogonjenih „**Rapid Transit Networks - RTNs**“ za putnike i robu. Cilj im je uspostaviti najbržu i što je moguće više održivu putnu mrežu u svijetu, nazvanu kao 'zemaljsko putovanje zrakom **'od vrata-do-vrata'**.



Osnivač tvrtke i CEO je **Nick Garzilli**, s Joannom Garzilli kao CMO i Matthew Modineom predsjednikom Savjetodavnog odbora.

Pitanje je kako će se to i kada postići? Oni namjeravaju koristiti uže cijevi promjera 1,5 m napravljene od '**Ultra-High-Performance Concrete - UHPC**' betona u kojima će se moći postići pravi vakuum i tako potpuno eliminirati otpor kretanju manje kapsule (veličine limuzine za 5 do 6 osoba). Težina kapsule će iznositi samo oko 180 kg.

Za pogonsku energiju će se pobrinuti partnerska tvrtka '**Evacuated Tube Transport Technologies - ET3**', a za kompozitne materijale partnerska tvrtka '**Airborne**'. Najvažniji partner među njima je '**AML**', tvrtka koja se bavi super-provodljivošću na osnovu 'rijetkih zemlji' i izradom super-magneta. U 18 sekundi postizati će se brzina od 644 km/h uz **1G** ubrzanja, sve dok se ne postigne krajnja brzina od 6438 km/h (Mach 5). Dakle, od New Yorka do Tokya ispod jednog sata, ili Madrid – Auckland u više minuta. Ali, na to ćemo morati pričekati desetak ili još više godina. Živi bili, pa vidjeli!

## Zeleros

Španjolska 'startup' tvrtka „**Zeleros**“ svojim planovima, kad i ako se ostvare, učinit će obrat u dosadašnjoj hyperloop tehnologiji koja će postati troškovno prihvatljiva.

**Juan Vicén**, suosnivač Zelerosa i Chief Marketing Officer (**CMO**) ističe kako s do sada predloženim izvođenjima hyperloop sustavâ postoji jedan veliki problem. Problem leži u tome što se u tim projektima trebaju ugraditi zavojnice za pogon i podizanje kapsula cijelom dužinom trase. To predstavlja veliki trošak i složenost sustava. Oni će zavojnice koje kontroliraju i pogone sustav ugraditi u vozila umjesto u trasu. Time vozilo, to jest kapsula postaje autonomna, jer ona tada samu sebe pogoni i podiže u evakuiranoj cijevi, pa infrastruktura puno manje košta.

Dizajnirano za 50 do 100 putnika Zeleros vozilo će juriti kroz evakuiranu cijev magnetski izdignuto nekoliko milimetara iznad trase brzinom od oko 1.000 km/h. Za vrijeme kraćih putovanja u trajanju od 30 do 60 minuta putnici lako podnose osjećaj zarobljenosti u kabini bez prozora, ali na duljim rutama treba omogućiti putnicima da se nečim zabave. Pomišlja se i na spojivost s Internetom.

*Ekonomika zračnih putovanja još uvijek može biti privlačna za dugačka putovanja, ali za srednje udaljenosti, recimo 500 do 1.500 km, hyperloop može biti idealno putno rješenje. U Zeleros propulzijskom sustavu mi dijelimo mnoge karakteristike s ostalim hyperloop sustavima. Međutim, vjerujemo da naš način pristupa osigurava mnogo niže troškove i bolje uvjete za putnike – ističe Vicén.*

Osim održivosti Zeleros se također usredotočio na sigurnost i zaštitu putnika ugradnjom više redundantnih sustava za presurizaciju, propulziju i kočenje, posebno u slučajevima nestanka struje, kad vozilo zaglavi. Zbog toga uzduž staze će se u redovitim intervalima sa strane postaviti izlazi za nužnost. Ako se prekid električne snage dogodi bilo gdje na ruti, vlak će biti prebačen na čekanje, ili će putnici biti pušteni da izađu kroz izlaze s normalnim tlakom.

Vicen još dodava kako 'Zeleros' surađuje s konzorcijem europskih partnera radi razvitka i komercijalizacije svog koncepta i trenutačno gradi ispitnu traku dugu 2 km u španjolskom mjestu **Sagunto**. Slijedeće godine smanjeni model vozila u omjeru 1:3 bit će ispitan radi provjere izvedivosti. Cilj im je utvrđivanje svoje tehnologije u gore navedenom omjeru. Tako misle integrirati sve podsustave i učinkovito operirati čitav probni sustav najranije sredinom 2020. godine. To će im omogućiti da dobiju podršku Europe za izgradnju ispitne trake u omjeru 1:1, vjerojatno u 2021. godini.



*Zeleros vozila bez prozora mogu imati pogled na unutrašnje ekrane koji će prikazivati okolinu ili izbor scena za relaksaciju. Courtesy of Zeleros*

*„Vjerujemo kako 2023. godine možemo demonstrirati djelovanje sustava u stvarnom omjeru, a uspostaviti prve teretne rute 2025. godine. To će nas smjestiti u vrlo dobru poziciju za prijevoz putnika. Zeleros također vidi mogućnost razvoja hyperloop teretnih ruta između lukâ kao što su španjolski Algeciras i lukâ u Sjevernoj Europi - Hamburga ili Rotterdama, te izgradnje logističkih čvorišta u Frankfurtu i Toulouseu” - između ostalog kaže Vicen.*

## Arrivo

„**Arrivo Corporation**“ je osnovana 2016. godine kao 'startup' tvrtka sa sjedištem u Los Angelesu. Vodeći osnivač je **Brogan Bambrogan**, prijašnji osnivač i glavni inženjer u tvrtkama 'Hyperloop One' i 'SpaceX'. Iako je cilj u početku bio razvitak hyperloop tehnologije, Bambrogan se odlučio na projekt koji bi prevozio automobile 'maglev' vlakom od centra Denvera do obližnje zračne luke ali bez evakuiranih cijevi, te po istoj cijeni kao što košta cestarina na Pena Boulevardu, autocesti za zračnu luku. Međutim, ni taj projekt nije ostvaren zbog neuspjeha u prikupljanju sredstava, pa je tvrtka 2018. godine prestala s radom.

## DGWHyperloop

Indijska tvrtka „**DGWHyperloop**“ radi na projektu čiji je kodni naziv „**Hyperloop India**“ koji predviđa razvitak projekta '**Hyperloop Corridor**' između gradova **Delhi** i **Mumbai**.

## Hyper Poland

Radi se o poljskoj tvrtki koju su ljeti **2018.** godine osnovali strojari koji su diplomirali na **Varšavskom Tehnološkom Sveučilištu**, a potaknuti natjecanjem studenata na 'SpaceX Pod Competition' održanom u ožujku **2018.** u Kaliforniji. Tada je ova tvrtka prepoznata kao jedna od najboljih 'startup' tvrtki u sektoru mobilnosti u Europi.

U veljači 2020. godine Hardt Hyperloop, Hyper Poland, TransPod i Zeleros formirali su konzorcij koji bi radio na standardizaciji, kao dio Zajedničkog Tehničkog Odbora (engl.: **'Joint Technical Commitee – JTC20'**) uspostavljenog od europskih tijela za normiranje **'CEN'** i **'CENELEC'**, a u svrhu određivanja općih normi usmjerenih na sigurnost i međudjelovanje infrastrukture, željezničkih vozila, signalizacije i drugih sustava.



## Kriticizam uz razmatranja ljudskog faktora

Inovativan način prijevoza ljudi i roba nazvan Hyperloop u vozilima koja lebde i jure velikom brzinom kroz evakuirane čelične cijevi kojim su danas okupirane mnoge tehnološke tvrtke izazvao je u javnosti mnogo kriticizma. Neki od tih kritičara upozoravaju na vrlo neugodan i zastrašujući osjećaj kojeg putnik može doživjeti vozeći se pod utjecajem znatne akceleracijske sile, zarobljen u uskoj zatvorenoj kapsuli, koja juri velikom brzinom kroz zatvoreni čelični tunel, gdje vlada visoka razina buke radi zraka koji se komprimira ispred kapsule i vodi oko nje skoro brzinom zvuka i gdje vladaju vibracije i udaranja. Čak i kad je cijev u početku jednakomjerno glatka, tlo se može pomaknuti zbog seizmičkih aktivnosti. Pri visokim brzinama čak i vrlo mala odstupanja od ravne staze može proizvesti znatna udaranja. Ovo se sve mora shvatiti kao dodatno razmišljanje o praktičnim i logističkim pitanjima - kako najbolje riješiti probleme sigurnosti, kao što su kvar na tehničkoj opremi, razne nezgode te evakuacija u slučaju nužnosti.

U uporabi se već nalaze vlakovi s magnetskom levitacijom kojima su troškovi znatno manji u usporedbi s 'hyperloopom'. „SC Maglev“ bez vakumske cijevi može ići brzinom od oko 600 km/h jer ima ekstremno aerodinamički dizajn. Taj vlak primjerice izbjegava troškove i izgubljeno vrijeme za rukovanje prilagodbom tlaka na ulaznim i izlaznim postajama hyperloop cijevi. Stručnu kritiku dali su i profesori sa „MIT“-a i **'UC Berkeley'**-a ukazujući na neke tehnički do sad neriješene probleme, kao i činjenicu da bi cijevi mogle postati privlačan cilj za teroriste te da bi rad sustava mogao biti prekinut uslijed zagađenosti s otpalim komadićima i prljavštinom.

Što se tiče političkih i ekonomskih razmatranja oni se uglavnom odnose na nepredvidivo visoke troškove koji neminovno prate sve nove projekte, kao i na neprikladnost gradnje novog sustava kad je mnogo političkog utjecaja uloženo u već postojeće projekte kao što je, primjerice, američki 'California High-Speed Rail'.

## NA KONCU, ODABRANO JE NEKOLIKO IZVEDBI KAPSULA (POD'S) ZANIMLJIVIJEŠEG IZGLEDA (Developers):



**DiggerLoop**

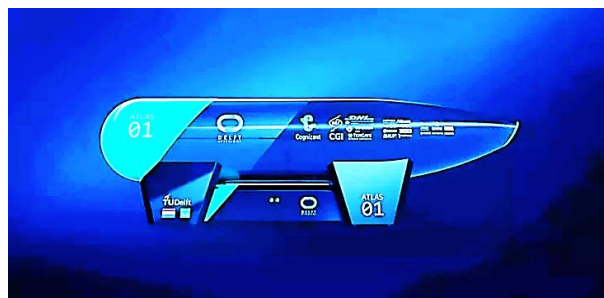


**Delft Hyperloop**





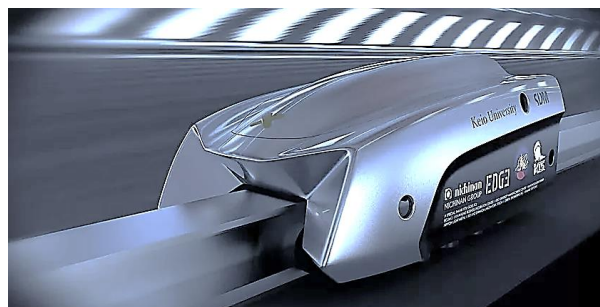
**Azloop**



**soylent**



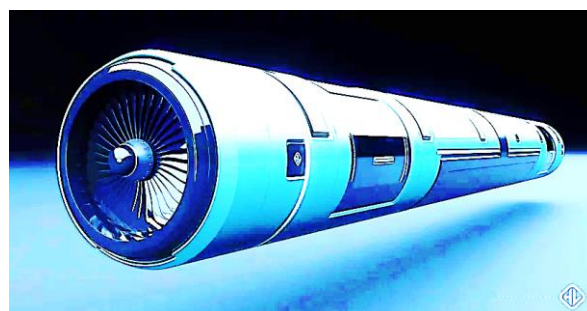
**rloop**



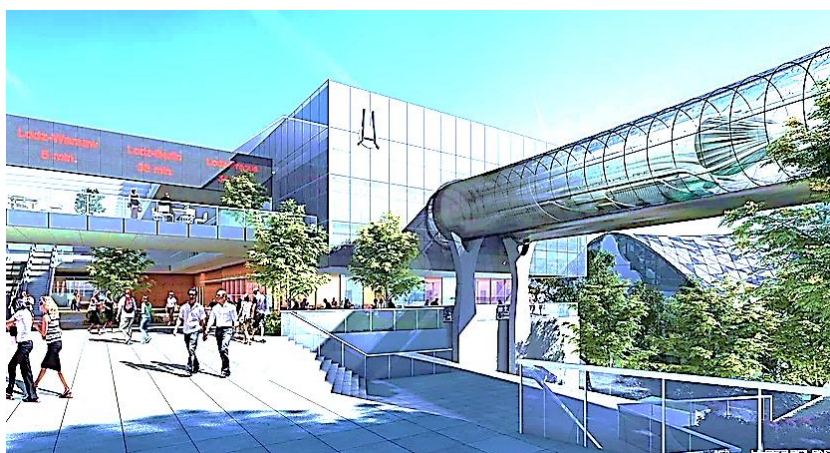
**Keio Alpha**



**Hyperloop VPU**



**Hyperloop VCU**



**Hyper Poland postaja i vlak**  
Credits to: [hyperpoland.com](http://hyperpoland.com)

**I još nešto; Prema E. Musk-u hyperloop će biti vrlo koristan na Marsu, jer tu gustoća atmosfere iznosi samo 1% gustoće zemljine atmosfere na morskoj razini. Stoga će se hyperloop na Marsu moći graditi bez cijevi, jedino što će trebati izgraditi je trasa.**

## **Izvori:**

<https://spainsnews.com/the-htt-company-presents-its-first-hyperloop-capsule-in-cadiz-technology/>

<https://www.bing.com/search?q=transpod+hyperloop>

<https://transpod.com>

<https://en.wikipedia.org/wiki/TransPod>

[veillametrics.com](http://veillametrics.com)

[www.transpodresearch.org](http://www.transpodresearch.org)

<https://hyperloopindia.in/>

<https://en.wikipedia.org/wiki/Arrivo>

<https://cleantechnica.com/2017/06/24/hyper-chariot-aims-go-faster-cheaper-hyperloop/>

<https://www.autodesk.com/redshift/hyperloop-technology/>

<https://www.hyperloopjourney.com/developers>

## U žarištu pozornosti

### 'Ceiba' najveći drveni brod na svijetu prelazi u fazu konstrukcije

U brodogradilištu tvrtke „**Sailcargo Inc.**“ Costa Rica, trojarbolni skuner dug 45 m imenovan '**Ceiba**' nakon dvogodišnjih priprema uključujući i godinu dana u kojoj se izgradio strukturni okvir s rebrima sada prelazi u novu fazu konstrukcije,. U toj fazi trup se oblaže s dugačkim drvenim dužicama tako da tvori oplatu.



*Sailing ship s/s 'Ceiba'*  
Image Credits: [sailcargo.org](http://sailcargo.org)

Svo drvo korišteno za gradnju ovog broda potječe iz lokalnih izvora uz poštivanje okoliša. U prošloj godini broj vrhunskih tesara i brodograditelja u gradnji premašio je 35 osoba. „**Sailcargo Inc.**“ Costa Rica izgradnjom ovog broda dokazuje da je moguće izgraditi potpuno drveni brod s neutralnim emisijama ugljika. Taj će brod svojim postojanjem inspirirati globalno brodarstvo da obrate pažnju na ovu zanemarenu industriju koja može biti financijski konkurentna. Kompaniju financiraju privatni investitori koji podržavaju ovakav biznis, uz promišljanja u kojem se smjeru međunarodna trgovina može razvijati.

Drveni jedrenjak „*Ceiba*“ će:

- Prevoziti 250 tona robe kao što je kava, kakao, pamuk, ili ječam,
- Imati ugrađen regenerativni električni stroj za plovību u lučkim zonama ili po nepovoljnom vremenu,
- Dva puta godišnje ostvariti putovanja uzduž pacifičkih obala dvaju kontinenata, sjeverno sve do Aljaske i južno sve do Perua,



- Imati negativni ugljični konstrukcijski proračun zamjenskom sadnjom novih stabela,
- Zaploviti vjerojatno već 2021. ili početkom 2022. godine.

## Izvor:

<https://www.marineinsight.com/shipping-news/worlds-largest-wooden-cargo-shippers-construction-phase/>

## U Australiji u domovinu vraćeno 9 pomoraca

2. studenoga 2020. australska vladina agencija „**Australian Maritime Safety Agency – AMSA**“ u luci Port Alma u Queenslandu pregledala je brod „**Brio Faith**“ pod panamskom zastavom i utvrdila svoje ranije sumnje kako su 3 člana posade na brodu već preko 12 mjeseci, 4 člana posade već preko 16 mjeseci, a 2 člana posade na brodu su već preko 20 mjeseci. Radi se o Kinezima i Filipincima.

Nakon utvrđenih činjenica agencija je izdala nalog da se tih 9 pomoraca odmah repatriira. Operator broda je potvrdio da će to biti izvršeno sutra ujutro. Međutim, sutra 3. studenoga operator javlja kako je vlasnik zatražio da ti pomorci ostanu na brodu dok se brod ne premjesti u slijedeću luku Shanghai. Na to je AMSA izdala zapovijed da se brod neće micati iz Port Alme dok se pomorci ne repatriiraju.



Ti pomorci sada putuju u Brisbane odakle će zrakoplovima letjeti do njihovih domova i napokon ugledati svoje obitelji.

Stav AMSA po ovom pitanju je da pomorci nedvojbeno održavaju svjetsko međunarodno brodarstvo u zadovoljavajućem operativnom stanju te da su pomorci u tome kritičan čimbenik. AMSA će nastaviti provođenje „**Maritime Labour Convention**“, paziti na pomorce i time osigurati općenitu sigurnost brodarstva, jer umoran i nezadovoljan pomorac može nehotice prouzročiti fatalne greške. Držati pomorce zarobljene na brodu toliko dugo vremena je apsolutno neprihvatljivo.

Što se tiče samog broda, kako bi se ispunili zahtjevi o minimalnoj posadi ukrcani su svježi članovi posade i 4. studenog brod je napustio Australiju.

## Izvor:

<https://www.marineinsight.com/shipping-news/seafarers-onboard-for-up-to-20-months-with-no-leave-repatriated-on-amsas-orders>

## Svjetski Samit 2021 o LNG bunker opskrbi

Peti svjetski samit po pitanju LNG bunker opskrbe održati će se ovaj put u njemačkom gradu Hamburgu 9. i 10. studenoga 2021. godine, za razliku od dosadašnjih četiriju koji su se svi uspješno održali u Amsterdamu.

Za ovu konferenciju odabrani su ponajbolji stručnjaci koji predstavljaju područje opskrbe LNG-a kao brodskog goriva. Oni na ovim konferencijama iznose svoja mišljenja i iskustva, kako bi ova industrija krenula u potrebnom smjeru, jer LNG stoji visoko na



**LNG bunker supply vessel "Kairos" – Credits: konferenzagnl.com**

dnevnom redu velikih svjetskih brodara i energetske igrača.

Sudionici samita će obrađivati teme kao što su stanje razvitka infrastrukture, standardizacija među-lučkih pravila, tehnološke inovacije i proučavanje iskustava bunkeriranja krajnjih korisnika koji su se već prebacili na LNG gorivo.

Postoji više načina bunkeriranja LNG goriva, a to su:

- Opskrba s broda na brod (Engl.: **Ship-to-Ship – STS**) gdje se LNG dostavlja brodu posredstvom drugog broda, posebnog plovila ili barže,
- Opskrba broda na rivi kamionima s LNG-om (Engl.: **Truck-to-Ship - TTS**) koji se putem fleksibilne cijevi spajaju na brod, uobičajeno pomoću ručne konzolne dizalice,
- Opskrba broda LNG-om s terminala (ili obalnog objekta)– (Engl.: **Port-to-Ship - PTS**) obavlja se preko krute kriogene cijevi i fleksibilne cijevi ili ukrcajne ruke, što se na koncu spaja na ukrcajnu cijev broda,
- Opskrba broda kontejneriziranim LNG-om (Engl.: **Containers-to-Ship - CTS**) gdje se prethodno napunjeni kontejneri izravno ukrcavaju u brod u za to određena sjedišta i spajaju sa sustavima.

Prikladan odabir jednog od navedenih načina opskrbe najviše će ovisiti o vrsti i veličini broda.

Na priloženoj ilustraciji vidimo brod „**KAIROS**“ građen u Južnoj Koreji za 'STS' opskrbu LNG goriva, kapaciteta 7.000 m<sup>3</sup>. Gradnja je započeta 2016. godine, a brod je dovršen u zadnjem kvartalu 2018. Tada se premjestio u Sjeverozapadnu Europu kako bi opskrbljivao LNG-om brodarske klijente, posebice u Sjevernom i Baltičkom moru. U to je vrijeme 'm/v **KAIROS**' - '**ballast-free**' dizajna bio jedan od najvećih brodova za bunkeriranje LNG-a. Ugrađen je i **CNG** tank za skladištenje povratnih para s bunkeriranog broda.

Kompanija „**BSE**“ potpisala je time-charter ugovor s tvrtkom „**Nauticor GmbH & Co.**“ iz Hamburga koja slovi kao vodeći opskrbljivač LNG-om, što uključuje širok raspon kompetencija u kriogenoj tehnologiji, logistici i bunkeriranju. U zajedničkom poduhvatu s litvanskom tvrtkom „**Klaipedos Nafta**“ 'Nauticor' (koji je unajmio brod **KAIROS**) drži 90% zajedničkog poduhvata, dok Klaipedos Nafta, koja u litvanskoj luci Klaipeda

nanovo učinkovito ukrcava LNG na *Kairos*, drži ostalih 10%.

## Izvori:

<https://www.asdevents.com/event.asp>

<https://www.cwclngbunkeringsummit.com/>

<https://www.conferenzagnl.com/2018/10/nuova-bunker-vessel-kairos-nord-europa/?lang=en>

## YARA BIRKELAND se priprema za autonomnu plovidbu



„YARA BIRKELAND“ - 'Zero emission' autonomni nosač kontejnera  
Image credits: yara.com

**YARA BIRKELAND** je 120 TEU autonomni kontejnerski nosač otvorenog skladišta i „**emission zero**“ brod s potpuno baterijskim propulzijskim rješenjem. Namijenjen za autonomnu plovidbu bez posade. Brod *Yara Birkeland* nazvan je po njegovu vlasniku, tvrtki „**Yara International ASA**“ te po osnivaču te tvrtke, norveškom znanstveniku **Kristianu Birkelandu**. Ovaj brod će služiti za uklanjanje emisija štetnih plinova (NO<sub>x</sub> i CO<sub>2</sub>) sa cesta, koje su dosad ispuštali dizelski kamioni prevozeći Yara proizvode iz jedne od YARA tvornica umjetnog gnojiva u Porsgrunnu do morskih luka Larvik i Brevik. Do sada su kamioni prevozili to gnojivo tijekom oko 40.000 cestovnih teretnih putovanja godišnje, i isto toliko u povratnoj vožnji bez tereta. Ova ekološka inicijativa će pomoći u postizanju UN-ovih 'Održivih Razvojnih Ciljeva – **SDG**') te poboljšati sigurnost i smanjiti prometnu zagušenost na norveškim cestama.

Dizajniran u norveškoj tvrtki „**Marin Teknisk AS**“ trup broda je izgrađen u „**Vard Braila**“, Rumunija. Goli trup je otegljen iz Vard Braila u Norvešku i isporučen u VARD brodogradilište u Breviku „**Vard Brattwåg**“, gdje se ugrađuje sva potrebna oprema.

U svezi s tim, YARA je prethodno sklopila ugovor s tvrtkom „**Kongsberg**“ po kojemu će Kongsberg razviti, isporučiti i ugraditi sve ključne tehnologije i uređaje koji omogu-



ćavaju da *Yara Birkeland* autonomno plovi, uključujući i senzore potrebne za daljinsku i autonomnu operaciju te električni pogon, baterije i sustave za upravljanje propulzijom. Dodatno, tvrtka „**McGregor**“ u sklopu tvrtke „**Cargotec**“ sklopila je ugovor s „**Kongsberg Maritime**“ prema kojem će McGregor isporučiti sustav za automatsko pristajanje i privez broda te odvezivanje i odlazak broda *Yara Birkeland*, prvog autonomnog kontejnerskog broda u svijetu. To će omogućiti da se operacije pristajanja broda i odlaska s pristaništa obavi bez ljudske intervencije, što svakako podržava učinkovitu operaciju ovog potpuno električnog broda nultih emisija.



**"Yara Birkeland" u autonomnom izdanju, s uklonjenim nadgrađem**  
Image credits: yara.com

YARA i vodeći dobavljač uređaja za rukovanje teretima „**Kalmar**“ (također dio Cargotec-a) dogovorili su se kako će osigurati isporuku opreme, softvera i usluga za jedinstveno digitalizirano rješenje prijevoza punih kontejnera iz postrojenja za proizvodnju umjetnog gnojiva u Porsgrunu (Heroya) do ukrcajnog pristaništa u Porsgrunu, kao i autonomnog rukovanja utovarom i istovarom kontejnera na i sa broda *Yara Birkeland* te vraćanje praznih kontejnera u postrojenje.

*Yara Birkeland* će prevoziti natovarene kontejnere kroz unutarnje vodne putove do morskih luka Brevik (oko 7 Nm) i Larvik (oko 30 Nm). Dio tog područja koje ima najveći brodski promet pokriven je „**VTS**“ sustavom '**Norveške obalne administracije**' lociranom u Breviku. Za osiguranje sigurnosti predviđena su tri obalna operacijska središta s različitim operativnim profilima, koji će intervenirati u iznimnim slučajevima, ili u slučaju nužnosti. Također će pratiti operativne i druge okolnosti, ocjenjivati odluke i nadzirati autonomni brod i njegovo okruženje, uključujući i sve druge aspekte sigurnosti. Postaviti će se i sučelje s Yara logističkim postupcima u operacijskom centru u Herøyi.

Glavne izmjere broda su: duljina preko svega (LOA) 80 m, širina 15 m, ukupna visina 15 m, gaz pod punim teretom 6,3 m, ekonomska brzina 6 – 7 čv, najveća brzina 13 čv, teretni kapacitet 120 TEU, istisnina 3.200 dwt, propulzija - zakretni čahurni potisnici (Azipull pods) 2 x 900 kW i pramčani tunelski potisnici 2 x 700 kW te baterije kapaciteta 7 MWh. Senzori blizine su: radar, lidar, AIS, obične i infracrvene kamere.

Isprva, zbog epidemije i drugih promijenjenih okolnosti, u YARI su odlučili da do daljnega zaustave radove na ovom brodu, o čemu smo pisali u prethodnom broju ovog časopisa. Ipak, po svemu izgleda da su odlučili nastaviti i dovršiti sve potrebne radove. Brod je obavio neophodna testiranja i ukrcaj kontejnera radi provjere stabilnosti, a zatim je s posadom krenuo u luku Horten i obližnje morsko probno područje na prva plovna testiranja radi daljnjih priprema za autonomnu plovidbu.

Prema web-sajtu '**vesselfinder.co**' *Yara Birkeland* je napustio Brattvåg 08/11/2020 i stigao u Brevik 21/11/2020. Napustio je Brevik 01/12/2020 i stigao u Horten 14/12/2020. Nakon obavljenih ispitivanja brod se vraća u Brevik gdje se očekivao 27/12/

/2020. Nakon toga početkom **2021.** godine brod bi krenuo s potpunom posadom na svoje prvo probno teretno putovanje. Takva putovanja s posadom na brodu potrajat će dulje vrijeme, sve dok se sigurnosni i operativni aspekti svih operacija sasvim ne provjere.

Postoji i teže pitanje utvrđivanja klasifikacijskih pravila, koje u ovom slučaju treba donijeti klasifikacijski zavod „**DNV GL**“. Očekuje se da će se sve to obaviti u razumnom roku, tako da bi **YARA BIRKELAND** mogao potpuno autonomno zaploviti početkom **2023.** godine, kada će se ukloniti i nadgrađe kao nepotrebno.



**Ukrcaj kontejnera na Yara Birkeland - Image credits: KONGSBERG**

## **Izvori:**

<https://www.kongsberg.com/maritime/support/themes/autonomous-ship-project-key-facts-about-yara-birkeland/>

<https://www.freightwaves.com/news/revolution-for-inland-shipping-depends-on-the-success-of-the-yara-birkeland>

<https://www.vesselfinder.com/vessels/YARA-BIRKELAND-IMO-9865049-MMSI-257646000>

<https://www.marineinsight.com/shipping-news/worlds-first-autonomous-zero-emission-container-ship-yara-birkeland-delivered/>

## **Svjetsko Pomorsko Sveučilište – WMU**

**1983. godine UN-ov „International Maritime Organization - IMO“ osnovao je u Malmöu, Švedska 'Svjetsko Pomorsko Sveučilište' - „The World Maritime University - WMU“. Zadatak je ovog sveučilišta da bude**

svjetsko središte odličnosti u poslijediplomskoj pomorskoj i oceanskoj naobrazbi, istraživanjima i profesionalnoj izobrazbi, usput gradeći globalni kapacitet i promičući održiv razvoj.

WMU kao entitet unutar UN sustava je ustanova koju je osnovala međunarodna pomorska zajednica te između ostalog služi i za provedbu UN 'Sustainable Development Goals – SDGs', a koji se odnose na naobrazbu, spol, jednakost, mir i pravdu, dostojno zaposlenje i ekonomski rast, održivu industrijalizaciju i inovaciju, klimatske promjene, oceane i udruživanja.

Završeni polaznici (alumni) WMU-a držati će istaknute pozicije u pomorskom svijetu. Oni će služiti kao seniorski pomorski službenici u državnim ministarstvima, kao direktori (CEO) brodarskih tvrtki ili lukâ, kao čelnici pomorskih akademija i mornaričkih organizacija, a mnogi će predstavljati i njihovu domovinu u IMO-u i u međunarodnim forumima i organizacijama. WMU pruža poslijediplomsku pomorsku naobrazbu i dodjeljuje u svome sjedištu u Švedskoj 'Master's' i 'Doctoral' stupnjeve u više pomorskih i oceanskih specijalizacija te 'Master's' stupnjeve u Kini. Ovo se nadopunjava učenjem na daljinu i profesionalnim razvojem.

WMU je istraživačka institucija, a služi i kao prenositelj međunarodnih konferencija o pitanjima iz pomorskih i oceanskih područja, te poduzima građenje globalnog kapaciteta misija, tako što pruža ispomoć tehničkom kooperacijom u ime IMO-a. Također promiče veću ulogu žena poželjnih u pomorskom sektoru.

Osim ovoga, u svibnju 2018. u Japanu svečano je u WMU sustav uveden i „Sasakawa Global Ocean Institute“, što je omogućeno potporom zaklade „The Nippon Foundation“, švedske, kanadske i njemačke vlade kao i grada Malmö. Namjera je da ovaj institut djeluje kao nezavisna žarišna točka za oceansku znanost, politiku, zakone, industriju i društvo, gdje se stvaraoci politike, znanstvena zajednica, regulatori, industrijalci, akademici i predstavnici civilnog društva susreću da bi razglabali kako najbolje upravljati i koristiti oceanska prostranstva i njihove resurse u sukladnosti s UN 2030 agendom održivog razvoja.

Pod okriljem IMO-a 1988. godine osnovan je u Malti „IMO Međunarodni Institut Pomorskog Zakona“ (*The IMO International Maritime Law Institute – IMLI*) sa zadaćom da pojača izgradnju kapaciteta u svim zemljama, posebno u zemljama u razvoju i da doprinese ispunjenje IMO ciljeva, to jest da kroz suradnju promiče sigurno, zajamčeno, okolišno prihvatljivo, učinkovito i održivo brodarstvo. IMLI doprinosi izgradnji svjetskog kapaciteta nacionalnih pomorskih vlasti, te uz kraće tečajeve i specijalizirane programe nudi poslijediplomske i doktorske programe u suradnji s međunarodno prepoznatim sveučilištima. Isto tako IMLI organizira predavanja i seminare o pomorskim zakonima i drugim relevantnim sektorima koje održavaju stručnjaci visoka profila.

„Održivo brodarstvo za održiv planet“ je parola koja je odabrana za „Dan pomorstva 2020“ što se održao 24. rujna 2020. Glavni tajnik IMO-a



**Kitack Lim naglašava važnost ostvarivanja „Sustainable Development Goals – SDGs“ i obrazlaže sve napore koje IMO i njeni članovi poduzimaju da bi postigli te ciljeve.**

**Tom prilikom predsjednica WMU-a Cleopatra Doumbia Henry između stalog izjavila je i ovo: „Svi mi moramo preuzeti zajedničku odgovornost kako bi osigurali održiv planet za buduće generacije. Stoga, hajde da gradimo na saznanjima koja smo u dosadašnjem radu već naučili i tako krenimo zajedno naprijed“.**

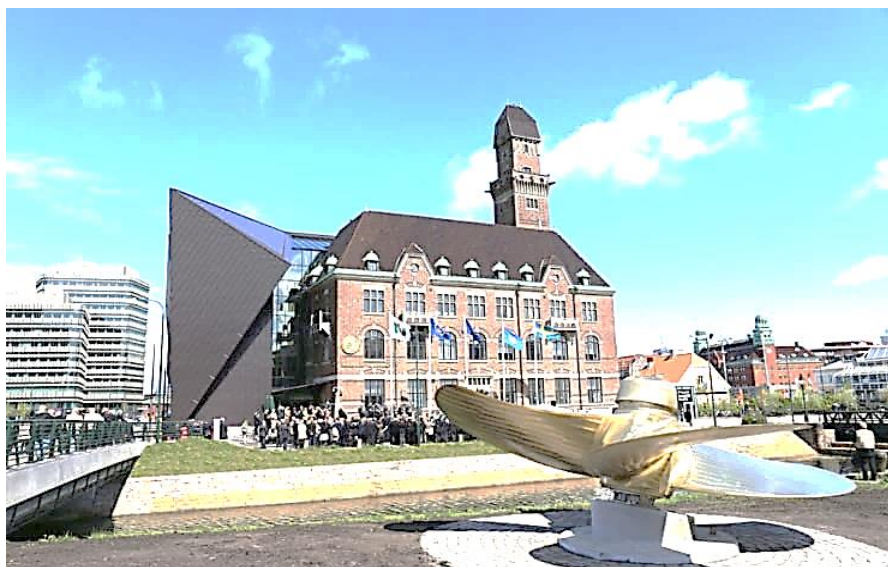
**Dne 8. travnja 2020. predsjednica Doumbia-Henry govorila je studentima na obližnjem „Henrik Smith Residence –HSR“ u Malmöu gdje boravi glavnina studenata MSc programa uživo. U dvorištu tog boravišta, odakle se predsjednica obratila studentima, oni stoje držeći propisanu udaljenost jedan od drugoga, ili s prozorâ sudjeluju u obraćanju. Predsjednica je tada naglasila da WMU nastavlja s radom kao i uobičajeno, iako u neobičnim okolnostima. Mada su odgođena putovanja koja služe za terenske studije, sveučilište čini sve što može da učini 'WMU iskustvo' svakog studenta što je moguće bogatijim. Sveučilište i dekanat izvršavaju svoje radne dužnosti, neki na sveučilištu, a neki iz kuće. Izjavila je još da je: „ponosna na ovo učilište i na način kojim smo svi mi podnijeli izazove što ih je ova neočekivana situacija s korona virusom donijela“.**



**Predsjednica WMU-a  
Cleopatra Doumbia Henry**

**Nadalje, na 26.-om zasjedanju 'Međunarodne Organizacije Mobilnih Satelita' (International Mobile Satellite Organization – IMSO) održanog od 16. do 22. prosinca 2020. predsjednica Doumbia-Henry je naglasila da je tijekom COVID-19 pandemije IMSO nastavila s osiguravanjem komunikacijskih službi u slučaju nevolje, uključujući sigurnost i praćenje brodova, na što se pomorstvo i pomorci širom svijeta oslanjaju. S obzirom da se digitalna rješenja rapidno uvode u cijelom svijetu, u tome broderska industrija nije nikakva iznimka. Mora i oceani našeg planeta danas su dosta integrirani u Internet – najčešće uz satelitsku podršku. Tvrtke angažirane u broderskim poslovima sada imaju priliku da smanje troškove na bazi ponude/potražnje, te da poboljšaju servise njihovim klijentima te da čak redefiniraju i svoj poslovni model ili načine sprovođenja operacija.**

Pogledajmo sada studijske programe koji su se nudili ili se nude u samom WMU Malmö te u drugim ovlaštenim ustanovama:



*Zgrada WMU (World Maritime University) u Malmöu, Švedska*

- 1. Msc in Maritime Affairs, Malmö (mr. sc. u pomorskim poslovima),**
- 2. Mphil programme in International Law and Ocean Policy (mr. fil. u Međunarodnim zakonima i Politici oceana),**
- 3. PhD programmes (Programi doktora nauka – dr. sc.),**
- 4. Distance learning (Učenje na daljinu),**
- 5. ESSP - English & study skills programme (Programi engleskog jezika i vještine studiranja),**
- 6. EPDCs - Executive and Professional Development Courses – (tečajevi razvoja i sticanja izvršnih i profesionalnih položaja),**
- 7. Accreditation & Recognition (Opunomoćenje i priznavanje).**

**Msc** studije pomorskih poslova WMU u Malmöu traju 14 mjeseci s tri termina: temeljne studije, specijalizirano studiranje i disertacija. Specijalizirano studiranje nudi se u jednoj od slijedećih 7 specijalizacija:

- Pomorska edukacija i uvježbavanje,
- Rukovanje pomorskom energetikom,
- Pomorski zakoni i politika,
- Pomorska sigurnost i okolišna administracija,
- Održivost oceana, upravljanje i menadžment,
- Lučki menadžment,
- Brodarski menadžment i logistika.

Osim ovoga Msc studijski program s brojnim specijalizacijama u „**Međunarodnom Transportu i Logistici**“ (**Brodarstvo i Financije**) nudi se preko WMU-a i u Shanghaiu, Kina, uz suradnju sa „**Shanghai Maritime University – SMU**“. Drugi Msc program nudi se u domeni „**Okolišni menadžment**“ preko WMU-a također u Kini, u „**Dalian Maritime University – DMU**“. Ovaj program je specifično namijenjen za pomorsko tržište u Kini.

Studenti koji su uspješno obranili disertaciju na temu „Pomorski poslovi“ stiču akademski stupanj '**Magistar Nauka**' (**Master of Science**), ili ako su stekli manje bodova tada dobivaju samo '**Diplomu**' (**Postgraduate Diploma**). Školovanje je fleksibilno i plaća se 300 US\$ po korištenom kreditu.

Program magistra filozofije u „**Međunarodnim zakonima i politici oceana**“ (**Mphil – Master of Philosophy** ili **mr. fil.**) je novi inovativan program koji je dizajniran u suradnji s IMO „**International Maritime Law Institute – IMLI**“ u **Malti** kako bi odigrao ulogu osiguravanja buduće održivosti svjetskih oceana u suglasju s **UN 2030** agendom održivog razvoja. Ovaj dvogodišnji program započeo 2017. godine nudi izobrazbu stručnih pomorskih pravnika koji će se, zaokupljeni sistemskom strukturom i ciljevima UN-a, zauzimati za politiku i legislativu brige za svjetske oceane i koji će podržati njihov održiv razvitak. Pristojbe i troškovi iznose 37.000 Eura. Pristojba za „**English & Study Skills Programme – ESSP**“ je dodatnih 5.600 US\$. Životni troškovi studenta iznosit će oko dodatnih 1.500 US\$ mjesečno.

Program doktorata u pomorskim poslovima (**PhD - Doctor of Philosophy**, ili **dr. sc.**) nudi studentima priliku da izvrše jedno od istraživanja koje se može naći unutar svih pomorskih polja, ali s naglaskom na pitanja koja se odnose na IMO misiju sigurnosti, osiguranja i zaštite morskog okoliša. Studijem se dobiva 240 **ECTS**<sup>3</sup> kredita kompletiranih tijekom registracijskog perioda od uobičajenih tri do šest godina. Nudi se 7 aktivnih polja istraživanja. Kandidati mogu biti smješteni ili u Malmö ili negdje drugdje, uglavnom



**Futuristički izgled aneksa WMU - Malmö. Švedska**

u mjestu gdje su zaposleni. Doktorska istraživanja na WMU leže u prvenstvenim poljima istraživanja (**Research Priority Areas – RPAs**).

Prvenstvena polja istraživanja (RPAs) su:

- Posljedice pomorskih aktivnosti na okoliš,
- Pomorska i morska tehnologija i inovacije,
- Pomorska ekonomika i biznis,
- Menadžment pomorske energije,
- Pomorski zakoni, politika i upravljanje,
- Pomorska sigurnost,
- Upravljanje pomorskom socijalom i radnom snagom.

<sup>3</sup> **ECTS = “European Credit Transfer and Accumulation System”** je alat iz područja „**European Higher Education Area**“ koji pomaže studentima da se neometano kreću među zemljama i da se njihove akademske kvalifikacije i studijski periodi u tim zemljama prihvate



Dodatno, WMU program također nudi sjajne mogućnosti među-disciplinarnih projekata, što dozvoljava doktorandu da slijedi svoju vlastitu zainteresiranost, ili interese njegove organizacije gdje je zaposlen, ili onih koji ga šalju na studije. Štoviše, ukoliko je student prethodno proučavao neko područje iz odabrane tematike na nekom drugom sveučilištu, uz valjane dokaze to će mu se priznati i tako skratiti vrijeme istraživanja na WMU. Za pristup ovom studiju traži se magistarski stupanj s disertacijom u odgovarajućoj disciplini, vladanje engleskim jezikom, provjerljivo nekim međunarodno priznatim testom, te sposobnost rada na računalu. Školovanje se plaća 33.400 US\$ što uključuje nadziranje, sadržaj predmetâ studija, pristup knjižnici i laboratorijima, IT podršku i zdravstveno i životno osiguranje te osiguranje u slučaju nezgode. Boravak, ishranu i ostale troškove student snosi sam. U Malmöu student će za te troškove trebati dodatnih oko 15.000 švedskih kruna.

Osim opisanog, WMU još nudi i posebne specijalizirane programe za obuku stručnjaka na poljima zakona osiguranja mora i njegove primjene, zatim pomorske energije, dobrobiti pomoraca, međunarodnog pomorskog zakona te izvršnog pomorskog menadžmenta, i to kako slijedi:

- **Zakon Osiguranja Mora i primjena** – Već davno zasnovan program dizajniran za stručnjake u industriji osiguranja mora koji u izgradnji njihove stručnosti i karijere nudi solidnu akademsku osnovu za vršioce tih poslova.
- **Pomorska Energija (Maritime Energy Postgraduate Diploma (PGDIP))** – Pomorska industrija i vlade svjetskih zemalja angažirane su u borbi protiv klimatskih promjena, emisija stakleničkih plinova, zagađivača zraka, rasta morske razine i promjene uzorka vremenskih promjena. Pomorske stručnjake (brodograditelje, časnike palube i stroja, inspektore itd.) program oprema s tehničkim i socijalno-ekonomskim znanjima koji se odnose na IMO regulativu o zagađivanju atmosfere i mogućim protiv-mjerama za postizanje energetski učinkovite pomorske budućnosti.
- **Dobrobit pomoraca (MARI-WELL)** – Ovaj program profesionalnog razvoja je napravljen uz suradnju WMU-a s **ITF Seafarer's Trustom**. To je prvi program te vrste koji stvara sveobuhvatan pogled na sva pitanja koja se odnose na dobrobit pomoraca. Radi se o tečaju koji se preko inovativnog online portala uči na daljinu.
- **Međunarodni Pomorski Zakon** – WMU u suradnji s „**Lloyd's Maritime Academy**“ nudi dva 'International Maritime Law' programa, jedan kao **LL.M.** (Master of Laws), a drugi kao **International Law -'Postgraduate Diploma'** (PGDIP).
- **Izvršni Pomorski Menadžment - 'Postgraduate Diploma'** (PGDIP). Ovaj program je ostvaren u suradnji s **DNV GL**, najvećim brodskim i offshore klasifikacijskim zavodom. Program je ponuđen 2015. godine, traje 11 mjeseci i kontinuirano se dopunjava kako bi obradio pitanja od kritičnog značenja u današnjoj ekstremno konkurentnoj pomorskoj industriji i pružio menadžerima uvid u trajni razvoj tehničkih, regulativnih i komercijalnih mjera. **DNV GL Maritime Academy** sa svojom velikom globalnom mrežom i akumuliranim saznanjima nudi opsežan portfelj tečajeva za uvježbavanje menadžera u pomorskoj industriji.

WMU je član slijedećih sveučilišnih udruga:

- European University Association (**EUA**)
- International Association of Universities (**IAU**)
- International Association of Maritime Universities (**IAMU**)

## Izvori:

<https://www.wmu.se/programmes>

[https://ec.europa.eu/education/resources-and-tools/european-credit-transfer-and-accumulation-system-ects\\_en](https://ec.europa.eu/education/resources-and-tools/european-credit-transfer-and-accumulation-system-ects_en)

<https://ec.europa.eu/education/resources-and-tools/...>

<https://www.wmu.se/people/cleopatra-doumbia-henry>

<https://www.wmu.se/news/president-doumbia-henry-speaks-at-imso-26th-assembly>

<https://www.wmu.se/news/wmu-president-visits-student-residence>

<https://www.imo.org/en/About/Pages/WMUandIMLI>

<https://www.wmu.se/programmes>

<https://www.wmu.se/goi>

**Images credits: wmu.se**



## U CERN-u kao dio „Large Hadron Collider - LHC“-a uveden detektor čestica, najveći ikad izgrađen

„**CERN**“ (**C**onseil **E**uropeén pour **R**echerche **N**ucléaire) smjestio je u kavernu 100 metara ispod malog švicarskog sela **Meyrin** (Sjedište CERN-a) svoj novi detektor čestica „**ATLAS**“. Taj detektor istražuje nepoznate temeljne čestice, od potrage za '**Higgs boson**' česticom do ekstra dimenzija i čestica koje bi mogle formirati '**Tamnu tvar**'. Iako ima istu znanstvenu ulogu kao i detektor „CMS“ eksperimenta, ATLAS eksperiment koristi drugačija tehnička rješenja i različit dizajn magnetskog sustava. Radi se o **46 metara dugačkoj konstrukciji, širokoj 25 metara i teškoj 7.000 tona**, odnosno o najvećem detektoru čestica ikad izgrađenom. Toliko približno teži i Eifelov toranj u Parizu. Na ATLAS eksperimentu radilo je 174 instituta iz 38 zemalja.



**Dio 'Atlas' detektora čestica – Image: CERN**  
**Da bi se dočarala veličina detektora pogledati sićušne figure operatera koje se naziru oko središnje osi**

2020.-ta bila je plodna godina u promjenama CERN-ove infrastrukture, od rađanja CERN-ovog novog linearnog akceleratora „**Linac 4**“ do brojnih i značajno velikih nadogradnji po cijelom akceleratorском kompleksu i detektorima.

Usred globalne pandemije CERN-ovi znanstvenici u borbi protiv COVID-19 virusa udružili su snage sa stručnjacima u zdravstvu, u razvoju lijekova i cjepiva, u epidemiologiji i hitnom reagiranju u slučaju nužnosti. Pa ipak, usprkos izazova koji su se pojavili u toj godini, CERN zajednica je proizvela mnogo vanrednih rezultata u fizici, od otkrića novog '**tetraquarka**' do prvih pokazatelja neobičnog 'Higgs boson' procesa i otvaranja 'prometnice' za visoko precizne studije 'jake sile'.

U nastojanju da spriječi lančanu transmisiju COVID-19 virusa CERN je razvio i proizveo takozvani „**Proximeter**“. To je kutijica koja se stalno nosi obješena oko vrata dok ste na poslu i koja vibrira kada se približite na distancu unutar dva metra od druge osobe koja nosi istu takvu kutijicu, tako da se možete slobodno kretati na sigurnoj distanci. Svakih 15 minuta detalji o bliskim susretima s drugim osobama prenose se u databazu glavne računalne središnjice CERN-a. Uporaba Proximetara će biti obavezna za sve namještenike koji su prisutni na CERN napravama i to od ožujka 2011.

### **Izvori:**

<https://home.cern/tags/covid-19>

<https://home.cern/science/experiments/atlas>

## **Poteškoće integriranja automatizacije brodova**



O izazovima koji se danas javljaju u digitalizaciji i pripremi za automatizaciju brodova i koristima koje automatizacija nosi sa sobom govori **Børge Nogva** predsjednik „**Høglund Marine Solutions**“ - norveške tvrtke odlučne da osigura pametnije, čistije, pouzdanije i učinkovitije brodske operacije. Ta tvrtka već duže vrijeme razvija i dostavlja po Europi, a i svijetu napredna pomorska rješenja automatizacije, energetike i retrofita za bilo koju vrstu i veličinu broda. U digitalizaciji takva pojedinačna rješenja su:

Integrated Automation System (**IAS**), Power Management System (**PMS**), Ship Performance Monitor (**SPM**), Power Fault Control (**PFC**), Valve Control System (**VCS**), Compressor Control System (**CCS**), Engine Control and Safety System (**ECS**), HVAC Control System (**HCS**), **PRILOG** - Alarm and Event Logger, **Playback & Fast Data Capture** te **cSafe Firewall**.

Među brodarima pomalo se gradi spoznaja da se automatizacijom postiže viša učinkovitost i uštedeju troškovi. Međutim Børge Nogva vjeruje da je broderska industrija još daleko od primjerenog iskorištavanja tog velikog potencijala.

Postavljanje centraliziranog poslužitelja podataka (**Centralised Data Server**) je bitan korak, jer isti sakuplja informacije s različitih brodskih sustava i komunicira ih brodovlasniku na kopnu. Međutim, pošto ima više sustava na brodu, a svi oni 'govore' različit podatkovni jezik i imaju različita sučelja – postoji potreba za jednim univerzalnim serverom koji bi radio kao nervni sustav broda.



**Centralizirani podatkovni serveri sakupljaju informacije iz različitih brodskih sustava i šalju ih brodovlasniku na kopnu. Credit: Høglund Marine Solutions.**

U srcu većine današnjih problema stoji niz neučinkovitosti koji u eri digitalizacije utječu na ponuđače, kao i na brodere, unajmljivače i vlasnike tereta. Tako, Høglund ustvari većinom nudi sasvim tradicionalne sustave automatizacije za tradicionalne brodove. To tvrtku stavlja u dilemu, jer ista ustvari želi predstaviti bolja rješenja, ali za-

htjevi koje dobiva s tržišta ne traže nešto više nego što su to godinama činili. Børge Nørgaard je također uvjeren da ako se sve prepusti brodarima i operatorima oni će nastaviti po starom jer, osim vlastite inertnosti, moraju se hrvati i s vrlo zahtjevnim uvjetima na tržištima tereta i stoga su ograničeni u svojim zahtjevima.

## Izvori:

<https://www.hoglund.no/solutions>

<https://www.ship-technology.com/features/ships-automation/>

## Nosač kontejnera CMA CGM *Jacques Saade* ruši rekorde

Nosač kontejnera „*Jacques Saade*“ kapaciteta od 23.000 TEU francuske grupacije „*CMA-CGM*“ postao je prvi kontejneraš u svijetu koji troši LNG kao gorivo. Ovaj vodeći brod dne 22/09/20 pridružio se grupacijskoj floti i krenuo na svoje prvo putovanje na legendarnoj CMA-CGM liniji French Asia Line (**FAL 1**) koja spaja Aziju s Europom. Ova linija pruža tjednu službu koja se sastoji od 13 pristajanja tijekom 84 dana. Na odlasku iz Singapura **12/10/20** novi vodeći brod u floti nosio je rekordna 20.723 puna kontejnera, srušivši tako još jedan svjetski rekord.



CMA CGM „*Jacques Saade*“ - Image Credits: CMA-CGM

S ugrađenim mnoštvom opreme CMA-CGM 'Jacques Saade' predstavlja brod koji ne liči ni jednom drugom. To jasno pokazuje opredijeljenost CMA-CGM grupacije za energetske tranzicije u brodarstvu. Trenutačno, LNG je najbolja dostupna tehnologija kojom se može štititi kakvoća zraka, a također predstavlja i početni odgovor na izazov borbe s klimatskim promjenama.



Image Credits: CMA-CGM

## Izvori:

<https://www.marineinsight.com/shipping-news/photos-cma-cgm-jacques-saade-sets-world-record-for-number-of-full-containers-loaded-on-single-vessel/>

## IMO amandmani koji stupaju na snagu 2021. godine ili nakon toga do 2024.

To su amandmani na **MARPOL Annex II** koji, u posebnim morskim područjima pojačavaju zahtjeve na iskrcavanje teretnih taloga i ispirne vode iz tankova koji sadrže postojeće ploveće tvari visokog viskoziteta i/ili visoke točke topljenja koja pod nekim uvjetima mogu očvrnuti (to su određena biljna ulja i tereti slični parafinu). Ovo je uzeto u razmatranje radi zabrinutosti oko štetnog učinka dozvoljenog iskrcavanja na okoliš.

Amandmani također dodavaju nove paragrafe na **MARPOL Annex II Regulation 13** a to su kontrola iskrcaja taloga štetnih tekućih tvari i zahtjev za pretpranjem i iskrcavanjem takve mješavine taloga/vode nastale tijekom pretpranja u za to određene prijamne lučke uređaje u specifičnim morskim područjima koje su u ovom slučaju Sjeverozapadne Europske Vode, područje Baltičkog Mora, Zapadne Europske Vode i Norveško More. Ovome treba dodati i slijedeće:

- ❖ **1. siječnja 2021. – IBC code, IMSBC code, ESP code – Adopted by MSC 101**
- ❖ **1. travnja 2022. – Amandmani na MARPOL Annex VI o definiciji sadržaja sumpora i uzimanju uzoraka – Adopted by MEPC 75**
- ❖ **1. lipnja 2022. – Amandmani na BWM konvenciju – Adopted by MEPC 75**
- ❖ **1. lipnja 2022. – Amandmani na IMDG Code 40-20 – Adopted by MSC 102**
- ❖ **1. siječnja 2024. – Amandmani na SOLAS records of equipment, FSS code, IGF code, LSA code - Adopted by MSC 101**
- ❖ **1. siječnja 2024- Amandmani na SOLAS regulation II-1/3-8 - Towing and Mooring equipment - Safe mooring – Adopted by MSC 102**



## **Izvor:**

<https://www.marineinsight.com/shipping-news/imo-list-of-amendments-expected-to-enter-into-force-in-2021-and-in-coming-years/>

## **„Kongsberg Digital“ zajedno s „MAN ES“ udružili se u strateškom projektu digitalizacije, prvi klijent „Höegh Autoliners“**



**Image Credits: Kongsberg**

„Kongsberg Digital“, podružnica grupacije „Kongsberg“ pružatelj je softvera 'slijedeće generacije' i digitalnih rješenja za klijente u pomorskoj, uljnoj ili plinskoj industriji. Na tome radi više od 500 softver stručnjaka s vrhunskim poznavanjem **'Smart data'**, **'Internet of things'**, **'Artificial intelligence'**, **'Maritime simulation'**, **'Automation'** i **'Autonomous operation'**.

Kongsberg Digital i vodeći proizvođač brodskih strojeva „MAN Energy Solutions“ udružili su se u suradnji na strateškoj digitalizaciji i u tu svrhu potpisali 'Memorandum of Understanding (**MOU**) u listopadu 2019. godine. Prvi projekt kojeg su u tom cilju poduzeli je isporuka zajedničke digitalne infrastrukture tvrtki „Höegh Autoliners“.

Kongsberg Digital je nedavno lansirao „Vessel Insight“ – novo i isplativo rješenje infrastrukture podataka za brodarsko tržište koje sakuplja kontekstualizirane podatke s brodova i flota za korištenje u aplikacijama koje brodarima i operatorima stvaraju neke nove vrijednosti. S druge strane imamo MAN SE „Prime Serv Assist“ (gdje je digitalna platforma „MAN CEON“ središnji element) čiji podaci se sada integriraju s 'Vessel Insightom' tako da se stvara jača holistička slika za većinu brodova koji su pogonjeni s MAN ES sporohodnim dvokretnim strojevima. To je važno jer, s obzirom da je propulzijski stroj najkritičnija sastavnica broda, ova će strateška suradnja osigurati najpovoljnije funkcioniranje i održavanje stroja.

Pomorska industrija se danas nalazi u fazi preinake i još uvijek se uči stvaranju novih načina za izvlačenje dodatnih vrijednosti putem digitalizacije. Sada dva glavna dobavljača digitalnih rješenja i usluga udruženo rade na daljnjem razvitku snažne, sigurne i otvorene infrastrukture pomorske industrije, pa će se spomenuta preinaka zacijelo ubrzati.

## **Izvori:**

<https://energynorthern.com/2019/10/10/kongsberg-and-man-energy-solutions-sign-common-data-infrastructure-collaboration-mou/>

<https://www.marineinsight.com/shipping-news/kongsberg-digital-partners-with-man-es-on-digitalization-project-with-hoegh-autoliners/>

<https://www.bing.com/search?q=MAN+ES+CEON>

## Damen otkriva prvo električno usisno jaružalo-rezač ECSD 650



**ECSD 650 - Electric Cutter Suction Dredger**  
Image Credits: damen.com

U svojoj težnji da ide ukorak s pomorskom energetsom tranzicijom, „**Damen Shipyards Group**“ otkrila je svoje prvo električno usisno jaružalo-rezač **ECSD 650**. S električnim motorima koji pogone ECSD 650 sustav postiže se jaružanje sa zero emisijama. ECSD kao i klasični CSD je modularno jaružalo koje se rastavlja radi prijevoza i sastavlja i na najudaljenijim lokacijama. Zbog standardizacije dizajna, Damen je vrlo brzo jednostavnim izmjenom dizelskih motora električnim sastavio održiv proizvod bez potrebe za re-inžinjerom. Nadalje, standardizacija osigurava laku prilagodbu ECSD-a na lokalnu opskrbu strujom.

Na konvencionalnom **CSD 650** jaružalu pontoni na stražnjoj strani služe samo za uzgon, dok kod **ECSD-a 650** desni ponton postaje električni nervni centar. Sustav niske voltaže pomaže lakom održavanju bez potrebe za specijalnu izobrazbu posade, a postignute reducirane vibracije tijekom jaružanja pružaju olakšani komfor ljudima na brodu. Nadalje, uloga Damen grupacije nije samo gradnja električnih brodova, nego i integracija u spajanje, povezivanje i poravnanje zainteresiranih strana iz industrije s visokim učilištima. Rad Damena na elektrifikaciji pomorske industrije stoji ispod takozvanog **3E** kišobrana, što znači '**E**nvironmentaly friendly', '**E**fficient in operation' i '**E**conomically viable'.

Iz dosadašnjih novijih DAMEN proizvoda namijenjenih poštivanju okoliša izdvajamo slijedeće:

- ✚ Sedam potpuno električnih trajekata **DAMEN 2306 E3** za grad Kopenhagen u Danskoj. Imaju propulzijski sustav sasvim bez emisija, što će smanjiti totalne emisije javnog transporta u Kopenhagenu: za CO<sub>2</sub> 2,5%, za NO<sub>x</sub> 10% i za lebdeće čestice (PM) 66%.
- ✚ Damen također gradi dva **'Road Ferries 6819 E3** i **9819 E3** za operacije u Ontariju, Kanada. Biti će to prvi potpuno električni trajekti u Sjevernoj Americi i smanjit će CO<sub>2</sub> emisije za čitavih 7 milijuna kg godišnje.
- ✚ Šest 'Island Class' trajekata **Road Ferries 8117 E3** koje Damen gradi za BC Ferries u British Columbia, Kanada ploviti će s hibridnim propulzijskim sustavom, sve dok se ne uspostavi odgovarajuća lokalna infrastruktura za punjenje baterija. Tada će se bez problema prebaciti na potpuno električnu propulziju.

## Izvori:

<https://www.marineinsight.com/shipping-news/damen-unveils-first-electric-cutter-suction-dredger-pioneering-zero-emission-dredging-projects/>

<https://www.wartsila.com/insights/article/power-to-x-to-play-key-role-in-accelerating-the-energy-transition>

## Usred nemirnog stanja na tržištu neki brodovi 2020.-te godine odustaju od usporene plovidbe

Brzine kojima su brodovi plovili u protekloj 2020. godine pokazuju postupno smanjivanje. Ipak, neki brodovi su počeli ubrzavati jer su se vozarine stale uvećavati. Istraživanje je koristeći **'Marine Traffic'** podatke pokazalo da velike promjene na tržištima broskog tereta izazivaju postupno odustajanje od programa usporene plovidbe brodova.

Prethodnih 12 mjeseci su pokazali turbulenciju bez presedana u svjetskoj ekonomiji zbog korona virus krize. Ali, usprkos nezaustavljene pandemije, neka su tržišta počela napredovati. Dinamika tankerskog tržišta se preokrenula i nikakva količina podataka brzine brodova ne može pokazati pravu sliku. Primjerice, offshore proizvodnja sirove nafte i produkata dosegla je koncem lipnja rekordnu dnevnu količinu od 215 milijuna barela, što odgovara najvišim prosječnim brzinama Aframax tankera.

'Capesize' tržište nije postiglo one rezultate koji su očekivani u 2020., ali brz rast u lipnju uzrokovao je porast vozarina. Stoga, kako pokazuju Marine Traffic podaci, svjedočen je i odgovarajući rast brzina tih brodova.

## Izvor:

<https://www.marinetraffic.com/blog/vessels-shun-go-slow-amid-turbulent-2020-market-conditions/> Author: Alex Wood – 11/02/2011

## Zamor i pogrešni postupci na zapovjednom mostu uzrokovali veliku materijalnu štetu



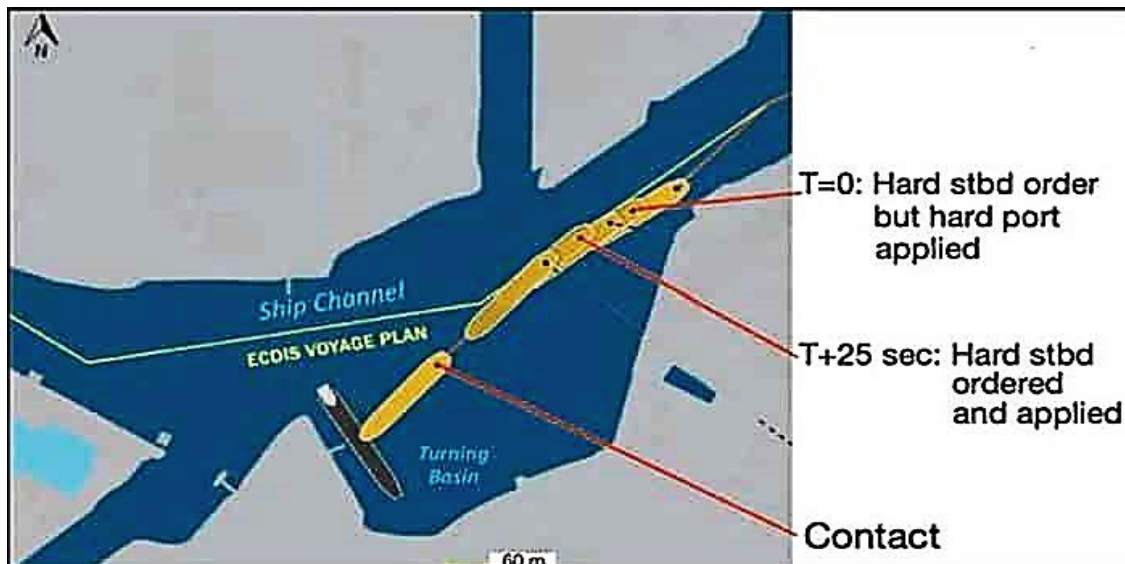


Image credits: marineinsight.com

Kako **MARS** izvještava, djelimice nakrcan bulk-carrier je plovio kanalom uzvodno prema iskrcajnoj luci s pilotom na zapovjednom mostu. Osim pilota na mostu su bili kormilar i časnik na straži (**OOW**). Pilot je upravljao brodom kroz središnji prozor, kormilar je bio odmah iza njega dok se OOW nalazio na telegrafu stroja s lijeve strane kormilara. Na zapovijed pilota '20 stepeni lijevo' kormilar odgovara 'lijevo 20', ali okreće kormilo 20 stupnjeva desno. Ovo se dogodilo ne samo jednom nego dva puta, usprkos tome što pilot prstom kucka po indikatoru kuta kormila pokazujući svoju zapovijed. OOW šuti i ne izvještava pilota o pogrešnom okretanju kormila, iako je izjavio da razumije engleski. Nastojeći proći jedno jaružalo pilot daje zapovijed 'hard starboard', kormilar ponavlja naredbu, ali opet postavlja kormilo 'hard to port'. Deset sekundi kasnije pilot uviđa pogrešku i nastoji je ispraviti odgovarajućim komandama, ali iako je prošlo samo dvadesetak sekundi brod još uvijek zanosi ulijevo oko 12 stupnjeva u minuti. Tada pilot shvaća da je vrug odnio šalu i naređuje zaustavljanje stroja, 'punom snagom natrag' i bacanje sidra. Međutim, bilo je već kasno, jer se brod još uvijek kretao brzinom od oko 4 čv kada je udario u tank-baržu privezanu uz obalu, oštetivši i lijevu stranu barže i desnu stranu svog pramca. Iako nije bilo gubitaka života ili ozljeda posade, dva broda i kopneno postrojenje pretrpjeli su oštećenja teška više od **21 milijun US\$**.

MARS (**Mariners' Alerting and Reporting Scheme**) je prvenstveno povjerljivi izvještajni sustav kojim rukovodi „**The Nautical Institute**“ iz Londona, kojeg je osnovao **IMO**. Kao nevladina organizacija MARS djeluje bez strahovanja od identifikacije ili sudskih postupaka. Ujedno, redovito obuhvaća upozorenja sažeta iz službenih izvora industrije, tako da se posade ukrcane na brodovima mogu učinkovito upoznati s posljedicama proizašlim iz nedavnih brodskih i drugih incidenata.

## Izvor:

<https://www.marineinsight.com/shipping-news/real-life-incident-fatigue-and-weak-bridge-practices-contribute-to-expensive-accident/>

## „Nevidljivi ubojica“: Fosilna goriva odgovorna za globalnih 6,7 milijuna smrtnih slučajeva u 2018. godini



Image Credits: guardian.com

Rezultati studije broja smrtnih slučajeva u svijetu u 2018. uzrokovanih izgaranjem fosilnih goriva kao što su ugljen i zemno ulje pokazuju zapanjujuću brojku od 8,7 milijuna smrti. Istraživanje su vodila britanska sveučilišta – Harvard University, University of Birmingham, University of Leicester i University College London.

Ovaj rezultat je ispočetka zapanjio i same istraživače, ali je daljnjim detaljnim istraživanjem potvrđen. Smrtni danak odnio je jednoga od pet ljudi u svijetu koji su umrli te godine. Zemlje koje najviše troše fosilna goriva za pogon elektrana, kuća i vozila imaju i najviše žrtava. Više od jedne na deset smrti u SAD-u kao i u Europi su uzrokovane zagađenom atmosferom. U Istočnoj Aziji uključujući i Kinu to iznosi trećinu svih smrti. Smrtni slučajevi uzrokovani izgaranjem fosilnih goriva u Južnoj Americi i Africi su osjetno manji.

Znanstvenici su ustanovili povezanost između prevladavajuće zagađenosti zraka i slučajeva srčanih bolesti, poteškoća u disanju pa čak i gubitka vida. Dodatno, glavni izvještaj časopisa „Lancet“ za 2019. godinu donosi podatak da su 4,2 milijuna smrti te godine uzrokovani i zrakom zagađenim prašinom ili dimom većih požara, istovjetno kao i izgaranjem fosilnih goriva.

Čestice čađi izbačene iz ispuha elektrana, automobila, kamiona, brodova i drugih takvih izvora imaju jak utjecaj na zdravlje ljudi. Ove čestice su poznate kao **PM2,5** jer su one vrlo sitne, samo **2,5 mikrometra** u promjeru, ili pak oko 30 puta manje nego što je promjer prosječne ljudske kose. Ovi sitni komadići čađi zaglave se u alveolama ljudskih pluća uzrokujući time gomilu zdravstvenih problema.

Zagađeni zrak koji udišemo utječe na svačije zdravlje, ali poglavito na djecu i osobe poodmakle dobi, osobe s niskim prihodima i obojene osobe. Zsigurno, ljudi koji žive u urbanim sredinama najviše su izloženi utjecaju zagađenog zraka.

## Izvor:

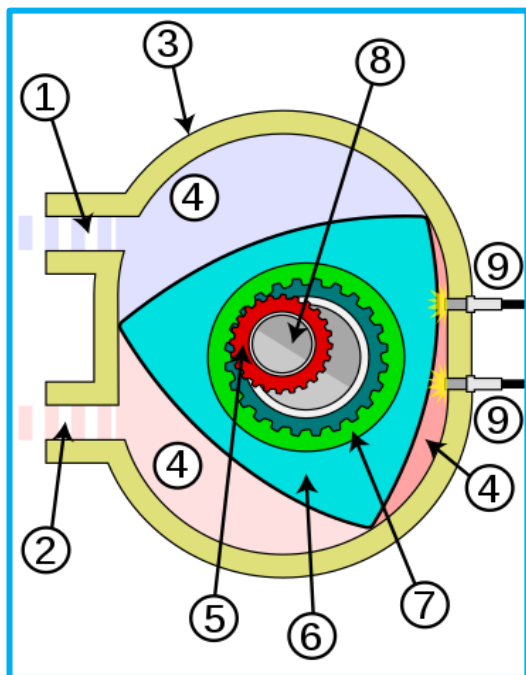
<https://news-guardian.com/invisible - killer - fossil - fuels - caused - 8 - 7m - deaths - globally - in - 2018 - research - finds/>

## Motori s unutarnjim izgaranjem (3/3)

(u daljnjem tekstu **MSUI** motori)

### ROTACIJSKI MOTORI

#### WANKEL motor



#### Dijagram Wankel motora:

1: Usis, 2: Ispuh, 3: Sator,  
4: Komore, 5: Zupčanik,  
6: Rotor, 7: Kruna, 8: Zup-  
čanik krune, 9: Svjećice

Picture Credits: Fred the Oyster

Wankel rotacijski motor spada u grupu motora s unutarnjim sagorijevanjem (MSUI) koji ne koristi stapove nego jedan ili više rotora koji se katkad nazivaju 'rotacijski stapovi'. Osnovni koncept bestapnog rotacijskog motora je izbjegavanje recipročnih kretanja koji uzrokuju vibracije, i gdje se pojavljuju i mehanička opterećenja uslijed brzine vrtnje teških dijelova.

Mnogo Wankelu sličnih koncepata je predloženo ili su bili u različitim fazama razvitka, a to su: 'Engineair', 'Liquidpiston', 'Hamilton Walker', 'Libralato-Atkinson cycle', 'Quasiturbine', 'Ramgen Integrated Supersonic Component Engine', 'RKM Rotations-Kolbenmaschine', 'Sarich orbital engine', 'Trochilic engine', 'Wave disk engine' i 'Gerotor', ali do danas je uspješno ostvaren jedino Wankelov motor.

**Felix Wankel**, inženjer i izumitelj 1951. godine je radio u njemačkoj tvrtki **NSU Motorenwerke AG** u Neckarsulmu, na razvoju dizajna rotacijskog motora. Kao rezultat tog rada **1957.** nastao je model **DKM 54** (**Drehkolbenmotor**), prvi rotacijski motor u svijetu. Nakon toga slijedio je **KKM57P** (**Kreiskolbenmotor**) kojeg je razvio djelatnik NSU-a **Hans Dieter Paschke**.

KKM 57P tip motora je kasnije prihvaćen kao osnova na kojoj su se dalje razvijali suvremeni Wankel strojevi

Osnova DKM tipa motora je da su se i rotor i dio kućišta okretali na odvojenim osovinama, pa je postizao visoke okretaje i bio više prirodno uravnotežen. Ali, stroj je trebalo rastaviti da bi se moglo zamijeniti svjećice, a bio je sastavljen iz prekomjernog broja dijelova. Prvi DKM 54 je testiran **01/02/1957** i proizvodio je snagu od 16 kW. Međutim, Paschke je u međuvremenu bez Wankelova znanja konstruirao svoj KKM motor, tako da mu je Wankel kasnije ljutito prigovorio:

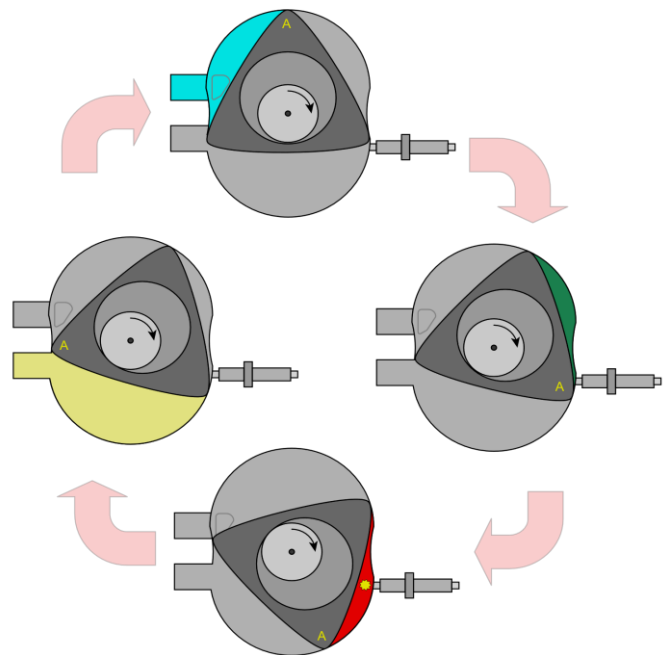
**„Pretvorio si mog trkaćeg konja u kobilu za oranje!”**

Kako Wankelov motor radi? Kao i stapni, ovaj rotirajući stroj rabi pritisak stvoren kad izgara mješavina zraka i goriva. U stapnom stroju taj je pritisak zadržan u cilindru gdje smjesa izgara i gura stapove u cilindrima da se recipročno pomiču gore-dolje. Stap-



ne ojnice i koljenasta osovina pretvaraju recipročne pokrete stapova u vrtnju izlazne osovine. Wankel rotacijski stroj je tip MSUI motora koji rabi ekscentrični rotacijski dizajn za pretvorbu tlaka u vrtnju. U ovom stroju svi dijelovi se okreću u jednom smjeru. Za razliku od recipročnih stapnih dizajna Wankel stroj daje brojne prednosti, a to su jednostavnost, zbijenost, uravnoteženi rad, visoki okretaji i povoljan omjer snage prema težini. Ove prednosti pružile su rotacijskom stroju primjenu u raznim vozilima i napravama uključujući automobile, motocikle, trkaća kola, zrakoplove, go-karte, jet-skije, snježna vozila, lančane pile, pomoćne izvore snage te razne druge naprave. Proizvedeni rotacijski strojevi pale smjesu goriva i zraka električnom iskrom. Građeni su i strojevi koji se pale na kompresiju, ali jedino u pokusne svrhe.

Srce Wankel stroja je njegov rotor koji se okreće. Trokutasti rotor približno je nalik na **'Reuleaux trokut'** (ali s blažim lukovima). U Wankel stroju (vidi dijagram) četiri se takta Otto ciklusa događaju u prostorima između svake strane trostranog simetričnog rotora [br. 6] i okružujućeg kućišta statora [br.3] koji je napravljen u obliku ovalnog **'epitrohoida'**. Sve to dozvoljava tri pulsa po okretaju rotora, koji se okreće tri puta sporije od radne osovine. Izlazna ili radna osovina (**'Eccentric shaft', 'E-shaft'**) zbog svog uzubljenja prema rotoru okreće se tri puta brže, dajući na svom izlazu jedan puls snage po okretaju. Na svakom vrhu rotora nalaze se brtvila koja zaptivaju radne komore, a rotor se brtvi i bočno. Kad se rotor sredinom svog lica nađe lijevo ili desno od kućišta on je vrlo blizu, ali ne dotiče i **ne smije** doticati kućište statora. Kako bi se dočaralo što se događa prilikom vrtnje rotora u kućištu pogledajmo shemu desno, koja govori sama za sebe.

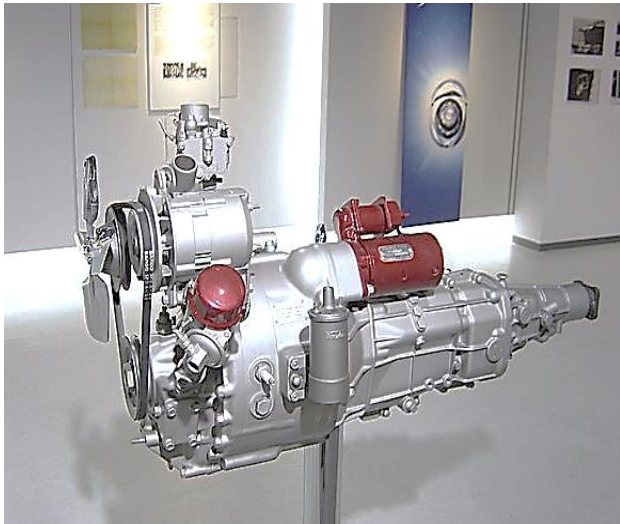


**Shema ciklusa Wankel motora**  
Illustration credits: Fred the Oyster

Općenito govoreći, Wankel strojevi mogu razviti puno veću brzinu okretanja nego recipročni strojevi iste izlazne snage, djelimice zbog glatkoće vrtnje urođene kružnom kretanju, a djelimice i činjenici da su okretaji tih strojeva ustvari okretaji izlazne osovine i da su tri puta viši od okretaja samog rotora. Zubi na zupčanicima pri višim opterećenjima ograničavaju maksimalne okretaje. Za trajnije operacije iznad 7 do 8 tisuća okretaja čelik zupčanika radi toga se mora otvrdnuti. Mazda Wankel strojevi u trkačkim kolima rade iznad 10 tisuća okretaja. Na zrakoplovima ovi strojevi rade više konzervativno - na 6,5 do 7,5 tisuća okretaja. S obzirom da pritisak u komorama sudjeluje u učinkovitosti brtvljenja rotora, treba biti oprezan, jer operacija bez opterećenja na visokim okretajima može dovesti do uništenja Wankel stroja.

NSU je prodao licencije za izgradnju, razvoj ili ugradnju ovih strojeva mnogim tvrtkama u svijetu: **'Alfa Romeo', 'American Motors Corporation – AMC', 'Citroën', 'Curtiss-Wright', 'Ford', 'General Motors', 'Ingersol Rand', 'Mazda', 'Mercedes-**

**Benz**, **'Nissan'**, **'Porsche'**, **'Rolls-Royce'**, **'Suzuki'** i **'Toyota'**. Većina tih tvrtki dala je svoj manji ili veći doprinos u rješavanju raznih tehnoloških nedostataka i prepreka, kojima je Wankelov koncept u početku obilovao. Najvažnije prepreke koje je trebalo savladati bile su: brtvljenje rotora, neravnomjerne temperature kućišta, slaba ekonomija potrošnje goriva (tipična potrošnja ovih strojeva bila je 13-16 ltr/100 km) i pretjerane emisije stakleničkih plinova. U cilju usavršavanja Wankel strojeva kako bi oni postali



**Mazdin prvi Wankel stroj u Mazda muzeju u Hiroshimi**  
Picture credits: Taisyo

konkurentni recipročnim stapnim strojevima, velik broj inženjera i izumitelja koji su u tome sudjelovali donijeli su brojna rješenja i učinkovita poboljšanja. Ali, u velikoj američkoj tvrtki 'General Motors' iako su postigli neka poboljšanja, smatrali su da će ovi strojevi biti relativno skupi za izradu, pa su svojevremeno odustali od daljnjih istraživanja. Većina Wankel rotacijskih motora našla je primjenu u automobilskoj industriji, za pogon bilo trkačkih, bilo osobnih automobila ili motocikala. NSU je proizveo samo dva modela i to: trkačka kola **NSU Spider** (1964. – 1967.) i limuzinu **NSU Ro 80**.

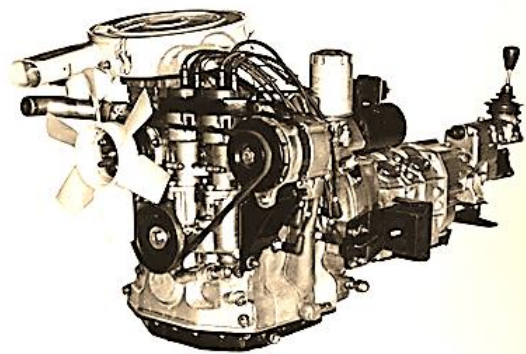
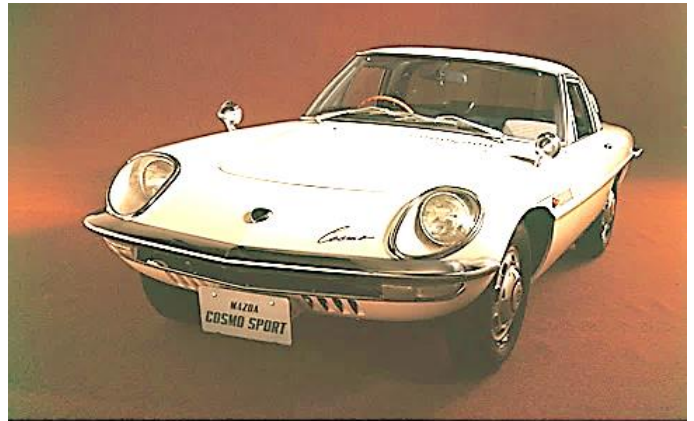
Tijekom 1967. do 1977. u Neckarsulmu proizvedeno je 37.398 'Spider' trkačkih automobila i 'Ro 80' limuzina s NSU Wankel strojem dvostrukog rotora, zapremnine 995 cc i snage 85 kW. Oba ova vozila pokazala su se nepouzdanima, pogotovo Spider, pa je tvrtka zbog učestalih popravaka ovih vozila postupno zapala u velike financijske poteškoće. **1969.** godine tvrtku je preuzeo **'Volkswagen'** koji se zatim ujedinio s tvrtkom **'Auto Union'** iz čega je nastala suvremena tvrtka **'Audi'**. Tada se tvornica u Neckarsulmu potpuno posvetila proizvodnji 'Audi' automobila 100 i 200 i kasnije 'Audi A6' i 'Audi A8'. Time je **NSU** brend otišao u povijest.

Japanska tvrtka „**Mazda Motor Corporation**“ (ranije **'Toyo Kogyo'**) sa sjedištem u Hiroshimi osnovana je još 30/01/1920, pa je 30/01/2020 proslavila 100 godina svog postojanja. To je tvrtka koja je poslije II. Svj. rata već u ranim 60-im u cilju svoje ekspanzije prihvatila ideju primjene Wankel strojeva za pogon svojih automobila kao obećavajuću tehnologiju koja, ako se uspije komercijalizirati, može tvrtku spasiti i lansirati je na globalno tržište automobilske industrije. Tada je u Japanu vladala era visokog ekonomskog rasta. Međutim, put ka komercijalizaciji pokazao se jako kvrgav. Kao prvo, trebalo je riješiti problem brtvljenja na vrhovima rotora. Nakon što je to uspješno riješeno i izvršene još neke druge prilagodbe i iscrpna testiranja, na 'Tokyo Motor Show' 30/05/1967 prikazan je javnosti Mazdin **'Cosmo Sport'** prvi automobil u svijetu pogonjen pouzdanim rotacijskim strojem, prodavan u inozemstvu kao **'110PS'**. Bio je to rotacijski stroj s dva rotora i radnom zapremninom od 2 x 491 cc, s najvećom snagom od 110 KS i najvišom brzinom od 185 km/h te ubrzanjem od 16,1 sec na 400 m. **1968.** lansiran je i **'Familia Coupe'** drugi Mazdin automobil pogonjen rotacijskim strojem koji je bio zamišljen kao globalni strateški automobil, ali Mazda se tu susreće s nezgodnom prepre-

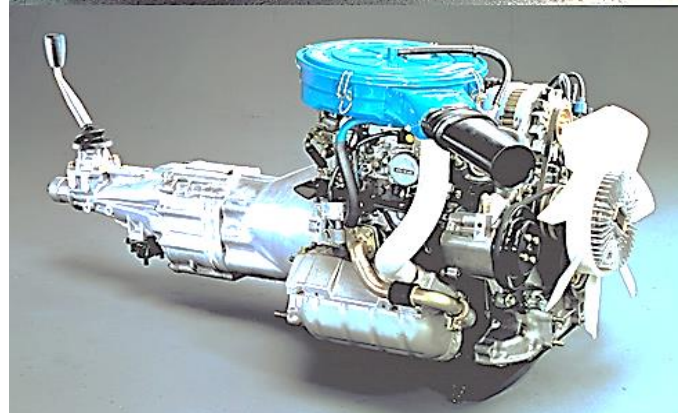
kom, a to je američki **'Clean Air Act'** ('Muskie Act'), donesen **1970.** koji je za vozila koji se uvode 1975. ili kasnije zahtijevao smanjenje ugljikovodika sadržanih u ispušnim plinovima u iznosu od 90%. Da bi ovaj problem riješila Mazda je uvela sustav **'Thermal Reactor'** preko kojeg su se ugljikovodici sagorijevali u ispuhu. **1973.** godine slijedilo je testiranje Mazdinog rotacijskog stroja s termalnim reaktorom, a provela ga je agencija **EPA.** Test stroja je zadovoljio spomenuti 'Muskie Act'. Iste godine u Japanu još je jedno vozilo s rotacijskim motorom **„Luce AP“** (AP -Anti Pollution) dobilo svjedodžbu kao prvo vozilo s povlaštenim porezom.

Ali, odmah nakon što je to riješeno slijedio je prvi 'naftni šok'. Ovo je bio jak udarac za automobile pogonjene rotacijskim strojevima koji su bili poznati po nesmiljenoj potrošnji goriva.

I to je riješeno iskorištavanjem topline stvorene u 'thermal reaktoru' što je dovelo do stvaranja sistema razmjene topline, čime se postigla ukupna učinkovitost potrošnje goriva viša od 50%. Kao rezultat Mazda je u Las Vegasu predstavila **RX-7,** športski automobil za masovnu proizvodnju pogonjen rotacijskim strojem koji je označio najavu nove ere u takvim strojevima. RX-7 je sudjelovao ili pobjeđivao u raznim utrkama kao što je pobjeda u **'24 hours of Daytona',** **'Svjetski reli šampionat – WRC'** i **'24 Hours of Le Mans'** gdje je **1982.** RX-7 po prvi put dovršio utrku. Od 1983. Mazda sa svojim RX-7 nastavlja sudjelovanje u ovoj utrci da bi **1991.** ušla u tu ultimativnu utrku izdržljivosti sa trkačkim vozilom **„Mazda 787B“** pogonjenim rotacijskim motorom tipa **R26B** s četiri rotora i 700 KS te prvi put od 1974. godine pobijedila nakon mnogih neuspjelih pokušaja u proteklih 18 godina.



MAZDA ROTARY PISTON ENGINE \* 2ROTOR 110PS



**RX- 7 prve generacije s instaliranim rotacijskim motorom tipa 12A**



Istaknuti uspješni modeli Mazda rotacijski pogonjenih automobila su kako slijedi (u zagradama godina uvođenja, pa nadalje):

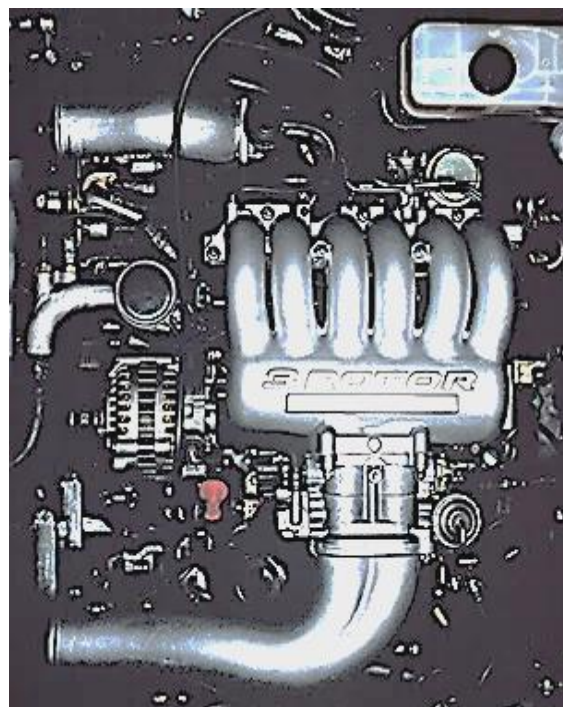
### **COSMO motor**

Cosmo Sport: 110S (1967. ~), First generation Cosmo AP (1975. ~), Second Generation Cosmo (1981. ~), Third Generation Eunos Cosmo (1990. ~)



**Third-Generation Eunos Cosmo** - ↑

- ima ugrađen rotacijski stroj s tri rotora →



**Eunos** verzija Cosmo modela predstavlja prvo u svijetu masovno proizvedeno vozilo s ugrađenim rotacijskim strojem koji ima 3 rotora i dvostruko turbopuhalo. S maksimalnom snagom od 280 KS i maksimalnim okretnim momentom od 41,0 kg/m bio je to najjači rotacijski stroj proizveden u Japanu u to vrijeme. Osim toga Eunos Cosmo se pojavio dosta ispred svog vremena, prvi u svijetu rabeći mobilni komunikacijski sistem koji je uključivao i Globalni sistem pozicioniranja (GPS).

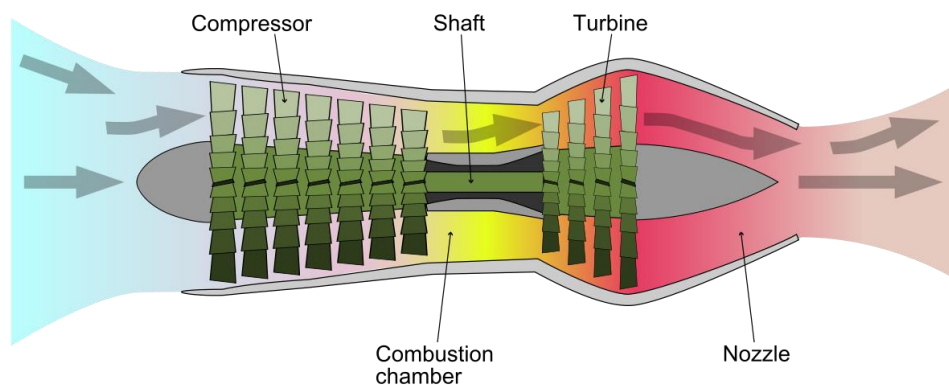
## **MOTORI S KONTINUIRANIM IZGARANJEM**

### **MLAZNI MOTORI**

Glavnina motora koje smo do sad opisali odnose se na stapne motore, dok se mlazni motori zasnivaju na turbinama. Mlazni motor je stroj koji velikom brzinom izbacuje plin izgaranja iz stroja ostvarujući tako silu potiska. Mlazni motori se uglavnom ugrađuju na zrakoplove. Neki tipovi zrakoplovnih turbina prilagođeni su i za primjenu u brodarstvu (GE LM2500, LM6000). Turbine se sastoje od slijedećih osnovnih dijelova: *usisnik zraka, kompresor, osovina, komore izgaranja, turbina, mlaznica* i *ispušna cijev*, ali to ne znači da neki motori moraju imati sve ili neke od navedenih dijelova.

Dijele se na četiri osnovne skupine i to: turbo-mlazni motor, turbo-ventilatorski motor, turbo-propelerni motor i turbo-osovinski motor.

## Turbo-mlazni motor



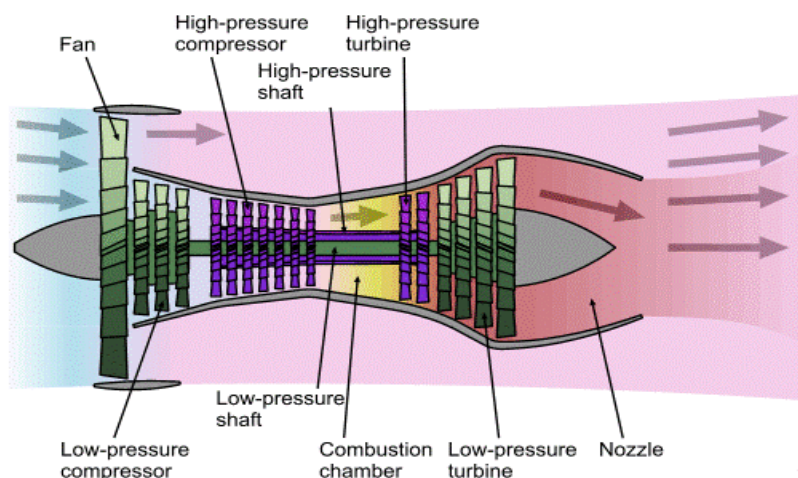
**Shema turbo-mlaznog motora**  
Author Dzerod, CC BY-SA 3.0

Turbo-mlazni motori su najjednostavnija vrsta mlaznog motora. Zahvaćeni zrak ulazi kroz usisnik, komprimira ga više-stupanjski kompresor te ga pod visokim pritiskom šalje u komore izgaranja, gdje se mješavina goriva i zraka zapaljuje u stabilizatorima plamena stvarajući visoki tlak koji pogoni više-stupanjsku turbinu, a ta turbina pogoni kompresor. Stabilizator plamena smanjuje brzinu vrtloženja i time sprječava izbacivanje plamena iz komora izgaranja. Zbog izuzetno visoke temperature dio zraka struji oko komora i jednim dijelom ulazi kroz otvore u komorama stabilizirajući plamen i spuštajući temperaturu na dozvoljenu razinu. Struja plinova zatim prolazi kroz mlaznice gdje joj se smanjuje tlak ali i stvara velika brzina mlaza koji kroz ispušnu cijev izlazi iz motora. S obzirom da moment sile ispušne struje zraka premašuje moment ulazne struje, postiže se pozitivna sila potiska.



**Lyulka AL-7F1 turbojet engine**  
Author Varga Attila

## Turbo-ventilatorski motor



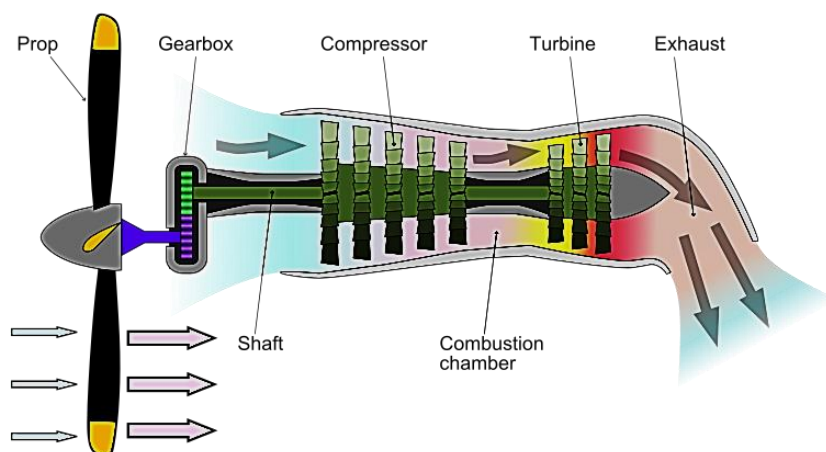
**Shema turbo-ventilatorskog motora**  
Credits:: K. Aainsqatsi - Own work



**Aircraft engine fan of a Ilyushin Il-96, Author: Dzerod**

U turbo-ventilatorskog motora radi se o mlaznom motoru s dvo-protočnim strujanjem zraka. Dio zraka se pomoću ventilatora (Engl.: **Fan**) komprimira i zatim prolazi kroz niskotlačni i visokotlačni kompresor. Takav visoko stlačen zrak završava u komorama izgaranja. Osovina niskotlačnog kompresora pogoni nisko-tlačnu turbinu, a osovina visokotlačnog kompresora visoko-tlačnu turbinu. Dio zraka međutim ventilator šalje u atmosferu obilazeći jezgru motora, ili ulazi u prostor iza turbine miješajući se s ispušnim plinovima prije ulaska u mlaznice. Zbog niske vrijednosti specifičnog potiska (ostvareni potisak podijeljen s ulaznim strujanjem zraka) ovaj motor je tiši i ekonomičniji.

### Turbo-propelerni motor



**Turbo-propelerni motor**  
Author: Stahlkocher

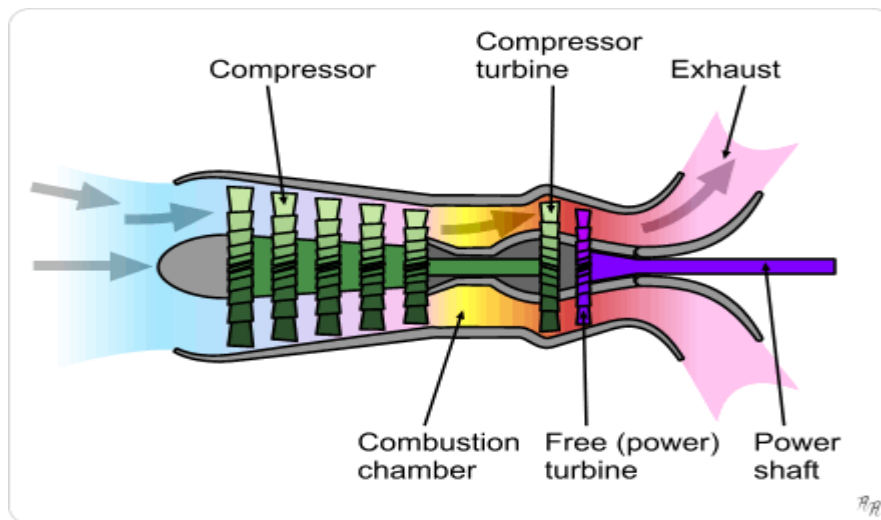


**C- 160 Transall Rolls-Royce**  
Author: Author: MÖTty

Turbo-propelerni motor većinu mlaza ispušne energije koristi za pokretanje turbine koja izravno ili preko reduktora pogoni propeler čija je brzina uglavnom nepromjenjiva, dok je sila potiska ispušnih plinova neznatna. Takvi motori se ugrađuju na manje putničke i teretne zrakoplove koji manjim brzinama lete na nižim visinama. Kao i u ostalih mlaznih motora zrak ulazi kroz usisnik i preko više-stupanjskog kompresora sabija se i dospijeva u komore izgaranja. Vrući plinovi pokreću turbinu i izlaze kroz ispuh. Manji dio energije stvorene turbinom koristi se za pokretanje kompresora, a preostali dio energije pokreće propeler koji stvara aktualni potisak.



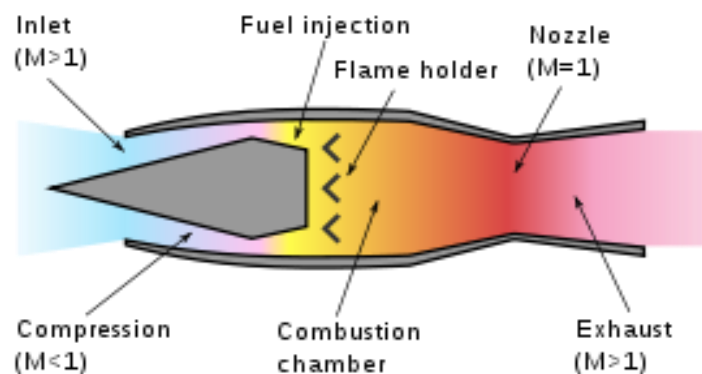
## Turbo-osovinski motor



*Turbo-osovinski motor* Author: Emoscopes

Turbo-osovinski motor se od ostalih razlikuje po tome što se dio energije mlaza ispušnih plinova koristi za pokretanje kompresora, a dio se koristi za pokretanje osovine motora, dok preostali dio ispušnih plinova još imaju izvjestan potisak koji se koristi u prijenosniku sila, koji je sastavni dio zrakoplova, a ne samog motora. Ovakav motor se najčešće ugrađuje u helikoptere gdje pogonska osovina motora preko prijenosnih zupčnika pokreće rotor helikoptera.

## Nabojno-mlazni motor (ramjet)



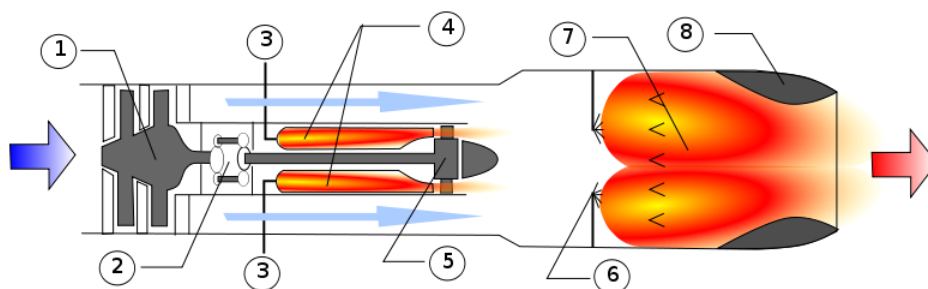
*Nabojno-mlazni motor*  
Image: VCryonic07 (Emoscopes)

Nabojno-mlazni motor, ramjet, ili **athodyd** (**a**ero **th**ermody**n**amic **d**uct) nazvan i 'leteća cijev pećice' je vrlo jednostavan motor dizajniran oko svog usisa gdje zrak ulazi brzinom većom od Mach 1 ( $M > 1$ ), znači doslovno se nabija u motor (Engl.: **Ram** = Ovan za razbijanje vrata tvrđave). Ta se brzina zraka prije ulaska u komoru izgaranja odgovarajućim postupkom spušta na prikladniju brzinu, manju od Mach 1 ( $M < 1$ ). U komori izgaranja mješavina zraka i goriva inicijalno se pali pomoću iskre, a potom se, zbog visoke temperature koja se razvija u komori, pali sama. Gorivo može biti kruto ili tekuće. Ako je tekuće onda je potrebna turbo-pumpa za gorivo koju pogoni stlačeni zrak.

U prednjem dijelu komore izgaranja nalazi se brana za zadržavanje plamena. Odatle se vrući plinovi izgaranja kreću prema izlaznoj konvergentno-divergentnoj sapnici kroz koju prolaze brzinom od Mach 1 da bi zatim ekspandirali i izašli brzinom daleko većom od Mach 1 ( $M > 1$ ). Ovo ubrzavanje daje motoru potisak prema naprijed. Nabojno-mlazni motor je zamislio **1913.** francuski izumitelj **René Lorin** koji je za taj izum dobio i patent. Pokušana je i izgradnja prototipa, ali bezuspješno jer tada nisu bili dostupni odgovarajući materijali.

Zrakoplov s nabojno-mlaznim motorom ne može se sam pokrenuti s uzletišta. Uzlet takvog motora treba biti potpomognut, primjerice, raketom ili drugim nadzvučnim zrakoplovom koji će tom motoru povećati brzinu na onu pri kojoj on započinje davati potisak. Takvi motori rade najučinkovitije pri brzinama oko Mach 3 (3.700 km/h). Ovaj tip motora može djelovati sve do brzine od Mach 6 (7.400 km/h). Još većim brzinama leta namijenjena je inačica toga motora, tzv. **scramjet**, kojim je 2004. američki bespilotni zrakoplov **X-43** postigao brzinski rekord, deseterostruko nadmašivši brzinu zvuka. *Nabojno-mlazni motor* nema kompresora, ali su u stijenku pred komorom za izgaranje ugrađeni nepovratni ventili kroz koje zrak ulazi u komoru.

### Zračni turbo-ramjet mlazni motor



**Shema zračnog turbo-ramjeta:**

**1. kompresor, 2. zupčanička kutija, 3. linije vodika i kisika, 4. generator plina, 5. turbina, 6. ubrizgač goriva ram gorionika, 7. glavni gorionik, 8. sapnica**

**Credits: NASA-Turboramjet.jpg: Snyder**

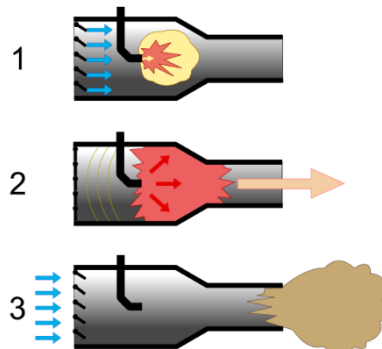
Zračni turbo-ramjet mlazni motor je stroj kombiniranog ciklusa koji spaja segmente turbo-mlaznog motora i nabojno mlaznog motora. To je hibridni stroj koji se u biti sastoji od turbo-mlaznog motora smještenog unutar nabojno mlaznog motora. Kako je vidljivo u shemi, okosnica turbo-mlaznog motora smještena je unutar cijevi koja sadrži komoru izgaranja smještenu poslije sapnice turbo-mlaznog motora.

Ovaj motor pri uzletu i letovima nižim brzinama pogoni se samo turbo-mlaznim motorom, a radi postizanja brzina većih od Mach 1 mora se aktivirati i ramjet. Kompimirani zrak kojeg stvara turbomlazni motor zaobilazi ga i odlazi na gorionik ramjeta, dok se gorionik turbo-mlaznog motora napaja vodikom i kisikom.

Za nadzvučne letove oko Mach 3 – 3.5 pri kojima obični turbo-mlazni motor ne bi mogao funkcionirati radi temperaturnih ograničenja za turbinske lopatice, ovaj dizajn pruža mogućnost operacije od nulte brzine pa sve do i preko Mach 3 koristeći najbolje značajke oba stroja, turbo-mlaznog i nabojnog, kombiniranih u jednom stroju.

### Pulsno mlazni motor

To je mlazni motor u kojega se izgaranje odvija u pulsevima. Može biti izveden kao bezventilni ili s ventilima. Bezventilni pulsni motor je najjednostavnija propulzijska naprava ikad napravljena, malo košta, ima malu težinu, snažan je i lagan za upravljanje. Ima sve prednosti i većinu mana konvencionalnog pulsno motora s ventilima. Ako zanemarimo ventile od trstike koje treba češće izmjenjivati, bezventilni motor može djelovati praktično bez održavanja kroz čitav njegov životni vijek. Koristi se za zrakoplovne modele, eksperimentalne go-karte i vojne letjelice kao što su krstareće rakete bez posade ili ciljne dronove za uvježbavanje gađanja.



**Bezventilni pulsirajući mlazni motor**  
Credits: author Tosaka

Ovaj motor je sposoban raditi i u nepokretnom stanju jer zrak ne biva uguravan u ulaznu sapnicu, kao što je to slučaj u drugih mlaznih motora kada se brzo kreću prema naprijed. Ovaj lagani tip motora ima loš omjer kompresije i nizak specifični impuls. Stoga se radi na inačicama ovog motora, među kojima je i motor s ponavljanim pulsno detonacijama koji obećava dati višu kompresiju i bolji učinak.

Visoka razina buke praktično sprječava primjenu ovih motora na bilo što drugo osim vojnog sektora, ili na druge podjednako ograničene primjene. Ipak pulsno mlazni motori se naširoko koriste kao industrijski sustavi za sušenje. Isto tako, ponovno se pojavio interes u razmatranju ovih strojeva za primjene kao što su grijanje velikog kapaciteta, konverzija biomase ili alternativni energetske sustavi, jer pulsno mlazni motori mogu raditi na skoro bilo kakvo gorivo, uključujući razmrvljena goriva kao što su piljevina ili ugljeni prah.

Nijemci su u drugom svjetskom „ratu“ razvili bezventilni pulsni mlazni motor nazvan **'Argus As 014'** kojeg su primjenili za propulziju leteće bombe **V-1** kojom su bombardirali London. Bio je to prvi model pulsno mlaznog motora



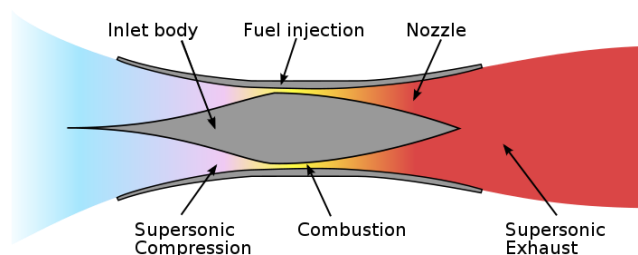
**Argus As 014 of the V-1" - leteća bomba izložena u „The Royal Air Force Museum“ - London**



pušten u masovnu proizvodnju. U kasnoj fazi rata i Japanci su pod licencijom proizvodili takav motor kao **'Maru Ka10'** za „**Kawanishi Baika**” - kamikaze mlazni zrakoplov.

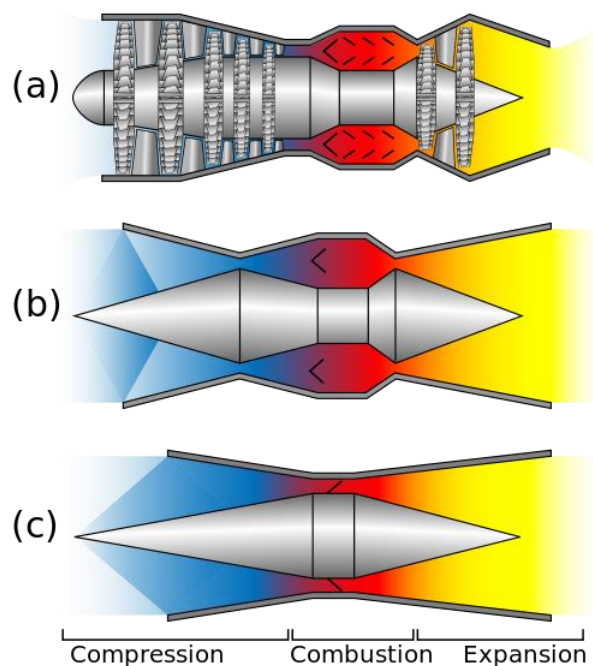
Ciklusna frekvencija je prvenstveno ovisna o duljini stroja. Mali motori imaju višu frekvenciju od oko 250 pulseva u sekundi dok u većih strojeva kao što je 'Argus As 014' korištenog za njemačku V-1 leteću bombu frekvencija je bila niska, blizu 45 pulseva u sekundi. Zbog nisko-frekventnog jako zujećeg zvuka kojeg je takav motor proizvodio, V-1 leteća bomba dobila je nadimak **'zujeća bomba'**. Proizvedeno je ukupno 30.000 jedinica od kojih je lansirano oko 20.000. Prouzročile su neprocjenjivu štetu u Londonu i na britanskom otoku te protiv njih nije bilo učinkovite obrane.

## SCRAMJET mlazni motor



**Scramjet (Supersonic Combustion Ramjet)** je inačica ram-jet mlaznog motora, samo za razliku od uobičajenog ramjeta, protok zraka u scramjetu odvija se u nadzvučnom stanju preko čitavog stroja. Na taj način ovaj stroj bez ikakvih pokretnih dijelova učinkovito radi na ekstremno visokim brzinama. Međutim, postoji problem što ovaj stroj može početi djelovati tek negdje na brzini od Mach 5-7 do negdje između polovine i cijele orbitalne brzine. Teoretski, najviša brzina scramjeta se postavlja između Mach 12 (14.000 km/h) i Mach 24 (25.000 km/h). Za usporedbu, orbitalna brzina na 200 km niskoj zemljinoj orbiti iznosi 28.000 km/h. Drugi problem je silazak s orbite na zemlju što je također vrlo komplicirano i upitno. S obzirom da scramjet ima isto toliko mana koliko i prednosti mnogi vjeruju da se taj motor neće primjenjivati, osim možda u neke posebne svrhe. Primjerice, zrakoplov koji bi koristio ovaj mlazni motor mogao bi dramatično smanjiti vrijeme potrebno za globalna zemaljska putovanja. Potencijalno, bilo koje mjesto na Zemlji bilo bi dostupno unutar 90 minuta leta. Upitno je međutim da li bi takva letjelica mogla ponijeti dovoljno goriva da pokrije čitavu duljinu putovanja. Usput, spomenimo još da neke zemlje ne dozvoljavaju da se preko njihova teritorija događaju zvučni udari, kada letjelica probija 'zvučni zid' prelazeći u nadzvučnu brzinu.

Razne tipove ramjetova do sada su koristile sve važnije svjetske velesile: SAD, Rusija, UK, Francuska, Kina uključujući i Indiju i to samo u vojne svrhe. To se u vrijeme 'hladnog rata' uglavnom odnosilo na špijunske aktivnosti s vrlo skromnim uspjesima, kada su u više navrata SAD pokušavale snimati teritorij Vijetnama, snimke pohraniti i u povratku djelotvorno ih isporučiti. U američkim akcijama nadziranja poznat je slučaj zrakoplova **U-2** kojeg je na svom teritoriju srušila sovjetska raketa. Scramjetovi se koriste i za ofenzivne rakete radi povećanja njihova doseg.



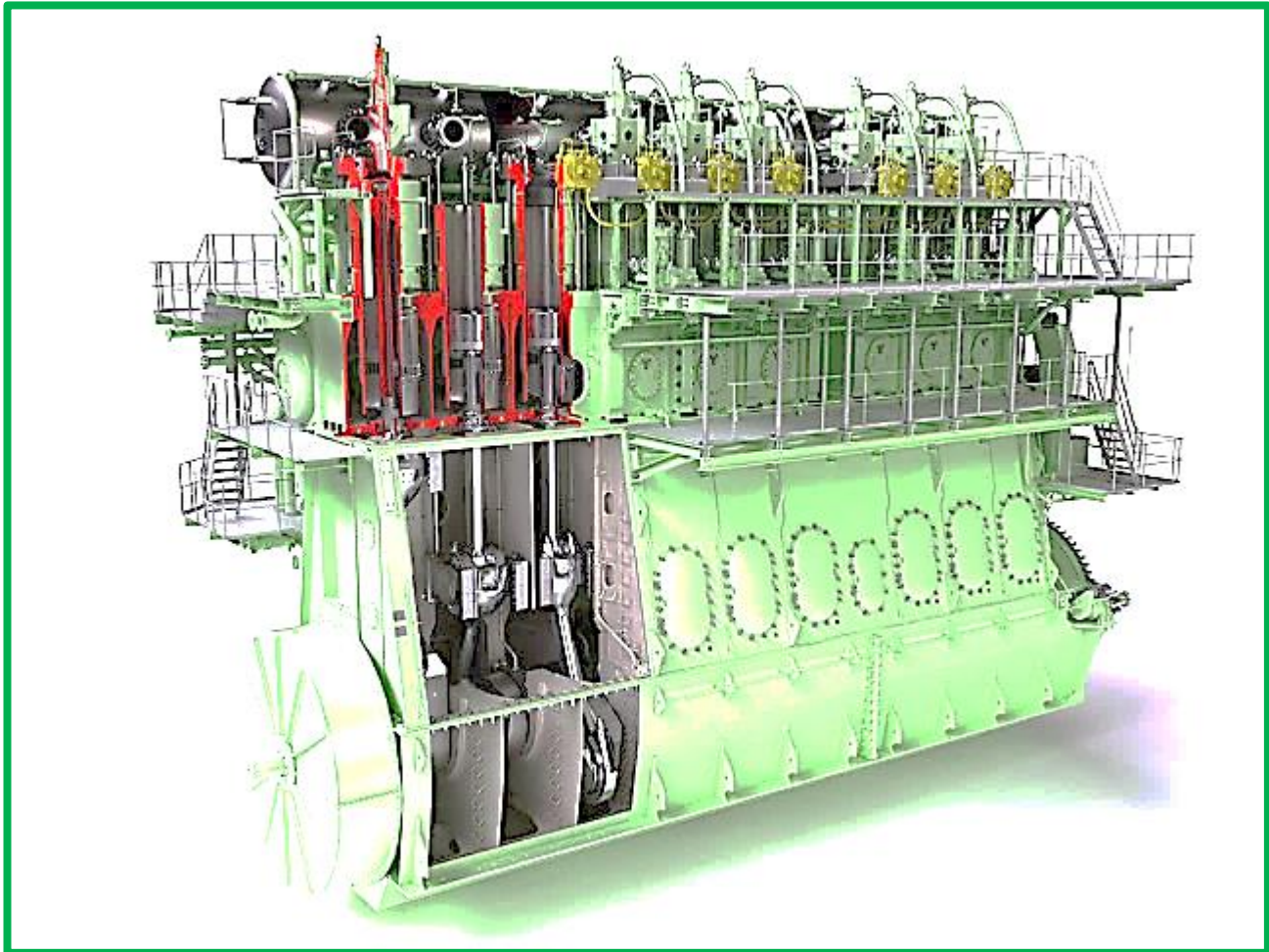
**Komparativna shema (a) turbo – (b) ram – (c) scram motorâ**  
**Credits: author Gray Trafalgar**

Sastavio: **Boris Abramov**

## **Izvori:**

[https://bs.m.wikipedia.org/wiki/Wankelov\\_motor](https://bs.m.wikipedia.org/wiki/Wankelov_motor)  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Wankel\\_engine#Developments\\_for\\_motorcycles](https://en.wikipedia.org/wiki/Wankel_engine#Developments_for_motorcycles)  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Wankel\\_engine#Aircraft\\_engines](https://en.wikipedia.org/wiki/Wankel_engine#Aircraft_engines)  
<https://www.mazda.com/en/innovation/stories/rotary/newfrontier/>  
<https://auto.howstuffworks.com/rotary-engine1.htm>  
[https://hr.wikipedia.org/wiki/Mlazni\\_motor](https://hr.wikipedia.org/wiki/Mlazni_motor)  
[https://hr.wikipedia.org/wiki/Mlazni\\_motor#Turbo-mlazni\\_motor](https://hr.wikipedia.org/wiki/Mlazni_motor#Turbo-mlazni_motor)  
<https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=67983>  
<https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=41358>  
<https://en.wikipedia.org/wiki/Pulsejet>  
<https://en.wikipedia.org/wiki/Ramjet>  
<https://en.wikipedia.org/wiki/Scramjet>

# Najveći brodski dizelski strojevi



**MAN B&W 12S90ME-C mark 9.2**

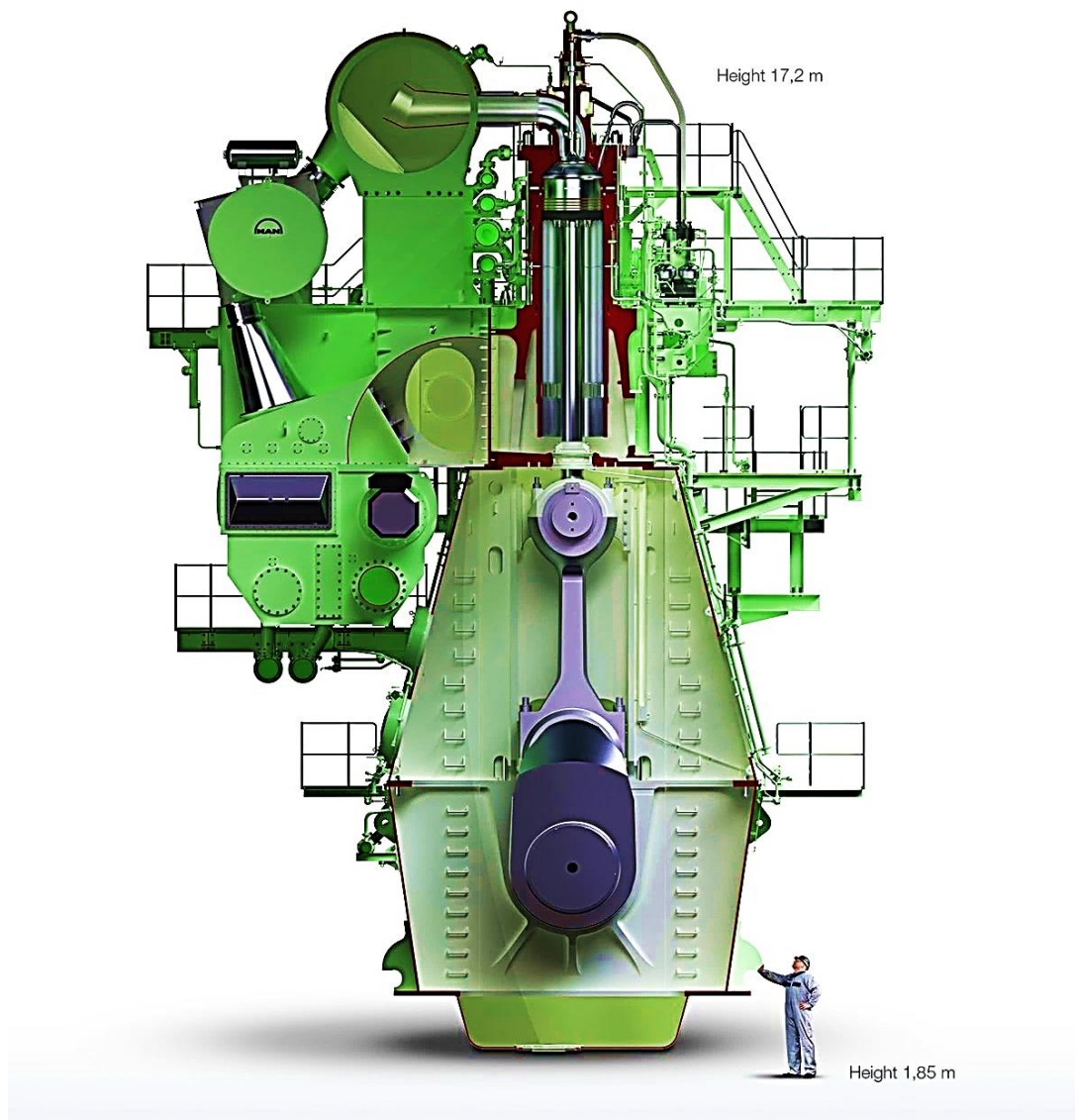
UN konferencija o trgovini i razvitku (UNCTAD) procjenjuje da se brodovima prevozi po prilici 80% svjetske trgovine po volumenu ili oko 70% prema vrijednosti. Da nije tako svijet uopće ne bi mogao funkcionirati. Predviđa se da će se globalni prijevoz roba morem i vodnim putovima do 2030. udvostručiti. Stoga, potražnja za energetske učinkovitim brodovima stalno raste. Limiti brodskih ispušnih emisija zbog klimatskih promjena postaju sve stroži, a osim toga korisnost plina kao goriva sve više dobiva na značenju.

U pomorskom transportu preko oceana postoji trajna težnja da se preveze što veća količina tereta u što kraćem vremenskom razmaku. Povećanje brzine i nosivosti broda zahtijeva povećanje propulzijske snage, odnosno konstrukciju što snažnijih i većih motora. Stoga su proizvođači motora velikih snaga u konstrukcijskom i istraživačkom smislu ulagali znatne napore da na tržištu ponude motore koji će zadovoljiti tražene zahtjeve. Radi se o vrlo složenim konstrukcijama velikih gabarita i težina.



Između dva najveća proizvođača brodskih sporohodnih dvokretnih dizelskih motora „Wärtsilä - Sulzer“ („Winterthur Gas & Diesel – WinGD“) i „MAN B&W“ - „MAN Diesel & Turbo“ (MAN Energy Solutions SE) nastalo je svojevrsno natjecanje u pogledu toga tko će od njih dvoje proizvesti veći motor. Zbog enormnih izmjera neki su takve motore stali nazivati '**katedralnim motorima**'.

Radi boljeg sagledavanja veličine tih strojeva pogledajmo ilustraciju 12-cilindarskog motora **12S90ME-C Mark 9.2** kojeg je u listopadu 2014. lansirala tvrtka **MAN B&W** u kojoj se uspoređuje visina stroja od 17,2 m s visinom odrasla čovjeka od 1,85 m. To nije bio samo najveći motor u fizičkom smislu, već je taj motor kada je 2014. godine izgrađen bio i među najjačim sporohodnim dvokretnim dizelskim strojevima u svijetu, a razvijao je 98 tisuća konjskih snaga (72.08 kilovata) pri 84 o/min.



**MAN B&W 12S90ME-C Mark 9.2 – usporedba visina**

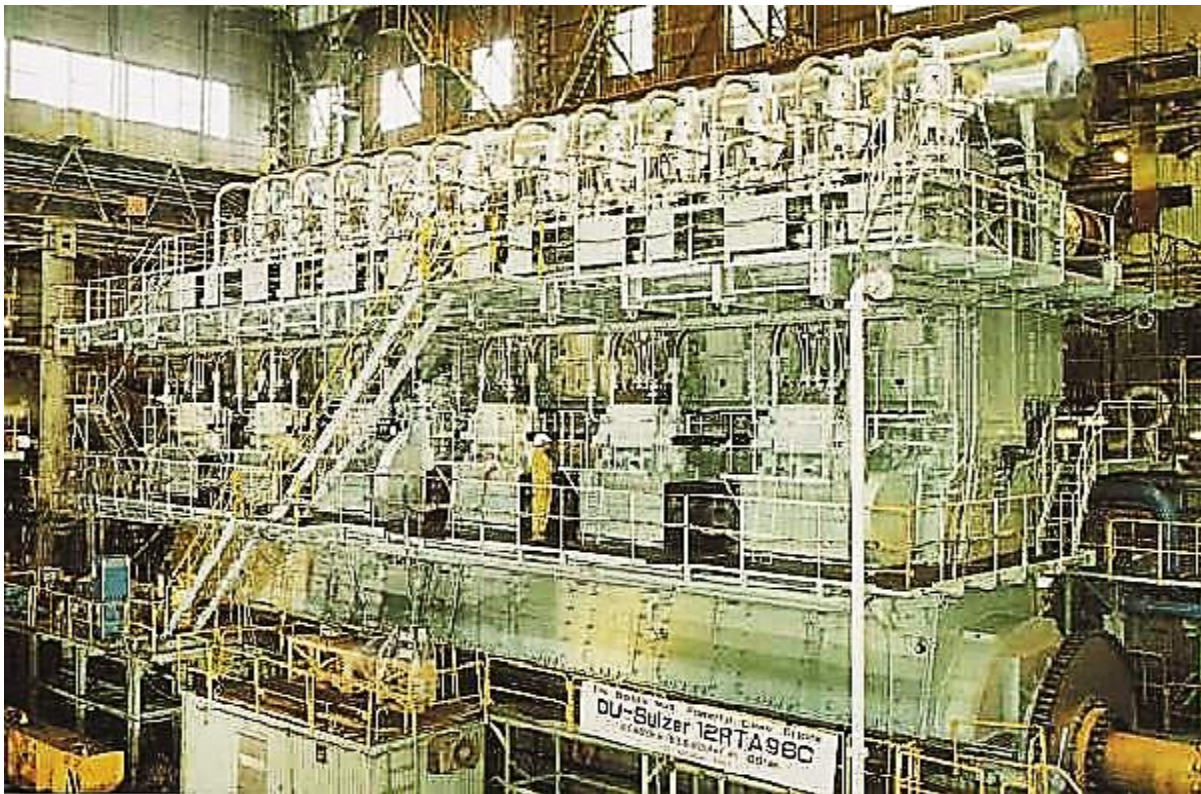
Imao je ukupnu težinu od 1.800 tona, a samo koljenasto vratilo bilo je dugačko 23,1 metra i težilo 465 tona.

Ovaj stroj koristi elektronički kontrolirane hidrauličko/mehaničke aktivatore za

rasprskalice i ispušne ventile. Elektronički kontroliran proporcijski klizni ventil šalje stlačeno ulje na hidraulički klip koji aktivira 'stap-potisnik' („**Booster**“) tlaka goriva. Znači, svaki cilindar ima svoj vlastiti hidraulički aktiviran stap-potisnik tlaka goriva. Ubrizgavanje goriva izvodi se ventilom koji je elektronički upravlján preko 'Sustava Upravljanja Strojem' („**Engine Control System – ECS**“).

Ispušni ventili se otvaraju preko dvofaznog aktivatorskog ventila putem ulja kojeg dostavlja elektronički upravlján proporcijski ventil, a zatvaraju se pomoću tzv. 'zračne opruge' („**Air Spring**“). Podešavanje otvaranja ventilâ elektroničkim upravljanjem izvedivo je u cijelom rasponu. Svi ME-C strojevi uključujući kao i ovaj troše dvojno gorivo (**LNG** ili **HFO**) koristeći ubrizgavanje pod visokim pritiskom.

Naravno da je i **Wärtsilä - Sulzer** ponudio tržištu svoju verziju 12-cilindarskog motora tipa **12RTA 98C**. Strojevi 'Wärtsilä – Sulzer' danas se proizvode u japanskim **Aioi** pogonima, koji su dio japanskog proizvođača strojeva „**Diesel United Ltd.**“ (**IHI**).



**12RTA96C motor – Credits: „Diesel United Ltd.“ (IHI).**

Dizajn i razvitak dizelskog motora RTA96C zajednički je pothvat tvrtki koje su u početnim fazama sudjelovale u prvom komercijalnom projektu, a to su poimence: vlasnik i operator broda „**P&O Nedlloyd BV**“, zatim „**Ishikawajima Harima Heavy Industries Co Ltd - (IHI)**“ dizajner i graditelj broda te graditelj stroja „**Diesel United Ltd.**“.

Projekt je započet u ožujku **1997.** kada je na probnom stolu u Diesel United Ltd., Aioi upućen prvi 11-cilindarski motor. Nakon toga ukupno je izgrađeno 86 RT96C strojeva s 8, 9, 10, 11 i 12 cilindara u nizu, od kojih je 25 strojeva već u službi, a ostali se grade ili su tek naručeni.



12RTA 98C je dugačak 27,1 m, a širok 13,4 m. Ukupna težina iznosi 2.000 tona. 12-cilindarska verzija razvija 100.000 KS (73,54 MW) pri 102 o/min. Ovakve strojeve naručila je kineska kontejneraška tvrtka „**China Shipping Container Line – CSCL**“ u „**Hyundai Heavy Industries- HHI**“ Ulsan, Južna Koreja za seriju od najmanje 6 kontejnerskih nosača od 19.000 TEU koji su se tamo gradili. Prvi je brod imenovan: „**CSCL Globe**“.

12-cilindarski stroj 12RTA 98C ima promjer cilindarskog provrta 98 cm, mep iznosi 19,2 bar, a pri 100 o/min razvija 72,08 MW sa zakretnim momentom od 591 kNm.

Neki od kapaciteta ovog stroja su isto tako ogromni. Ulje za podmazivanje ne mjeri se u litrama već po težini. Primjerice, u ovom motoru se nalazi oko 15.590 kg ulja što u sistemima za podmazivanje i hidrauliku što u 'sump tanku'. Isto tako među sustavima za hlađenje košuljica i za hlađenje ispirnog zraka nalazi se blizu 11.512 kg rashladne vode.



Oba motora i 12RT-flex96C i 12K98ME-C imaju skoro istu snagu, ali pri različitim brojevima okretaja i srednjim efektivnim pritiscima,

Na slici se vidi radnika kako posluje oko cilindarskog bloka dok im je specifična potrošnja goriva SFOC jednaka i iznosi 171,0 gr/kW/hr na 100% opterećenja.

31/08/2006 ušao je u službu mega - kontejnerski brod „**Emu Maersk**“ (Maersk E – klase) kapaciteta 11 tisuća kontejnerskih jedinica (TEU), dug 400 m, istisnine oko 170 tisuća dwt i s maksimalnom brzinom do nekih tridesetak čvorova. Dizajniran je po principu 'jedan stroj – jedan propeler' („**single engine – single screw**“). Glavni stroj smješten je na sredini broda radi ravnoteže opterećenosti trupa. Za naručioca „**Maersk Line**“ planirano je i izgrađeno osam takvih brodova u **Odense Steel Shipyard**, Odense, Danska za svoju glavnu grupaciju „**A.P. Møller – Mærsk A/S**“ – obitelji Møller.

U lipnju 2006. tijekom gradnje, varenje je uzrokovalo požar u nadgrađu koji se brzo proširio kroz nastambe i zapovjedni most, uzrokujući produženje završetka izgradnje za nekih šest do sedam tjedana.

Za pokretanje tako velikog broda potrebno je daleko više snage nego li za druge brodove slične veličine, a manje brzine. Stoga je u *Emu Maersk* ugrađen gigantski 14-cilindarski **Wärtsilä RT-flex96C** motor od 108.920 KS (ili 80.080 kW) pri 102 okretaja u minuti - najveći sporohodni dvokretni dizelski motor na svijetu ikad ugrađen u neki brod. Izgrađen je u „**Doosan Engine Co. Ltd.**“, Changwon, Južna Koreja i ušao je u službu 12 rujna 2006. Zasnovan je na već postojećim dizajnima sporohodnih motora RTA96C i RT-96-flexC, ponudivši tako tržištu strojeve od 13 i 14 cilindara.



Pogledajmo gabarite i izmjere ovog gigantskog stroja s 14 cilindara u nizu poravnanih jedan iza drugoga. Duljina stroja iznosi 26,59 metara, visok je 13,5 metara, ukupna suha masa motora je 2.300 tona. Masa same koljenaste osovine iznosi 300 tona. Klipovi teže 5,5 tona svaki, a visoki su 6 metara. Cilindarski provrt iznosi 96 cm,



**Nosač kontejnera „Ema Maersk“ –  
Image courtesy of maerskline.com**

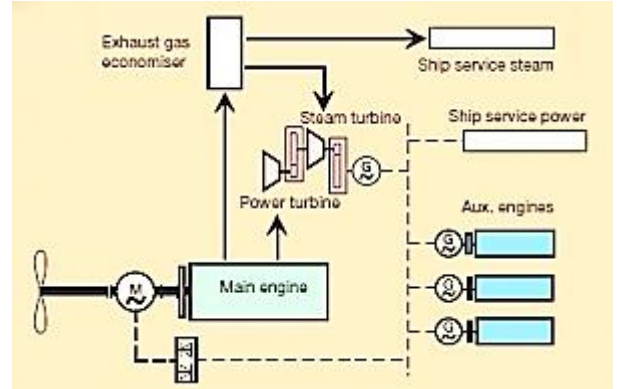
stapni hod 2,5 metra, a srednji efektivni pritisak 'mep' iznosi 18,6 bar. Ukupna cilindarska zapremina je 25.480 litara, a svaki cilindar pri 102 o/min razvija snagu od 5.720 kW, dok ukupna snaga iznosi 80.080 kW s najvećim zakretnim momentom od 7.604 kNm, sve dostupno pri 102 o/min. Potrošnja goriva ('Brake Specific Fuel Consumption –BSFC') pri punom opterećenju iznosi 171 gr/kW/hr, dok potrošnja goriva pri najekonomičnijoj vožnji iznosi 88,1 gr/kW/hr. Masa goriva ubrizgana u jedan cilindar po ciklusu iznosi oko 160 grama pri punom opterećenju, dok čitav motor troši pri punom opterećenju 250 tona goriva (HFO) dnevno.

Kako je poznato, RT-flex strojevi koriste tehnologiju 'zajedničkih šina' („**common-rail**“) upravljaju potpuno elektronički, čime se postiže bezdiman rad motora pri bilo kojim plovidbenim brzinama. Time su sniženi troškovi održavanja, brod ima niže ustaljene operativne brzine i olakšano je manevriranje. Vizualno, veličina kompaktnih dostavnih jedinica („**Supply Unit**“) je umjereno malena kada se usporede s punom duljinom bregaste osovine u mehanički kontroliranih motora.

NA RTflex strojevima postoje četiri sustava 'zajedničke šine' („**common rail**“) i to: **1.** za ugrijano gorivo spremno za ubrizgavanje (nominalno 1.000 bar), **2.** za kontrolno ulje pod trajnim tlakom od 200 bar, **3.** za servo ulje s tlakovima do 200 bar i **4.** za stlačeni zrak startanja motora. Gorivo i servo ulje dobavlja 'dostavna jedinica' koja je postavljena sa strane u sredini stroja, pogonjena zupčanikom. Pumpe dostave goriva su smještene s jedne strane, a hidraulične servo-uljne pumpe s druge strane pogonskog zupčanika. Kontrolno ulje se dostavlja dvostrukim pumpama koje se pogone elektromotorima. Servo i kontrolno ulje izvlači se iz sustava ulja za podmazivanje preko automatskog samo-

čistećeg filtra. Od križne glave niz cjevčica vodi mazivo ulje u stapalo cilindra u svrhu hlađenja njegova tjemena.

Osim navedenog, vrlo značajna odlika 14RT-flex96C motora je učinkoviti oporavak viška topline, što doprinosi većim uštedama na potrošnji goriva i smanjivanju emisija ispušnih plinova. Naime, ispušni plinovi iz glavnog motora vode se kroz ekonomajzer u kojemu se proizvodi para za pogon paro-turbinskog generatora. Turbogeneratorski sklop ima još i turbinu pogonjenu ispušnim plinovima preusmjerenim iz protoka ispušnih plinova kroz turbopuhala glavnog stroja. Ovaj visoko učinkovit sustav oporavka topline može proizvoditi električnu snagu u iznosu do otprilike 12% snage glavnog stroja. Proizvedena električna snaga usmjerava se na glavnu razvodnu ploču, a može se koristiti, ukoliko zatreba, i za napajanje osovinskog motora u pripomaganju brodskoj propulziji. Dio para iz ispušnog ekonomajzera se rabi za grijanje brodskih prostora.



**Shema oporavka viška proizvedene topline**

Oporavak energije se pojačava i crpljenjem potrebnog zraka za glavni stroj iz vanjskog okolnog zraka umjesto iz strojarnice. Turbopuhala glavnog stroja su prilagođena na nižu temperaturu usisa zraka, dakle povećavaju ispušnu energiju bez utjecaja na protok zraka kroz stroj.



**Wärtsilä-Sulzer 14RTA96-C**

Usprkos ogromnoj količini snage koju ovakvi strojevi proizvode, oni imaju iznadajuće nizak stupanj trošenja osnovnih elemenata stroja. Primjerice, potrošnja cilindarske košuljice u promjeru iznosi samo oko 0,03 mm/1.000 sati. I još nešto, uz po-



trošnju goriva pri najekonomičnoj vožnji stroj premašuje 50% toplinske učinkovitosti, što znači da se više od 50% energije sadržane u gorivu pretvara u propulzijsku snagu.

Zahvaljujući 'common-rail' tehnologiji, moguće je izvući maksimum iz motora pri vrlo niskim okretajima što značajno utječe na smanjenje potrošnje goriva, na manju buku i niže emisije štetnih plinova. Ali, i u najštedljivijem načinu rada, RT-flex96C i dalje konzumira 6,284 tisuće litara goriva na sat ili 150,816 tisuće litara dnevno, što ga zaista čini velikim gutačem energije. Na web-sajtovima može se naći informacija da je trenutno u optjecaju 25 14-cilindarskih 14RTA96-C motora dok je na navozima još 86 komada (?). Ovakve informacije su očigledno upitne i pretjerane!

Na koncu razmotrimo u kojem smjeru se kreće daljnji razvitak ovih motora. Wärtsilä-Sulzer je svojevremeno najavio da bi se krajem 2008. godine mogla pojaviti poboljšana verzija motora RTA96 snage 84,42 MW, a MAN B&W je još 2004. godine izradio apsolutno najveći brodski dizelski motor **K108ME-C** koji pri 94 o/min razvija snagu od 97,3 MW. Radi se o 14-cilindarskom sporohodnom dvokretnom motoru čiji provrt cilindra iznosi preko 1 metar (1.080 mm). Mep iznosi 18,2 bar, zakretni moment 706 kNm, dok ukupna masa iznosi 3.258 tona. Iako ovaj motor još nije ušao u komercijalnu službu u MAN-u već razmišljaju o poboljšanoj verziji podizanjem broja okretaja s 94 na 95 čime bi se podigao mep sa 18,2 na 18,53 bar i time podigla snaga svakog cilindra sa 6.950 na 7.150 kW što bi podiglo ukupnu snagu motora na nevjerojatnih **100,1 MW !!!** uz okretni moment od 719 kNm.

Postoji i dvojba ima li uopće smisla nastaviti daljnji razvitak ovako velikih strojeva. Iskustva iz prošlosti podsjećaju na opasnosti koje takav fizički rast donosi. Troškovi razvoja i uvođenja novih velikih motora osim samih proizvođača mogu financijski upropasti i brodogradilišta.

Umjesto toga trebati će poraditi na primjeni novih inovativnih sustava za optimiziranje procesa izgaranja na već postojećim strojevima. Nužno će biti i pronalaženje novih i boljih materijala za izradu bitnih elemenata strojeva. Jedan od značajnijih ciljeva je primjena 'Indeksa dizajna energetske učinkovitosti' (**IMO „Energy Efficiency Design Indeks – EEDI“**). EEDI daje specifičnu brojku za neki individualni dizajn broda, a izražava se u gramima CO<sub>2</sub> po milji na tonu brodske nosivosti (manji EEDI znači više učinkovit energetske dizajna broda). Od 2013, IMO je odredio da svakih pet godina treba povećati učinkovitost za 5%, tako da će za period od 2025. do 2030. povećanje iznositi 30% za određene brodove. Svakako će se redizajnirati već postojeće konstrukcije 12-cilindarskih strojeva kao i drugih manjih strojeva, koristeći pritom suvremeni softver za ispitivanje svih bitnih elemenata stroja. Sve to moći će se primijeniti i na potpuno novim strojevima kao i na onima koji se naknadno opremaju ('**retro-fitting**').

Poznavatelji tržišta brodskih dizelskih motora smatraju da se koncept vrlo velikih propulzijskih dizel-motora danas napušta i da počinje spadati u prošlost. Sada se radi na inovativnoj tehnologiji koja vodi računa o učinkovitosti, smanjenoj potrošnji goriva i zaštiti okoliša. Osim toga, nastupa era digitalizacije u kojoj će digitalni podaci igrati ključnu ulogu. Digitalizacija je proces pretvaranja analognog signala u digitalni oblik. Moguće je digitalizirati sve vrste gradiva, od teksta, preko audio i video zapisa, sve do trodimenzionalnih objekata. Postupci digitalizacije razlikuju se ovisno o vrsti gradiva koje se digitalizira.

'**Big Data**', '**Pametni brodovi**', '**blockchain**' tehnologija, **3D – tiskanje**, '**Cloud-based**' sučelje korisnika i '**Umjetna Inteligencija -AI**' – neki su od trendova koji će imati izravnog utjecaja na brodarstvo i gradnju brodskih strojeva. Što više klijenata bude sudjelovalo u digitalizaciji, rezultati će postajati sve bolji, a troškovi sve manji.



## Izvori:

<https://gcaptain.com/emma-maersk-engine/the-worlds-largest-marine-diesel/>  
<https://www.worldmaritimeaffairs.com/worlds-largest-diesel-engine-wartsila-sulzer/>  
<https://www.dieselarmy.com/engine-tech/engine/worlds-biggest-diesel-series-mans-record-breaking-12s90me-c>  
<https://magazin.ba/zanimljivosti/ovo-je-najveci-dizelski-motor-na-svijetu-sa-109-000-ks-38677.html>  
<https://enacademic.com/dic.nsf/enwiki/410434>  
<https://newatlas.com/go/3263/>  
<https://www.yahoo.com/news/most-powerful-diesel-engine-world-190035925.html>  
<https://www.wartsila.com/media/news/12-09-2006-the-world's-most-powerful-engine-enters-service>  
<http://www.dieselduck.info/machine>  
[https://en.wikipedia.org/wiki/W%C3%A4rtsil%C3%A4-Sulzer\\_RT96-C](https://en.wikipedia.org/wiki/W%C3%A4rtsil%C3%A4-Sulzer_RT96-C)  
<https://www.man-es.com/marine/strategic-expertise/digitization>  
<https://www.marpol-annex-vi.com/eedi-seemp/>  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Emma\\_M%C3%A6rsk](https://en.wikipedia.org/wiki/Emma_M%C3%A6rsk)

**Images Credits to:** Wärtsilä – Sulzer ([wartsila.com](http://www.wartsila.com)), MAN B&W Diesel A/S ([marengine.com](http://www.marengine.com)), MAN Energy Solutions SE ([man-es.com](http://www.man-es.com))



**Sklop turbogeneratorsa za Wärtsilä visoko-učinkovito postrojenje oporavka topline**

(Na slici sasvim na lijevoj strani vidi se turbina na ispušne plinove, a generator sasvim na desnoj strani, dok se parna turbina vidi desno od središta)

# ROBOTIKA

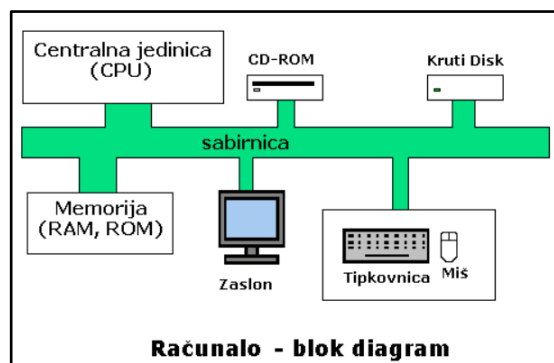
Da bi se bolje shvatio razvoj suvremene robotike, potrebno je najprije razmotriti razvoj i povijest računala.

## Računala

### Arhitektura sklopovlja računala

Ovisno o izvedbi računala dijelovi koje navodimo mogu se nalaziti objedinjeni u osnovnom kućištu ili mogu biti izvan njega. Sklopovlje računala uključuje slijedeće dijelove:

- **kućište** - kutija u kojoj je smještena većina ostalih dijelova,
- **napajanje** - pretvara električnu struju iz naponske mreže u onu potrebnu za rad dijelova u računalu,
- **matična ploča** - uglavnom obavlja funkcije potrebne za povezivanje ostalih dijelova u jednu cjelinu,
- **procesor** ( **CPU** engl.: kratica za **Central Processing Unit** ) - osnovni dio koji obrađuje podatke izvođenjem računalnih programa,



- **radna memorija (RAM)** - elektronička memorija za kratkoročno spremanje podataka (onih koje procesor trenutno obrađuje); podaci se gube nakon nestanka napajanja,
- **memorija samo za čitanje (ROM)** zaštićena memorijska jedinica iz koje se podaci mogu jedino čitati,
- **kruti disk** - magnetni uređaj za dugoročno spremanje podataka,
- **optički pogoni (CD i DVD pogon)** – sprema-

ju podatke na optičke medije,

- **disketni pogon** - sprema podatke na takozvane diskete (napušteno!),
- **pokazivački uređaji** (engl.: **pointing device**) kao što su npr. miš, touchpad, kuglica (eng. **trackball**), igrača palica (engl.: **joystick**) - služe za zadavanje naredbi upravljanjem pokazivača na računalnom zaslonu (obično se rabi strjelica),
- **video adaptor** - stvara signal za prikaz slike na računalnom zaslonu,
- **zaslon** (engl.: **monitor**) - prikazuje sliku koju stvara video adaptor,
- **zaslon osjetljiv na dodir** (engl.: **touchscreen**) - zaslon koji ima i funkciju pokazivačkog uređaja putem dodira prstima,
- **zvučni adaptor** - stvara audio signal za reprodukciju zvuka u zvučnicima ili nekom drugom audio uređaju te prima signal iz mikrofona ili drugog audio-uređaja,
- **TV adaptor** - prima signal iz antene poput televizijskog prijemnika i omogućuje prikaz televizijskog programa na računalnom zaslonu,

- **mrežni adaptor** - omogućuje komunikaciju putem računalne mreže,
- **modem** - omogućuje komunikaciju putem telefonske linije,
- **pisac** - služi za ispis podataka na papir,
- **skener** - služi za unos podataka s papira,
- **kamera** (foto ili video) - snima statičnu ili pokretnu sliku (i zvuk) za unos u računalo,
- **crtuća ploča** (engl.: **graphics tablet**) - omogućuje unos crteža i rukom pisanog teksta u računalo,
- **trakovni pogon** (engl.: **tape drive**) - uređaj za zapis podataka na magnetne trake,
- **memorijske kartice** (engl.: **memory cards**) razne, kao što je npr. **USB** (engl.: **Universal Serial Bus**) ili **flash memory** –. To su elektronički uređaji za pohranu podataka koji čuvaju podatke i nakon nestanka napajanja. USB memorija je danas najbolji način pohrane podataka, ali ima manu što se nažalost ne može koristiti na pametnim telefonima.

## Vrste računala

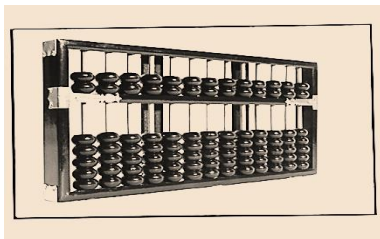
1. **Super računala**; Velika računala s tisućama povezanih mikroprocesora putem kojih se izvode izuzetno složeni proračuni.
2. **Osobna računala**; (engl.: **Personal Computer – PC**); predviđena su za istodoban rad samo jedne osobe, a mogu biti:
  - **Stolna računala**; Predviđena su za rad na pultu i moćnija su od drugih osobnih računala. Glavna sastavnica je tzv. '**Sistemska jedinica**' u obliku vertikalnog kućišta smještenog na pultu ili ispod njega, a s njim su povezane ostale perifernijske sastavnice na pultu, kao što su monitor, miš i tipkovnica.
  - **Prijenosna računala**; (engl.: **Notebook PC, laptop PC**) su lagana prenosiva računala s tankim zaslonom koja objedinjuju u jednom kućištu procesor, zaslon i tipkovnicu te eventualni CD/DVD pogon. Zaslon im se preklapa na tipkovnicu, a napajaju se i baterijama, pa se mogu ponijeti i koristiti bilo gdje.
  - **Ručna računala**; poznata kao **PDA** (engl.: **Personal Digital Assistant**). To su lagana i prenosiva ručna računala koja se napajaju baterijama. Iako su manje moćna od spomenutih, praktična su za evidenciju obveza, pohranu adresa s brojevima telefona i igranje igara. Neka imaju i mogućnost obavljanja telefonskih razgovora i/ili pristup Internetu. Imaju zaslon osjetljiv na dodir koji se aktivira prstima ili posebnom olovkom. Naše rukom pisane tekstove mogu također pretvarati u tipkani tekst. Pojavom moćnih mobilnih telefona ovo se računalo sve manje ili nikako ne koristi.
  - **Tablet osobna računala**; Mobilna računala što spajaju osobine prijenosnih i ručnih računala. Moćna su, a u pogledu aktiviranja imaju zaslon osjetljiv na dodir i sve ostalo što je opisano pod 'ručnim računalima'. Neki od tableta imaju zaslon koji se može zakrenuti i rasklopiti da bi se otkrila tipkovnica ispod njega.

## Računala kroz povijest

Od davnina ljudi su se radi lakšeg računanja služili raznim pomagalicama. Već **5000.** godine prije Krista Egipćani su se služili kamenčićima pri zbrajanju i oduzimanju. Oko **3000.** godine prije Krista Kinezi su izumili 'Abak' (engl.: **Abacus**) najstarije pomagalo za računanje, u obliku zgodne naprave s redovima klizajućih

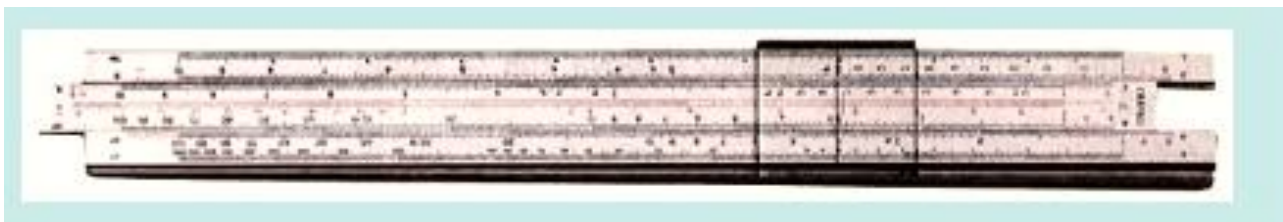


kuglica. Koristila su ga i stari Grci i Rimljani. U Europi se koristio od 17. stoljeća, tj. od početka korištenja arapskih brojeva i računanja na papiru. U nekim zemljama Dalekoga istoka još je i danas u uporabi zbog jednostavnosti korištenja.



Abacus

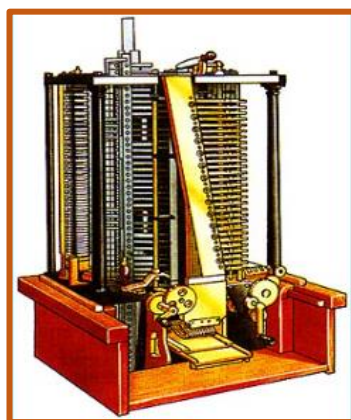
U 17. stoljeću nastaju logaritamske tablice, pomoć pri računanju. Godine **1623.** njemački matematičar i astronom **Wilhelm Shickhard** izumio je prvo mehaničko računalo koje je iz vodilo 4 osnovne računске operacije. Pojavljuje se i **logaritamsko** ili **pomično računalo** - popularni „šiber“.



Pomično računalo (šiber)

Shickardov kalkulator ostaje nepoznat sve do njegove rekonstrukcije sredinom 20. stoljeća. U 17. stoljeću bilo je još dva pokušaja izrade mehaničkih računala i to **1642.** godine - **Blaise Pascal** i **1672.** godine - **Gottfried Wilhelm Leibniz**, ali oba su bila nepouzdana i neuporabiva, jer tadašnja tehnologija nije bila dovoljno precizna u izradi mehaničkih dijelova. Inače Leibniz je bio među prvim matematičarima koji su proučavali binarni brojni sustav, a koji se i danas primjenjuje u radu računala.

**1801.** godine Francuz **Joseph Marie Jacquard** izumio je tkalački stroj u kojeg su razni uzorci tkanja bili predstavljeni nizom bušenih kartica. Raspored rupica na karticama sačinjavao je program koji je upravljao radom tkalačkog stroja. **1822.** godine engleski izumitelj **Charles Babbage** dizajnira i pokušava izraditi svoj „**diferencijalni stroj**“ za izračunavanje logaritama u logaritamskim tablicama, a pri računanju izlaz je bio u obliku metalnih pločica, s kojih su se



Babbage analitički računalni stroj

rezultati mogli tiskati na papir. Stroj nije dovršio, opet zbog neprecizne tehnologije, ali i zato jer je vlada nakon 15 godina prestala podupirati taj projekt. Međutim on je ipak **1833.** godine došao na ideju izrade stroja kojim bi uklonio nedostatke dotadašnjih mehaničkih računala. Taj je njegov stroj za rješavanje različitih zadataka po svojoj građi imao sve elemente današnjih računala, a to su ulazni uređaji, memorija, centralna jedinica, program na bušenim karticama i izlazni uređaj. Stroj je nazvao „**analitički stroj za računanje**“, i smatra se pretečom današnjih suvremenih računala. **Ada Byron King** (grofica Lovelace) bila je matematičarka koja je Babbageu predložila način na koji stroj može izračunavati Bernoullijeve brojeve. Ustvari, to je **prvi računalni program**, a nazvan je '**ADA**' po izumiteljici.

**1890.** godine Amerikanac **Herman Hollerith** izumio je stroj za svrstavanje bušenih kartica s podacima iz popisa stanovništva, nazvan **sortirni stroj**. Hollerith **1896.** godine osniva tvrtku **Tabulating Machine Company - TMC**. Ovime je uglavnom završila era mehaničkih računala. **1924.** godine tvrtka 'TMC' udružena s još nekoliko srodnih tvrtki osniva novu kompaniju nazvanu „**IBM**“ (**International Business Machines**). To je tvrtka s ogromnim iskustvom koja još i danas predstavlja jednog od najznačajnijih proizvođača računala u svijetu.

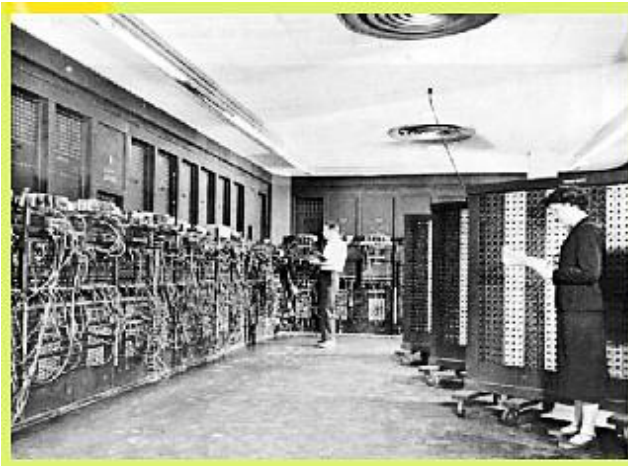
Na pojavu prvih elektromehaničkih računala koji rabe najprije elektromagnetske releje, a potom i elektroničke cijevi znatno su utjecale pripreme za **II. Svjetski rat**, a i na sam ishod rata. U izradi oružja za ratne potrebe trebalo je izvršiti velike količine računskih operacija. Stoga su trojica znanstvenika, svaki u svojoj zemlji i u isto vrijeme radili na projektu izrade elektromehaničkih računala. Među njima je Nijemac **Konrad Zuse** osmislio prvo programirano računalo na principu binarne algebre (**1938.** računala **Z1, Z2, 1942. - Z3**), ali u Njemačkoj nije pridavan veliki značaj takvim računalima. **1943.** godine u Americi matematičar i izumitelj **Howard Hathaway Aiken** inspiriran Babbageovim radovima osmišljava **IBM Harvard Mark 1** računalo, temeljeno na elektromagnetskim relejima koje je bilo dugačko oko 20 metara, visoko 2,5 metra, težilo 5 tona i imalo približno 750.000 dijelova!

Zanimljiv je slučaj engleskog matematičara, informatičkog znanstvenika, logičara, kriptanalitičara, filozofa i teoretskog biologa **Alana Mathisona Turinga** koji je **1943.** godine osmislio i sa svojim timom izgradio ogroman stroj nazvan '**Colossus**'. Njime je pokušao dešifrirati njemačke tajne vojne poruke kodirane njemačkim strojem za šifriranje '**Enigma**' kojim su se uglavnom služile njemačke podmornice u svojim nemilosrdnim pohodima potapanja poglavito trgovačke ali i ratne savezničke flote diljem Atlantika, a i drugdje.

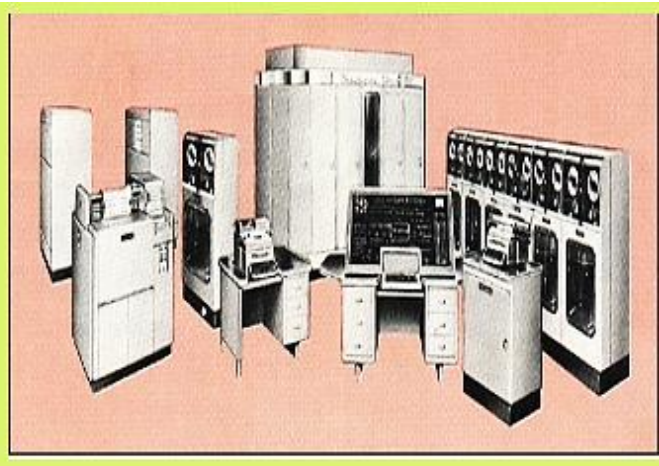
Colossus je apstraktni stroj koji predstavlja matematički model mehaničkog računanja. Stroj operira pomoću beskrajne vrpce. Na vrpci se nalaze simboli odijeljeni u 'diskretne' ćelije. Vrpca prolazi kroz 'glavu' i može se pomicati lijevo ili desno. Stroj preko 'glave' očitava te simbole, ili ih upisuje jednog po jednog, tj. manipulira s njima prema tabeli s napucima. Usprkos jednostavnosti modela, ovaj stroj je imao neograničenu memoriju i sposobnost simulirati bilo koji računalni algoritam. Bilo kako bilo, odmah nakon izgradnje u **Bletchley Park-u** stroj je počeo raditi i neprestano je radio **danima i mjesecima**, ali nije davao konačnog rezultata. Frustriranog Turinga počeli su salijetati vladini ljudi prijeteći mu obustavom financiranja, a zatim su ga i optužili za njegovu homoseksualnost. To je po tadašnjem britanskom zakonu bilo kažnjivo kao zlodjelo. Umjesto da zbog toga ide u zatvor, ponuđena mu je kastracija kemijskim putem, na što je on i pristao. Zatim je uporno nastavio s radom svog stroja. Na koncu, nakon dugo vremena njegova upornost i entuzijizam su se isplatili. **Jednoga dana stroj se konačno zaustavio čime je dešifriranje Enigme bilo uspješno riješeno**. Teško je utvrditi koliko je Ujedinjeno Kraljevstvo ovim uspjehom Turinga skratilo ratne operacije i koliko je milijuna ljudi spašeno od pogibije, ali svakako da je on jako zadužio svoju zemlju, a i svijet. Poslije rata Vlada Velike Britanije i Kraljica su se ispričali za sve nanesene mu nepravde, i posthumno ga odlikovali. Turing je svoj stroj nazvao '**računalo**' (engl.: „**Computer**“ - **compute** = računati). Slijedilo je nekoliko unaprijeđenih nasljednika 'Colossusa' nazvanih **Turing Machines**. Po prvi put na njima su primijenjene i elektroničke cijevi.

## Prva generacija današnjih računala (1951.-1958.)

Početakom **1946.** izrađeno je prvo elektroničko računalo opće namjene „**ENIAC**“ s elektroničkim cijevima, kojih je u ENIAC-u bilo oko 18.000 i oko 30 kilometara kabela. Računalo je težilo 30 tona, a moglo je izvesti 5.000 zbrajanja u sekundi. Ovaj projekt je razvio **John von Neuman** i tako postavio znanstvene temelje za današnja računala. Nakon ENIAC-a nastaje prvo komercijalno računalo „**UNIVAC-1**“.



**ENIAC**



**UNIVAC-1**

## Druga generacija računala (1959.-1964.)



**1947.** godine **Walter Brattain**, **John Barden** i **William Shockley** izumili su novi elektronički element; prijenosni otpornik nazvan tranzistor (engl.: „**transistor**“) koji je uspješno zamijenio glomaznu i nepouzdanu elektroničku cijev. Glavno svojstvo tranzistora je polu-provodljivost silicija. Dijele se na unipolarne i bipolarne. Promjenom ulaznoga napona unipolarnoga tranzistora ili ulazne struje bipolarnoga tranzistora upravlja se električnom strujom u izlaznom krugu. Dakle, tranzistori u digitalnim sklopovima služe kao upravljane sklopke.

Tranzistori se u računarstvu koriste i za stabilizaciju napona, modulaciju signala i u mnoge druge svrhe. Računala s tranzistorima u odnosu na one s elektroničkim cijevima imaju značajno manje dimenzije. U ovom se razdoblju razvijaju i razni programski jezici.

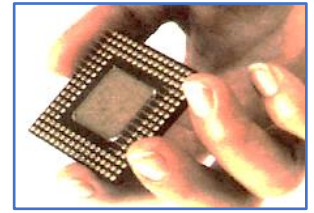
## Treća generacija računala (1965.-1971.)

**1959.** godine **Jack Kilby** izradio je prvi integrirani krug. To je novi elektronički element još manjih dimenzija s dosta povećanim mogućnostima, a koji se sastoji od tisuća malenih elektronskih krugova.



## Četvrta generacija računala (1971.-1980.)

1971. godine električar **Marsijan Hof** izradio je središnji čip nazvan „**Microprocessor**“. To je računalni procesor koji sadržava funkcije centralne procesne jedinice u jednom jedinom integriranom krugu (engl.: „**Integrated Circuit**“ - **IC**). U jačih računala ugrađeno je nekoliko takvih mikroprocesora. Prvi mikroprocesor izradila je tvrtka **INTEL** pod oznakom „**4004**“.



## Peta generacija računala

1980. godine pojavio se i novi pristup arhitekturi računala, nazvan **RISC** („**Reduced Instruction Set Computer**“), koji za razliku od tradicionalnog pristupa arhitekturi (**CISC** - „**Complex Instruction Set Computer**“), zahtijeva manje ciklusa po instrukciji, što čini računalo jednostavnijim i bržim. Značajke takvog računala su procesori koji izvršavaju istodobno veći broj instrukcija, zatim procesori za multimedijску primjenu, koncept povećane pričuvne memorije, itd.

## Šesta generacija računala

Ova najnovija generacija započela je svoj uspon 90-tih godina. Danas je moguće izraditi čitavo računalo na pločici jednog jedinog silicijskog čipa. Pojavljuju se i tzv. "**neuralna računala**". To je zajednički europsko-japanski projekt kojim se pokušava simulirati funkcioniranje čovjekova mozga; milijuni veza sličnih ljudskim neuronima rješavaju problem koristeći logiku nelinearne putanje. U ovom razdoblju razvijaju se i računalne mreže.

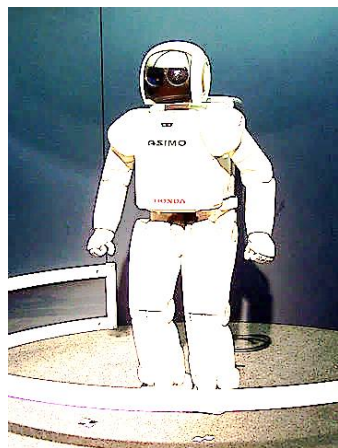
Pojavljuje se također i „**Umjetna Inteligencija**“ (engl.: „**Artificial Intelligence – AI**“). To je područje u kojem računala idu u smjeru oponašanja ljudskih misaonih i fizičkih postupaka. Tijekom vremena mnogo ljudi je otpušteno sa njihovih radnih mjesta, a zamjenjuju ih sustavi umjetne inteligencije. AI se grana u tri pravca: **Robotika**, **Ekspertni sustavi** i **Virtualna stvarnost**.



## **ROBOTIKA**

Robotika je naučno-istraživačko područje s ciljem razvoja reprogramabilnih naprava koje su u stanju automatski obavljati jedan ili više fizičkih poslova. Termin „**Robotika**“ je skovao **Isaac Asimov** u svom kratkom ZF napisu „**Liar!**“. Izraz „**robot**“ za umjetne automatske naprave po prvi put se pojavljuje u romanu

**R.U.R.** (**R**ossumovi **U**niverzálni **R**oboti) češkog pisca **Karela Čapeka**, a izraz je skovao njeov brat, svestrani umjetnik (slikar, pisac i pjesnik) **Jozef Čapek**. Robot je stroj čije su akcije upravljane nekom napravom ili pomoću računala. Mogu biti daljinski upravljani (teleroboti), ili imaju upravljačku jedinicu ugrađenu u samom sebi.



**ASIMO**

Robot je dakle stroj – posebice onaj koji se može programirati računalom – sposoban da automatski obavlja komplicirane serije aktivnosti. Roboti mogu biti konstruirani da liče na živo biće (**humanoidi**), ali oni su uglavnom strojevi dizajnirani da obavljaju zadatke, bez obzira na to kako izgledaju. Već je napravljena nekolicina mobilnih robota koji manje ili više liče na ljude, ili neka druga živa bića. Navedimo dva primjera: „**Asimo**“ fizički vrlo sposoban humanoid tvrtke **Honda Robotics** koji i komunicira, to jest razgovara i objašnjava, ili „**Sophia**“ iz tvrtke **Hanson Robotics**, ženski humanoid s vrlo upečatljivom mimikom lica i sofisticiranom sposobnošću razgovora. Na intervjuima daje vrlo mudre odgovore. Kraljevstvo Saudi Arabije primilo ju je čak u Saudijsko građanstvo, dodijelivši joj posebnu titulu građanstva – „**Robot Citizenship**“.

Roboti se razvijaju i koriste radi pristupa sredinama koje su čovjeku dje-limice ili u potpunosti nedostupne, kao što su sredine opasne po čovjeka, sredine bez zraka ili s prevelikim atmosferskim pritiskom, sredine koje su jako udaljene i zahtijevaju dosta vremena za savladavanje (npr. Mars), ili nedostupne sredine poput, recimo, mikroprostora, ili pak opožarene površine.

Troškovi proizvodnje robota unaprijeđivanjem tehnologije i protokom vremena sve više se smanjuju, a smanjuju se i opći troškovi radi smanjenja administracije, personala i potrebnih prostorija. Smanjuju se također i troškovi održavanja uslijed jednolikog i skromnog tretmana opreme kao i samih robota. Roboti u primjeni ne griješe, povećavaju produktivnost zbog veće raspoloživosti, jer njihovo radno vrijeme nije ograničeno. Manipuliraju većim teretima i brže rade od čovjeka, a smanjuje se i uporaba skupih resursa.

Robotske naprave se u osnovi dijele na **industrijske robote**, **mobilne robote** i **osjetilne (perceptivne) sustave**.

➤ **Općenito, dijele se na nekoliko podvrsta:**

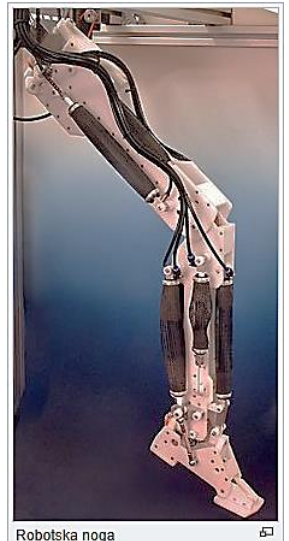
- Elektronski 'šetač' ili 'pješak',
- Sistem koji kombinira senzorski podsistem s mehaničkim podsistemom radi obavljanja definiranog radnog zadatka,
- Računalno upravljani i osnaženi mehanički sistemi (mehatronika).

➤ **Po načinu upravljanja roboti se dijele na:**

- Sekvencijom ograničeni roboti,
- Roboti s upravljanjem od točke do točke,
- Roboti s upravljanjem kontinuirano po putanji,
- Inteligentni roboti (treća generacija robota).

➤ **Prema stupnju samostalnosti roboti se dijele na:**

- Industrijske robote (kreću se u skupu diskretnih lokacija),
- Autonomne robote (interakcija s okruženjem).



Inteligentan robot treće generacije je u stanju da opaža i interpretira podatke o varijacijama u položaju raznih predmeta i o promjenama u okolini, te da im onda bez intervencije operatera prilagodi svoje djelovanje. Inteligentan robot ima dvije značajne karakteristike: moć učenja i moć adaptacije. Na osnovu ove dvije karakteristike može se reći da je inteligentni robot i autonoman.

## **Malo povijesti**

Već **1206.** godine Arapin **Al-jazari** proizveo je humanoidni programabilni automat, koji se smatra kao prvi robot ikad napravljen.

**1495.** godine **Leonardo da Vinci** je planski kreirao čovjekolikog robota u obliku srednjovjekovnog viteza. To je financirao Vojvoda od Milana **Ludovico Sforza**. Robot je demonstriran na proslavi koju je Sforza priredio na svom dvoru u Milanu. Taj je robot napravljen u čeličnom oklopu, i mogao je stajati, sjediti, podići vizor na kacigi i pomicati čeljust. Robotove kretnje pokretao je sustav kolo-turnika i kablova. (**1950.** godine pronađena je jedna Leonardova knjižica s crtežima i zapisima, pa je robot po njoj vjerno reproduciran i pokazalo se da je sasvim funkcionalan i da bi u fingiranom boju imao fluidne kretnje).



**Model Leonardova viteza uz odvojen sustav za pokretanje, na izložbi u Berlinu**

Francuski izumitelj i umjetnik **Jacques de Vaucanson** (**1709.-1782.**) je svojevremeno proizveo mnogo inventivnih i dojmljivih automata za zabavu. Vaucanson je također prvi čovjek koji je dizajnirao **automatski tkalački stroj** i **tokarski stroj** izrađene potpuno iz čelika. Što se tiče zabavnih automata, oni se kreću od '**Svirača flaute**' do '**Patke**' koja maše krilima, jede, tobože probavlja i



izbacuje izmet. Tada je u Europi vladala prava pomama za takvim igračkama, koje su bogataši rado kupovali.

Koncem 19. stoljeća i završetkom faze prve industrijske revolucije **1898.** godine u SAD-u je naš genijalni i plodni izumitelj **Nikola Tesla** među gomilom vrhunskih izuma na polju elektrotehnike i elektroenergetike kreirao i demonstrirao praktično rješenje plovila daljinski upravljano putem radio valova.

U **20. stoljeću** ubrzano se razvijaju brojne naučne discipline, poglavito strojarstvo, elektroenergetika, elektronika, automatika, računarstvo, matematika, umjetna inteligencija, kognitivna psihologija, percepcija i neurologija. Sve ili većina tih disciplina su potrebne za uspješno djelovanje autonomne mobilne robotike.

**1958.** godine u SAD-u, a kasnije i u Sovjetskom Savezu sastavljeni su prvi roboti **Scart** i **Maša**. Godine **1966. Branimir Makanec** zajedno s grupom mladih stručnjaka sastavio je prvog hrvatskog robota.

Danas se robotika nalazi na takvoj razini da se u nas mladež iz srednjih škola natječe u dizajnu i izradi raznih robotičkih naprava (pogledati HRT TV emisije „**CRO-NOVATOR**“).

## **INDUSTRIJSKI ROBOTI**



Robot zavarivač

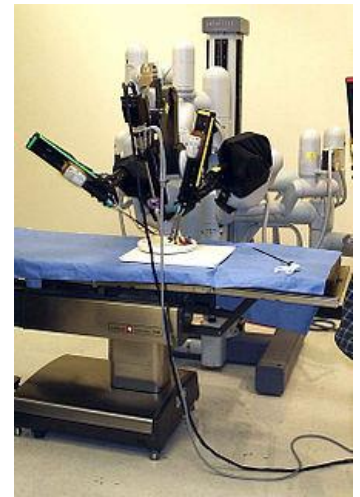
Ovi roboti suvereno su ovladali u industrijama za masovnu proizvodnju kao što je, primjerice, automobilska industrija. Razlog tome je što je robotski rad brži, jeftiniji i precizniji od ljudskog. Kad ljudi na proizvodnoj liniji stalno rade ponavljajuće poslove, brzo se umore i neminovno griješe. Najveća središta robotizirane automobilske industrije s robotima uz pokretnu traku nalaze se u Japanu, Južnoj Koreji, Kini, SAD-u i Europi.

## **MOBILNI ROBOTI**

Mobilni robot (**MR**) je svaki robot koji se kreće kroz prostor, ili drugim riječima to je svaki sustav koji je mobilan i u cjelini se kreće kroz prostor, a u određenom stupnju je i autonoman, pošto ima ograničeno međudjelovanje s čovjekom. Također je i inteligentan, jer snima prostor i djeluje na njega i u njemu. Autonorni mobilni robot je mobilan manipulativni fizički sistem koji se kreće kroz nestrukturirani prostor, ostvarujući interakciju sa ljudskim bićima ili autonomno obavljajući neki posao za njih, ili umjesto njih. Uobičajeno se smatra da autonomna robotika spada u podvrste umjetne inteligencije, ili informacijskog inženjeringa. Autonorni roboti su poželjni tamo gdje se koriste vozila s vozačem ili pak transportne trake. I neki od industrijskih robota su također „autonomni“, ali samo unutar strogo određenog područja njihova okruženja.

## **Specifična polja primjene mobilnih robota mogu biti sljedeća:**

- **MEDICINSKE USLUGE:** Pomoć liječnicima, kiruzima, apotekarima, njega bolesnika, nemoćnih ili starih osoba,
- **ČIŠĆENJE AERODROMA, FABRIKA, SUPERMARKETA, ŠETALIŠTA** itd: pranje, ribanje brisanje podova, kupatila, prozora, tapecirunga itd.,
- **SERVISNA INDUSTRIJA:** Prodaja u supermarketima, posluživanje i naplaćivanje hrane u restoranima, punjenje rezervoara automobila,
- **POLJOPRIVREDA I ŠUMARSTVO:** Rad na plažama, primjene herbicida i insekticida, košenje trave, sjetva, žetva, branje voća i povrća, pljevljenje korova, gnojenje i rezanje ili potkresivanje stabala, pošumljavanje te izrada protivpožarnih prokopa,
- **ODRŽAVANJE NOGOMETNIH I GOLF TERENA:** Košenje trave, poravnavanje i sl.,
- **OPASNI POSLOVI I RAD SA STRUJOM:** Rad u minskim poljima, pregled ili održavanje nuklearnih centrala, pregled ili popravak parnih generatora, opasnih cjevovoda, rezervoara i dalekovoda,
- **RUDARSTVO:** Eksploatacija površinskih kopova, prijevoz rude,
- **GRAĐEVINSKI RADOVI:** Automatizirani kranovi, isporuka i ugradnja betona...,
- **SVEMIR:** lenderi (prizemljivači), roveri (lutajuća vozila), svemirske sonde...,
- **PODVODNI SVIJET:** Inspekcija bušenja sa platformi, preoceansko postavljanje kablova i njihovo održavanje, podvodna istraživanja – arheološka i znanstvena, mapiranje dna oceana,
- **VOJNI SVIJET:** Izviđanje, prijevoz ranjenika, snabdijevanje trupa...,
- **PRIJEVOZ, SKLADIŠTENJE, RUKOVANJE MATERIJALIMA:** Utovar i istovar kamiona, vlakova, brodova i zrakoplova, manipuliranje kontejnerima, održavanje skladišta u tvornicama,
- **SIGURNOST:** Nadzor velikih skladišta, zgrada, parkirališta...,
- **CIVILNI PRIJEVOZ:** Inspekcija zrakoplova, upravljanje vozilima na autocesti...,
- **ZABAVA:** Robot-igračke, robotski nogomet...



*Robot za laparoskopsku kirurgiju*

## **Klasifikacija mobilnih robota:**

- **PREMA PRENOSNOM MEDIJU:** Kopneni, vodni, podvodni i svemirski,
- **PREMA VRSTI KRETANJA:** Na kotačima, hodajući s nogama, gusjeničari te zmijoliki (pužuci),
- **PREMA TIPU POGONA:** Diferencijalni, sinkroni, automobilski ili Ackerman-ov pogon biciklom te svesmjerni,

- **PREMA VRSTI TERENA KOJEG SAVLADAVAJU:** Za kretanje zatvorenim unutarnjim prostorima ili za kretanje vanjskim prostorima,
- **PREMA FLEKSIBILNOSTI TIJELA ROBOTA:** Jednotjelesni ili mnogotjelesni, s elastičnim ili krutim tijelom,
- **PREMA RAZINI AUTONOMIJE:** Kreću se od teleoperiranih do onih s punom autonomijom,
- **PREMA OBLIKU TIJELA ROBOTA:** S jednostavnom strukturom, sa složenom strukturom, u obliku insekata...
- **PREMA NAČINU NASTANKA:** nastali kao osuvremenjena stara vozila ili kao novo vozilo.

### **Oblici današnjih robota:**

- Manipulatori
- Mobilni roboti
- Humanoidni roboti
- Bio-inspirirani roboti
- Nano-roboti (naniji)

### **Roboti budućnosti:**

To su personalni ili evolucijski roboti, tj. inteligentne kreature koje mogu hodati, govoriti, slušati, misliti i osjećati.

### **„Swarm“-robotika:**

Swarm robotika ili „robotika rojeva“ nadahnuta je ponašanjem kolonija mrava, rojeva pčela, jata ptica ili riba koji međusobno savršeno i usklađeno komuniciraju u potrazi za hranom ili peludom. Radi se o multi-robot sustavu koji se sastoji od velikog broja jednostavnih, fizički autonomnih malih robota. Kao i bilo koji robot, 'rojevni robot' ima dva glavna organa - hardver i softver. Softver je mozak sustava i na osnovi simulacije okruženja daje uputstva za usklađene akcije i smjerove kretanja. Može se primijeniti u razne svrhe. Najjednostavniji primjer je održavanje skladišta pomoću pokretnih samooperativnih polica.

### **Generacije robota:**

- I. generacija dostiže razinu inteligencije guštera oko 2010. godine,
- II. generacija će imati sposobnost učenja i pojavit će se oko 2020. godine s inteligencijom miša,
- III. generacija nastupit će do 2040. godine s inteligencijom majmuna,
- IV. generacija imat će ljudsku inteligenciju između 2040. i 2050. godine.

### **Potpuno autonoman robot može:**

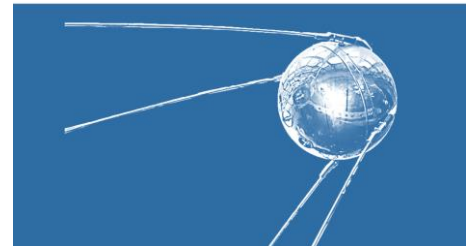
- Steći sve informacije o njegovu okruženju,
- Djelovati tijekom dužeg vremena bez ljudske intervencije,
- Pomicati se u cjelosti ili samo neke svoje dijelove kroz cijelo operativno područje bez ljudske pomoći,



- Izbjegavati situacije koje mogu naškoditi ljudima, imovini ili samome sebi, osim ukoliko to ne predstavlja dio njihove dizajnirane specifikacije,
- Autonomni robot može također saznati ili steći nova saznanja, kao što je saznanje kako se prilagoditi promjenama u svom djelatnom okruženju s novim načinima izvršenja zadataka,
- Kao i svaki stroj, robot zahtijeva redovito održavanje.

Autor prvih verzija autonomnih robota je američki izumitelj **David L. Heiserman (1979.** - samo-programirajući robot-igračka „**Rodney**“).

U posebnu vrstu robota spadaju svemirski umjetni sateliti koji služe za ispitivanje i buduću eksploataciju svemira. Rusi su krajem **1957.** godine lansirali „**Sputnik 1**“, prvi Zemljin umjetni satelit postavljen u orbitu izvan dosega atmosfere.



**Sputnik 1 – Prvi Zemljin umjetni satelit**

**1958.** godine **Explorer 1** je bio prvi američki umjetni Zemljin satelit postavljen u Zemljinu orbitu.

Daljnje lansiranje Zemljinih satelita, unaprijeđivanje raketne tehnike, pojava 'šatlova' itd. omogućilo je neviđen razvoj telekomunikacija, i nadgledanja Zemljine površine u mnoge svrhe, a potaknulo je i građenje 'Međunarodne Svemirske Postaje' (**ISS**). S tim se nećemo ovdje baviti, jer je to zasebna tematika.

Međutim, taj je događaj nagovijestio i eru istraživanja svih Sunčevih satelita i daljnji prodor u svemirski prostor, gdje je robotika došla do svoga pravog izražaja. Izgradnja i lansiranje u nisku zemljinu orbitu svemirskog teleskopa „**Hubble**“ **1990.** godine te njegova kasnija daljinski postignuta poboljšavanja omogućila su vizualni doseg do vrlo udaljenih galaktika i svemirskih tijela i pojava, s apsolutno jasnim i začudno lijepim foto-snimkama u boji.

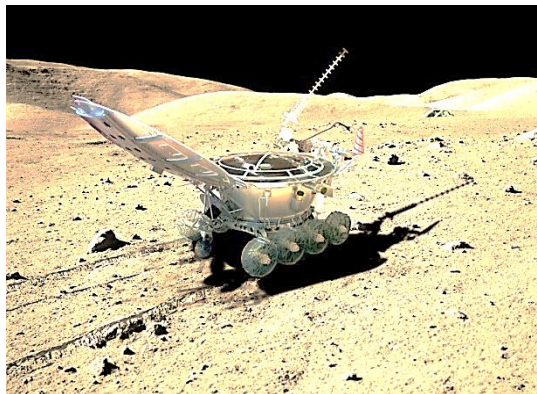
Što se tiče Sunčeva planetarnog sustava, lansiranjem raznih robotskih naprava prvo su proučavani unutarnji planeti Merkur i Venera te Mars, troje Zemlji najbližih planeta. Bile su to robotske naprave; **orbiteri**, svemirske **sonde**, samostalni **roveri** (lutajuća straživačka vozila s granom za prikupljanje uzoraka tla), a zatim i **lenderi** (prizemljivači koji se spuštaju na tlo planeta) sa roverom ili bez njega na sebi. Posebne američke svemirske sonde **Voyager 1** i **Voyager 2** korištene su za detaljno fotografiranje i proučavanje velikih vanjskih planeta Jupitera, Saturna, Urana i Neptuna te njihovih Mjesecâ i prstenova.

## **Istraživanje Zemljina Mjeseca**

U nastojanjima provedbe detaljnog istraživanja Zemljina prirodnog satelita poduzete su brojne misije, neke uspješne, a neke manje uspješne. Dosta tih misija je završilo neuspješno. To se većinom odvijalo u doba 'hladnog rata', pa su se lunarne misije pretvorile u natjecanje između tadašnjeg SSSR-a i SAD-a, što je nazvano '**svemirski hladni rat**'.

Kao dio američkog **Appolo programa** između **1968.** i **1972.** poduzete su misije s ljudskom posadom, počevši od prve takve letjelice **Apollo 8** postavljene u Mjesečevu orbitu te s letjelicom **Apollo 11**, kada su se lunarnim modulom na mjesečevu površinu spustila dva američka astronauta **Buz Aldrin** i **Neil Armstrong**, od kojih je Neil Armstrong postao poznat kao prvi čovjek koji se prošetao Mjesecom.

Dok su se Amerikanci usredotočili na Apollo program, Rusi (SSSR) su u sklopu **Luna programa** između **1959.** i **1976.** godine ostvarili veliku seriju lunarnih misija bez posade uz primjenu robotičkih letjelica postavljenih u orbitu, ili opskrbljenih s roverima i spuštanih na površinu radi sakupljanja uzoraka tla, u cilju transporta tih uzoraka natrag na Zemlju. U tom sovjetskom programu **Luna 1** je prva svemirska letjelica koja se **1959.** godine oslobodila utjecaja Zemljine gravitacije, ali nije bila uspješna jer je izletjela iz Mjesečeve orbite. Iste godine **Luna 2** je bila prva letjelica koja je stigla na površinu Mjeseca namjerno



**Lunokhod 2**

udarivši u njega, dok je **Luna 3** poslala prve slike stražnje strane Mjeseca. **Luna 9** je prva ruska letjelica koja je postigla mekano spuštanje na Mjesec i poslala crno-bijeli cirkularni stereoskopski snimak Mjesečeve površine (prva izbliza snimljena Mjesečeva panorama), dok je **Luna 10** prva letjelica koja se postavila u Mjesečevu orbitu. **Luna 17** i **Luna 21** nosile su vozilo **Lunokhod** za istraživanje Mjesečeva terena.

Važan uspjeh Luna programa postigle su **Luna 16**, **Luna 20** i **Luna 24**, a to je bila sposobnost skupljanja uzoraka lunarnog tla i povratak tih uzoraka natrag na Zemlju. Od troje takvih misija s roverima samo su dvije bile uspješne. Poduzeto je 11 pokušaja povratka uzoraka, a samo su 3 bili uspješni. Ukupno je vraćeno na Zemlju **0,326** kg tih uzoraka. Od ukupno oko 40 što javno objavljenih što zatajenih misija Luna programa samo je njih 15 bilo uspješno. Preostali pokušaji bili su neuspješni, bilo radi greške u lansiranju ili zbog kvara na letjelici. Luna misije su svakako bile prve istraživačke misije Zemljinog satelitâ s povratkom uzoraka koje su se potpuno oslanjale na suvremenu robotiku. Uzevši sve skupa u obzir, može se reći da su Sovjeti sa svojim Luna programom bili ipak prilično uspješni.

U misijama na mjesec sudjelovale su do sad slijedeće zemlje ili agencije: Sovjetski Savez, Sjedinjene Američke Države, Europska Svemirska Agencija (ESA), Japan, Indija, Narodna Republika Kina (PRC) i Izrael. Mnoge zemlje, državne agencije ili privatni poduzetnici u nastavku istraživanja Mjeseca ambiciozno planiraju slijedeće misije; orbitalne, robotičke ili s posadom, spuštanje ljudi na Mjesec, uzimanje uzoraka tla i slanje istih na Zemlju.

Međutim, mnoge od tih misija još očekuju izvore financiranja. Usput spomenimo da su Amerikanci postavili radio-teleskop **Explorer 49** u seleno-centričnu orbitu kako bi se koristio Mjesec za blokiranje radio-smetnji pristižućih sa Zemlje, a koje ometaju upravljačke signale i komunikacije.

## Istraživanja Merkura

U usporedbi s drugim planetima Merkur je vrlo nepodesan za istraživanja.

Taj je planet najbliži Suncu, a orbitiranje oko njega je dosta nestabilno. **3. studenog 1973.** NASA je lansirala „**Mariner 10**“, američku robotičku svemirsku sondu kako bi ista prolijetala pokraj planetâ Venere i Merkura. 'Mariner 10' je bio prva svemirska letjelica koja je koristila učinak tzv, „**gravitacijske pračke**“, prošavši pokraj Venere koja ga je odbacila na njegov put da postane prva letjelica koja je prelijetala u bliskoj orbiti pokraj Merkura, fotografirala površinu i obavljala razne druge istraživačke operacije.

„**Messenger**“, druga američka robotička svemirska sonda za istraživanje Merkura lansirana je u uspješnu misiju proučavanja Merkura u kolovozu **2004.** godine, opskrbljena instrumentima za istraživanje Merkurvog kemijskog sastava, geologije i magnetskog polja.

Isprva (**2005.– 2007.**) sonda je tri puta prolijetala vrlo blizu Merkura, da bi se konačno u ožujku **2011.** godine postavila u trajnu ali dosta eliptičnu orbitu oko tog planeta i postala prva svemirska letjelica koja je takvo nešto učinila.

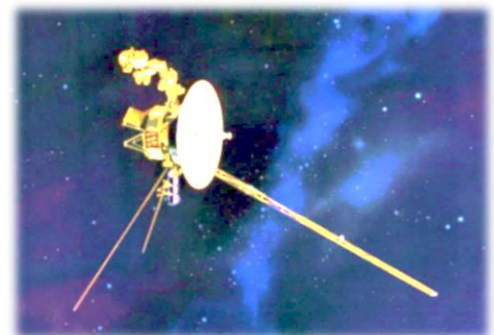


Messenger sonda u orbiti oko Merkura

**2012.** godine sonda Messenger je uspješno završila svoju primarnu misiju. Nakon dva produžavanja te misije, sonda je iskoristila ostatke goriva za manevriranje u svrhu izlaženja iz orbite. Izlaženje iz orbite postignuto je **30. travnja 2015.** kada se razbila namjernim udarcem o površinu planeta.

## Istraživanja vanjskih planeta

U misijama istraživanja vanjskih planeta Sunčeva sustava **NASA** je do sada ukupno lansirala devet svemirskih letjelica. Svih devet misija uključuju susrete s Jupiterom, a četvero njih je bilo u posjetu Saturnu. Dvoje njih je letjelo i pokraj Urana i Neptuna, a imale su prvenstveni zadatak (nepovezan s vanjskim planetima) da se proljetjevši pokraj Jupitera uz pomoć 'gravitacijske pračke' postave u međusobnu polarnu orbitu oko Sunca i Plutona, za kojeg se tada smatra-



Voyager 2



lo da je vanjski planet. Jedna je letjelica također proljetela pokraj Jupitera te se uz pomoć gravitacijske pračke postavila u orbitu oko Saturna.

Samo su tri letjelice služile kao orbiteri i to ovako: '**Galileo**' je orbitirao oko Jupitera osam godina, '**Cassini-Huygens**' je orbitirao Saturn trinaest godina, dok '**Juno**' od 2016. godine još uvijek orbitira Jupiter. U slijedećoj tabeli sažeto su prikazane sve navedene misije.

Treba još napomenuti da su svemirske sonde '**Voyager 1**' nakon proljetanja pokraj Jupitera i Saturna te '**Voyager 2**', nakon proljetanja pokraj Jupitera, Saturna, Urana i Neptuna napustile Sunčev sustav na svom putu u sve-

Sažetak poduzetih i planiranih misija na vanjske Sunčeve satelite					
Sustav Letjelica	Jupiter	Saturn	Uran	Neptun	Pluton
<b>Pioneer 10</b>	1973 flyby				
<b>Pioneer 11</b>	1974 flyby	1979 flyby			
<b>Voyager 1</b>	1979 flyby	1980 flyby			
<b>Voyager 2</b>	1979 flyby	1981 flyby	1986 flyby	1989 flyby	
<b>Galileo</b>	1995–2003 orbiter; 1995, 2003 atmosferski				
<b>Ulysses</b>	1992, 2004 gravity assist				
<b>Cassini-Huygens</b>	2000 gravity assist	2004–2017 orbiter; 2005 Titan lender			
<b>New Horizons</b>	2007 gravity assist				2015 flyby
<b>Juno</b>	2016– orbiter				
<b>Jupiter Icy Moons Explorer</b>	2022– Planirani orbiter				
<b>Europa Clipper</b>	2025– Planirani orbiter				
<b>Trident</b>	2032 Planirani, gravity assist			2038 Planirani flyby	

**Flyby** = Prelet blizu planeta    **Gravity assist** = Gravitacijska pračka

mir. Isto tako, sve su ove letjelice ili sonde potpuno autonomni roboti ili su u kombinaciji s daljinskim upravljanjem.

## **Ekspertni sustavi:**

A sada, posvetimo nekoliko riječi ekspertnim sustavima. Ekspertni sustavi kao najzastupljenije područje umjetne inteligencije definiraju se na različite načine. Po definiciji ekspertni sustavi su oni sustavi koji oponašaju znanje nekog stručnjaka. Za razliku od tradicionalnih računalnih programa, ekspertni sustavi, koji u simboličkom obliku daju prikaz ljudskog znanja u nekom području, mogu naći približno rješenje problema čak i kada podaci o problemu nisu potpuni, te mogu objasniti način na koji su došli do predloženog rješenja.

Ekspertni sustavi imaju više poželjnih osobina, od kojih većina predstavlja prednost pred ljudima ekspertima. Ekspertni sustavi su znatno dostupniji od eksperata, jer se mogu koristiti na bilo kojoj lokaciji i u bilo koje doba dana ili noći. To je vrlo važno jer u mnogim područjima ljudske aktivnosti i na mnogim geografskim lokacijama ljudskih eksperata nedostaje. Ekspertni sustavi su također znatno jeftiniji od samih eksperata.

Ekspertni sustavi imaju i povećanu pouzdanost jer ne zaboravljaju i ne prave greške zbog umora. Stoga njihova rješenja često služe i kao potvrda mišljenja živog eksperta, čime ekspertni sustavi također doprinose pouzdanosti odluka. To su sustavi koji imaju mogućnost brze reakcije na nastali problem (promjerice u slučaju opasnosti). Ekspertni sustavi nadalje daju detaljan opis postupaka zaključivanja kojima se došlo do dobivenog rezultata.

Sastavio: **Boris Abramov**

### **Izvori:**

[https://hr.wikipedia.org/wiki/Informatička\\_tehnologija](https://hr.wikipedia.org/wiki/Informatička_tehnologija)

<https://bs.wikipedia.org/wiki/Robotika>

[https://en.wikipedia.org/wiki/Mechanical\\_robots](https://en.wikipedia.org/wiki/Mechanical_robots)

<https://bs.wikipedia.org/wiki/Robot>

[https://en.wikipedia.org/wiki/Luna\\_programme](https://en.wikipedia.org/wiki/Luna_programme)

[https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_missions\\_to\\_the\\_outer\\_planets](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_missions_to_the_outer_planets)

[https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_missions\\_to\\_the\\_Moon](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_missions_to_the_Moon)

[web.studenti.math.pmf.unizg.hr/~bozana/indeks.html](http://web.studenti.math.pmf.unizg.hr/~bozana/indeks.html)

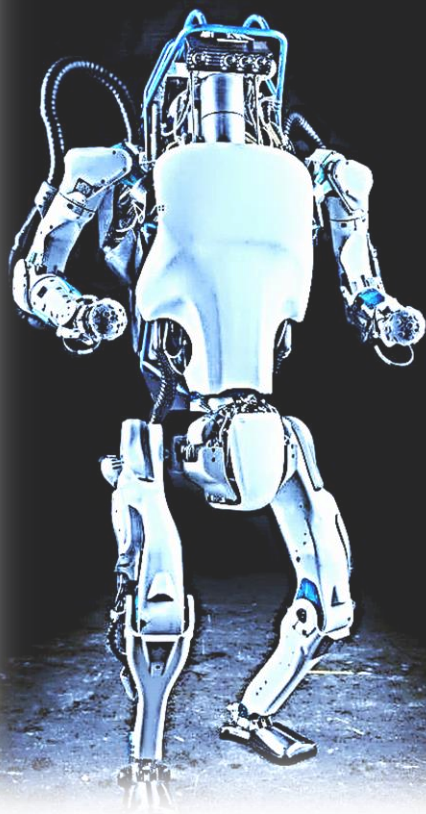
<https://www.sutori.com/story/povijest-racunala-9WGgLyN6vqmWbzUyiE5fUCNv>

[cyberneticzoo.com/cyberneticanimals/1979-rodney-self-programming-robot-david-l-heiserman-american/](http://cyberneticzoo.com/cyberneticanimals/1979-rodney-self-programming-robot-david-l-heiserman-american/)

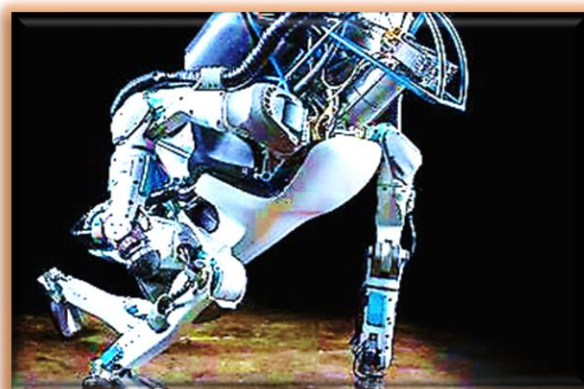
[www.lejla-bm.com.ba/PDS-Robotika/MR\\_1\\_Uvod\\_Mobilna\\_Robotika.pdf](http://www.lejla-bm.com.ba/PDS-Robotika/MR_1_Uvod_Mobilna_Robotika.pdf)

<https://www.fer.unizg.hr/predmet/ekssus>

<https://www.bostondynamics.com/atlas>



**„ATLAS“ – 1,5 m visok Search & Rescue humanoidni robot s 26 zglobova, hidraulična aktivacija, opažanje pomoću Lidara i stereo vizije**



**Images Credits: [boston.dynamics.com](http://boston.dynamics.com), : [steemit.com](http://steemit.com)**



## „Power-to-X“ igrati će jednu od ključnih uloga u ubrzavanju procesa energetske tranzicije

Tehnološka grupacija **Wärtsilä Corporation** je jedan od jedanaest osnivačkih članova međunarodne koalicije posvećene ubrzavanju energetske tranzicije u industrijama prijevoza i logistike.

Cilj ove koalicije je pokretanje razvoja izvorâ energije i tehnologijâ kako bi se zauzdalo globalno zatopljenje, smanjilo zagađivanje zraka i zaštitila biološka raznolikost. Članovi će udružiti njihove R&D nastojanja u potrazi za troje ključnih ciljeva i to:

- Otvoriti mnogo širi portfelj izvora čiste energije,
- Smanjiti utrošak energije po kilometru za prevezena dobra,
- Eliminirati značajan dio štetnih emisija koje se puštaju u atmosferu.

**Saara Kujala** vodi komercijalni razvoj u sektoru „**Wärtsilä Energy**“ i sa svojim timom je oblikovala širom svijeta preko 150 sustava snage. U tranziciji prema 100% obnovljivoj energiji ona vidi rastuću ulogu '**Power-to-X**' (**P2X**) tehnologijâ.

*„U javnosti postoji dosta zanimanja o tome kako će Covid-19 pandemija utjecati na razvoj 'P2X' tehnologija i ekonomiju vodika, ali više ni u kojem slučaju nije moguće odbaciti tehnologiju kao pretjerano naglašen koncept“ - kaže Saara Kujala.*

U jednom intervjuu na pitanje kako ona vidi ulogu vodika kao budućeg goriva odgovara ovako:

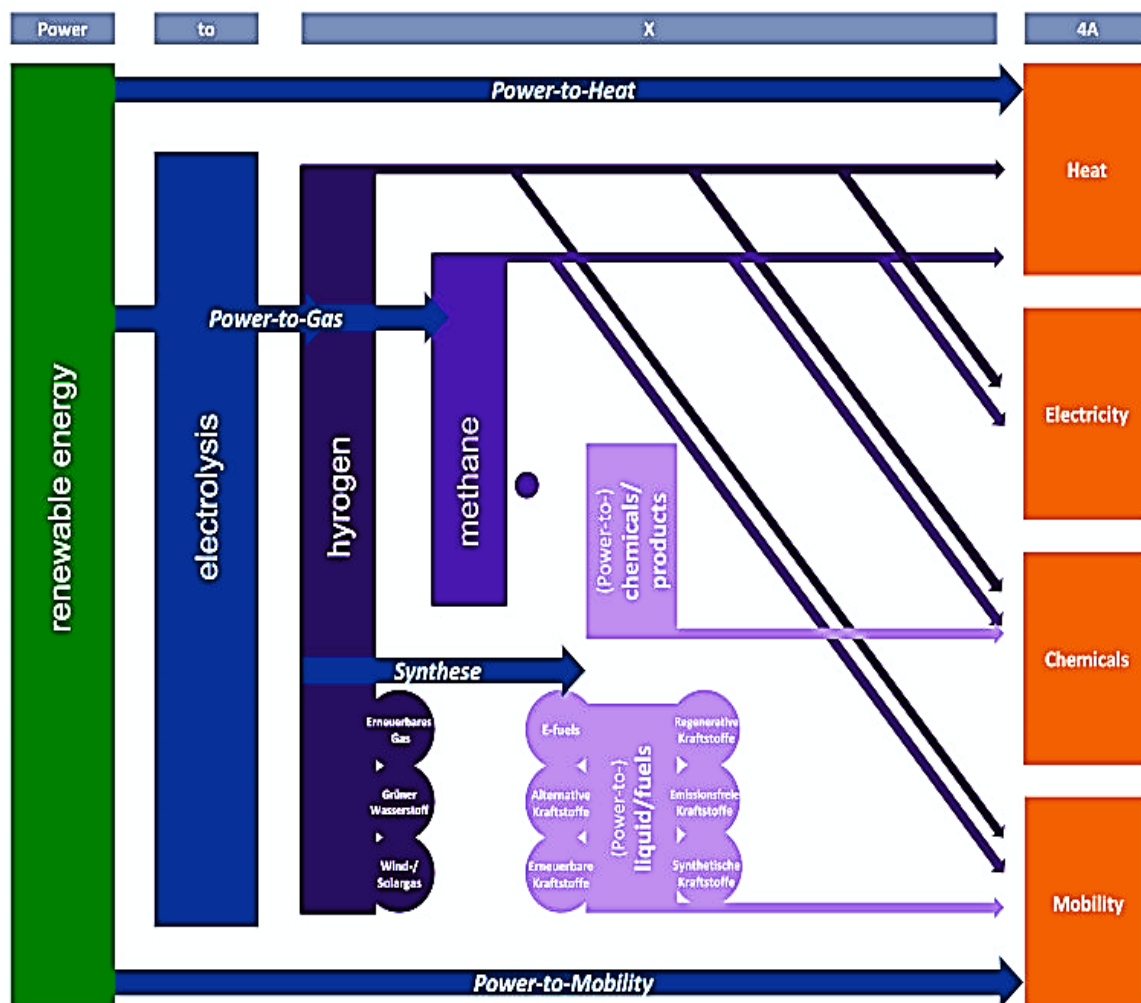
*„Vodik se može koristiti kao takav u mnogim primjenama, ali što je najvažnije vodik je osnovni građevni blok za druga ugljično neutralna sintetska goriva koja su potrebna u de-karbonizaciji proizvodnje energije. 'P2X' tehnologije se mogu koristiti za proizvodnju zelenog vodika, ali isto tako i sintetskog metana, metanola, amonijaka, kerozina, benzina i dizela“.*

*„Vizija ekonomije vodika je korištenje zelenog vodika kao goriva za industriju, proizvodnju električne snage, grijanje i prijevoz. Vodik će se također koristiti kao sirovina za proizvodnju drugih sintetičkih, ugljično neutralnih goriva radi lakše pohrane i da bi se izbjegle znatne investicije u infrastrukturu vodika. U budućnosti obnovljivi energetske sustavi (vodik i druga ugljično neutralna goriva) mogu zamijeniti, na primjer, benzin kao gorivo za prijevoz, ili prirodni plin za proizvodnju električne snage“ - dodaje Saara Kujala.*

Ekonomija vodika će stimulirati ekonomski rast i stvoriti nova radna mjesta kad nova ugljično neutralna goriva počnu zamjenjivati fosilna goriva.

Na upit do koje se mjere postojeća infrastruktura može koristiti za 'P2X' goriva, Saara Kujala odgovara ovako:

*„Čisti vodik će trebati novu infrastrukturu - kao što su cjevovodi, skladišta, strojevi spremni za izgaranje vodika i plinske turbine - i trebati će dosta vremena za dizajn i stavljanje u uporabu. Druga 'P2X' goriva mogu se koristiti u postojećoj infrastrukturi i prema tome brža su za primjenu te doprinose ubrzanju de-karbonizacije. Međutim, troškovi proizvodnje takvih goriva su viši s obzirom na veći broj procesnih koraka u usporedbi s vodikom“.*



Ilustracija 'Power-to-X' procesa, proizvoda i primjena, © WZB

### Objašnjenje sitnih nečitkih slova:

**Hydrogen Synthese:** (Power to liquid/fuels) = E-goriva, regenerativna goriva, alternativna goriva, goriva nultih emisija, obnovljiva goriva, sintetska goriva

Na upit postoji li značajan tržišni potencijal za 'P2X' goriva Saara Kujala odgovara:

„Potencijal je ogroman. Ciljevi zaštite okoliša trebaju se brzo dostići, a 'P2X' goriva mogu ubrzati de-karbonizaciju u svim sektorima. S obzirom da sve više zemalja stvaraju planove za ugljično neutralno društvo, potrebno je poduzeti mjere za pronalaženje alternativa fosilnim gorivima u prijevozu, industriji i sektoru snage.

Kad bi već danas svijet bio građen tako da ga pogoni 100% obnovljiva električna struja, optimalna mješavina kapaciteta bila bi s oko 900 GW 'P2X' goriva, proizvođači dovoljno sintetskog metana koji bi se koristio u postrojenjima električne snage zasnovanim na fleksibilnim strojevima i služio za sezonsku podršku i sustavnu pouzdanost“.

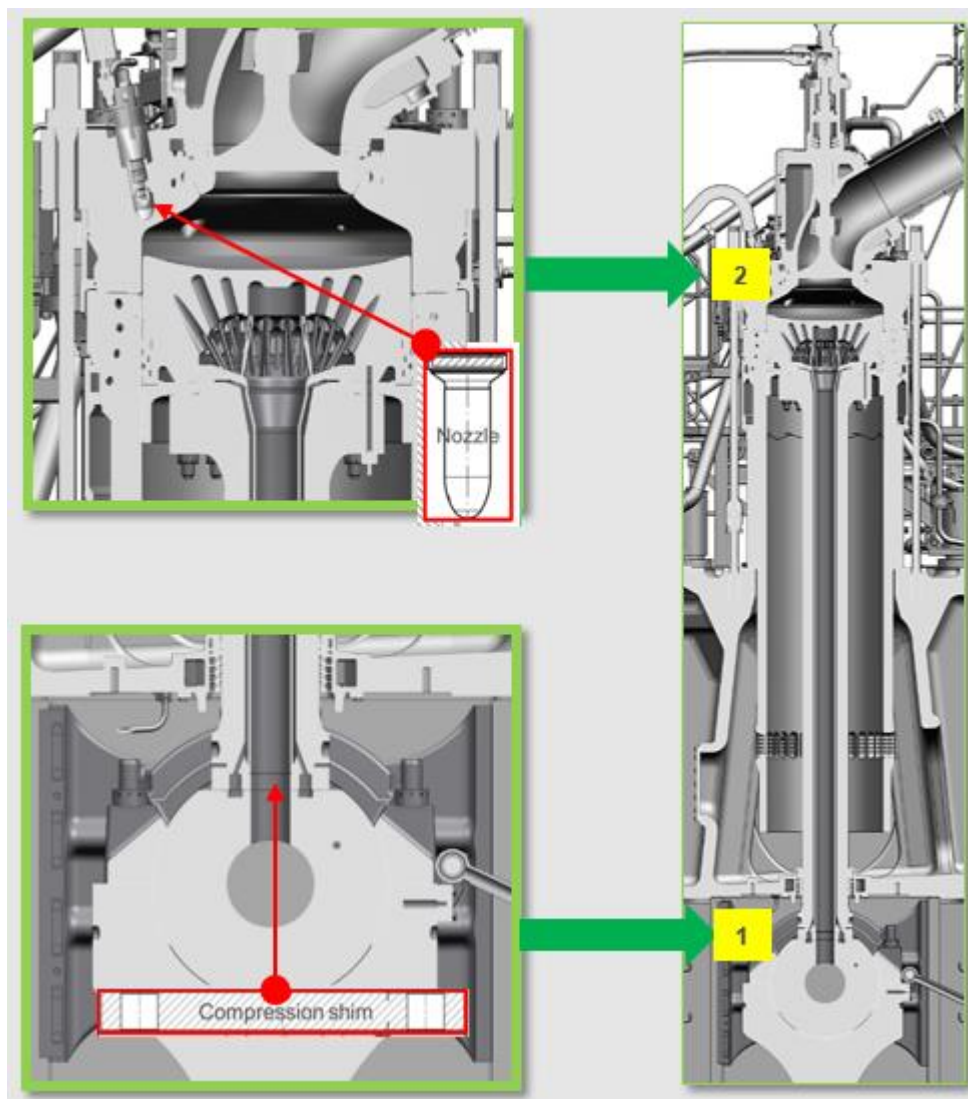
Na upit koliko su 'P2X' goriva prihvatljiva sa ekonomskog gledišta Saara Kujala kaže:

„Ekonomična prihvatljivost takvih goriva proizlazi iz tri glavne činjenice. Prvo, dostupnost jeftinog obnovljivog elektriciteta je presudno, jer 'P2X' procesi traže obnovljivi

elektricitet kao osnovnu sirovinu. Drugo, da se postane konkurentnim potreban je brz pad cijena procesne opreme. Ima puno potencijala za smanjenje cijena procesne opreme. Ali, da bi se pokrenula ta industrija potrebne su financijske potpore za početne projekte. I treće, potražnja za sintetskim gorivima treba biti pokrenuta kroz regulativu koja zahtijeva korištenje obnovljivih goriva. Istovremeno, povećanje cijena fosilnih goriva treba provesti kroz veće oporezivanje CO<sub>2</sub> emisija, kako bi se smanjila razlika u cijenama između fosilnih i sintetskih goriva<sup>4</sup>.

## Pojačanje učinkovitosti sagorijevanja goriva

Wärtsilä „Fuel Efficiency Boost – FEB“ je dobro uravnotežena kombinacija povećanja omjera kompresije i modificiranih sapnica ubrizgavanja. Zajedno s optimiziranim parametrima podešenosti motora, to omogućava uštedu goriva do 4%.



Credits: wärtsilä.com

## 5 tehnologija koje mijenjaju budućnost obnovljive energije<sup>4</sup>

<sup>4</sup> U engleskom **energija (power)** se uobičajeno odnosi na **električnu snagu**



## Tržište obnovljive energije se mijenja zahvaljujući padajućim cijenama i povećanim zahtjevom za čistim energetske izvorima. Navest ćemo pet tehnologija koje će utjecati na industriju u bliskoj budućnosti.

Pojava obnovljive energije preinačila je svjetska tržišta tako da se promjene nastale obnovljivom energijom nastavljaju s neočekivanom brzinom. Neke od ovih promjena su nastajale postupno, a neke su se javile iznenadno. Ostale se tek sada pojavljuju i njihovo značenje još nije šire shvaćeno. Ovdje navodimo pogled na pet najvažnijih trendova i tehnologija u obnovljivoj energiji. Neke od njih su radikalno preoblikovale energetske tržište, dok se druge u godinama koje dolaze spremaju da uzburkaju to tržište.

### 1. Vjetar i Sunce



Credits: [civilnodrustvo.hr](http://civilnodrustvo.hr)

Za većinu ljudi vjetrene turbine i solarni paneli predstavljaju koračanje prema naprijed u obnovljivoj energiji. Izvori te energije vidljivi su u mnogim ruralnim krajolicima i priobalnim plićinama. Ti su izvori imali najveći utjecaj na preobražaj tržišta zbog toga što su uzrokovali vrlo brz pad troškova proizvodnje elektriciteta. Prema 'International Energy Agency – IEA' već u 2024. godini očekuje se proizvodnja električne struje u količini od 30% ukupno proizvedene energije u svijetu, a najviše u tome sudjeluju solarni i vjetreni projekti.

Hrvatska u svojoj regiji najviše koristi energiju vjetra i sunca, s 5.5% električne energije proizvedene iz energije vjetra u 2014. godini. Iste godine proizvedena električna energija iz sunčeve energije iznosila je 35 GWh – međutim, to ostaje i dalje samo malen dio našeg stvarnog potencijala.

### 2. Elektrifikacija



Tesla" Roadster - Image credits: [autoevolution.com](http://autoevolution.com)

Stručnjaci se slažu da će u narednim dekadama elektrifikacija ubrzati pomak prema obnovljivim izvorima energije. Elektrifikacija europske industrije na bazi obnovljive energije omogućit će tom kontinentu da u 2050. godini smanji za 90% emisije ugljičnog dioksida. Taj trend već je započeo. Primjerice, u Francuskoj Wartsilä i „Pivot Power“ instaliraju po prvi put u svijetu prenosno povezano energetske skladište prikladne sna-

ge od 100 MW koje će služiti kao nacionalna mreža za brzo punjenje baterija električnih automobila.

Osim toga elektricitet će se koristiti i u drugim primjenama, uključujući proizvodnju vodika putem elektrolize vode, recikliranje ugljičnog dioksida zarobljavanjem iz zraka, a i dušik za gnojiva će se proizvoditi izvlačenjem istog iz zraka. Potražnja za elektricitetom u europskim zemljama povećat će se za 3 – 4 puta, a cijene će pasti zahvaljujući bujanju obnovljive energije. Prebacivanje na elektrifikaciju je ključno za de-karbonizaciju ekonomije. U tome postoje i druge manje uočljive blagodati, uključivši i poboljšanu energetske sigurnost (neovisnost o izvoznicima fosilnog goriva) i bolju kvalitetu urbanog zraka.

### 3. Power-to-X

Jedna od novih tehnologija koji mijenjaju igru je „Power-to-X“ ili skraćeno „P2X“, izraz pod kojim se stoje razni procesi koji pretvaraju elektricitet u toplinu, vodik ili obnovljiva sintetska goriva. P2X nudi značajnu prigodu da se ubrza pomak u smjeru obnovljivosti pojačavanjem proizvodnje sintetskih goriva te da se ubrzano smanjuju emisije fosilnih goriva u raznim područjima od čelične industrije i proizvodnje hrane do kemijske industrije i industrije gnojiva. Ova tehnologija isto tako može imati ključnu ulogu u rješavanju izazova dugotrajne pohrane energije reguliranjem uspona i padova u dobavi iz obnovljivih izvora. P2X je potreban jer re-investiranje u čitave infrastrukture i tehnologije (zrakoplovstvo, brodarstvo, teški poslovi pa čak i električni automobili) nije u potpunosti moguće u samo par nadolazećih desetljeća, tijekom kojih se treba ostvariti ta tranzicija.



Credits: [tricklabor.com](http://tricklabor.com)

### 4. Decentralizirana proizvodnja električne energije

Tiha revolucija na polju obnovljivosti je povećavajuća prihvatljivost i popularnost takozvane de-centralizirane proizvodnje električne struje. To predstavlja lokalnu proizvodnju bilo u maloproduktivnom ili u komercijalnom području: od solarnih panela na privatnim domovima do tvornica koje rabe kombinirane toplinske i električne sustave.

Mnoge prednosti proizlaze povećanom primjenom decentralizirane proizvodnje, od smanjenja ovisnosti o velikim centralnim sustavima proizvodnje do povećanja mrežne pouzdanosti i činjenja izvora malih količina proizvodnje struje održivim. Kada se takvi izvori kombiniraju s 'pametnim mrežama' koje s računalima reguliraju fino podešenu transmisiju, decentralizirana proizvodnja je još više učinkovita. Prema jednom predviđanju tržište decentralizirane proizvodnje doseći će godine 2026. vrijednost od 147 milijardi eura.

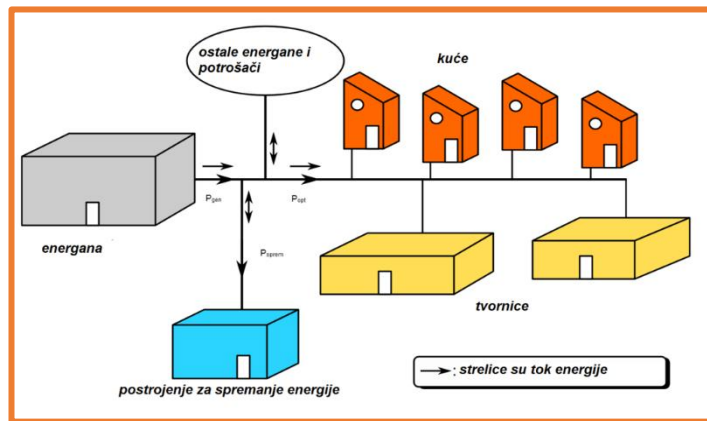


2010. - Španjolska lokalna mala vjetroturbina

Author Patrick Charpiat (Own work)

## 5. Spremanje energije

Spremanje energije iz električne mreže biti će u sustavima potrebno zbog promjenjive vjetrove i solarne proizvodnje. Energija se sprema za vrijeme kad proizvodnja nadmašuje potrošnju, a rezerve se koriste kad je potrošnja veća od proizvodnje. Neka od rješenja koja će se primjenjivati u narednim godinama uključuju vodne akumulacije, baterije, električna vozila, komprimirani zrak, P2X goriva, reverzibilne hidroelektrane,



**Spremanje energije – Credits: wikipedia.org**  
**Autor: Wikichesterdit**

vodik, sezonska skladišta toplinske energije i supravodljiva magnetska energija. Na ovaj se način proizvodnja električne struje ne treba drastično povećavati ili smanjivati prema zahtjevima potrošnje nego se održava na ravnomjernoj razini.

Spomenimo i Wärtsilä **GEMS** 'pametnu' tehnologiju menadžmenta energije koja u jednom portfelju optimizira višestruke tehnologije. Prednost spremanja (pohrane, skladištenja) je u tome što se energanama na fosilna goriva (ugljen, zemni plin, nafta) može lakše i učinkovitije upravljati na konstantnim razinama proizvodnje.

Zanimljiva je mogućnost korištenja električnih i hibridnih vozila za pokrivanje vršnih opterećenja. Parkirano vozilo s punim baterijama spojeno na mrežu moglo bi prodavati struju iz baterija za vrijeme velikog opterećenja mreže, a puniti se noću. Još jedna metoda za skladištenje energije je korištenje viška električne energije komprimiranjem zraka, obično u starom rudniku ili u nekoj drugoj nepropusnoj geološkoj kaverni. Kad je potreba za energijom visoka, komprimirani zrak se zagrije s malom količinom plina i prolazi kroz turbinu te proizvodi struju. Pogledajmo, i teški zamašnjak nekog stroja ubrzan elektromotorom može također nakratko raditi kao generator usporavajući time stroj, ali i proizvodeći struju zahvaljujući pohranjenoj kinetičkoj energiji.

### Održavanje brodskih strojeva i sustava na temelju podataka („Data driven maintenance“)

Promišljanje o pružanju kraćeg, a ne duljeg dozvoljenog vremena za održavanje na skupim i kompleksnim sredstvima kao što su brodski strojevi bilo bi nezamislivo, zar ne? Ipak, s pouzdanim podacima i tehnologijama u pravim rukama to je izvedivo, što znači velike dobitke na fleksibilnosti, uštedi troškova i učinkovitosti.

**Tage Clockars**, Glavni menadžer, Prodaja Sporazuma, „**Wärtsilä Marine Power**“ u detalje objašnjava funkcioniranje i primjenu održavanja brodskih strojeva temeljeno na podacima.

On kaže kako se danas osim '**Data driven maintenance**' naokolo motaju mnogi izrazi, kao što su 'Dynamic maintenance planning', 'Predictive and condition-based maintenance' ili slično, pa se lako naći zbunjen oko toga što ti izrazi stvarno znače u praksi. Nedvojbeno je da danas 'Data driven maintenance' zajedno s de-karbonizacijom stoje na vrhu liste tema u brodarскоj industriji. To nije iznenađenje s obzirom da obećava vlasnicima i operatorima uštedu troškova i veću fleksibilnost.



Vrlo jednostavnim riječima **Frank Velthuis**, Direktor, **Digital Product Development**, (Wärtsilä Marine Power) kaže da 'Data driven maintenance' uključuje 'Kontrolni sustav stroja', a zatim osigurava spojivost za slanje podataka koje sustav stvara te koristi pravila inteligencije i analitike zasnovane na 'Umjetnoj Inteligenciji - AI' i stručnoj ekspertizi, da bi se na osnovi toga izradile preporuke. U prošlosti su se prijašnji podaci provjeravali jednom mjesečno; danas se može surađivati s Upraviteljem stroja na brodu u isto vrijeme kada se stvaraju rezultati analitike.

Velthuis nadalje ističe da su današnje predviđajuće ponude službe održavanja više unaprijeđene i sposobne su daleko brže i točnije otkriti anomalije u strojnim parametrima. Pravovremena detekcija je ona odlika gdje 'Data driven maintenance' stvarno dolazi do svog izražaja. Rano otkrivanje najsitnijih anomalija pomaže u izbjegavanju skupih posljedica. Primjerice, otkrivanjem malog otklona tlaka na ulazu mazivog ulja u turbopuhalo, uspješno je kao uzrok toga ustanovljen pokvareni ležaj na kompresoru turbopuhala; pravovremenom izmjenom ovog jeftinog ležaja izbjegnute su katastrofalne posljedice. Velthuis još navodi slučaj ranog otkrivanja malog curenja goriva u sustav ulja za podmazivanje stroja. Prijašnjim načinom to ne bi bilo otkriveno prije nego bi temperatura ulja premašila određenu granicu i prouzročila oštećenja većine ležajeva u stroju. Rano i brzo rješavanje ovog kvara izmjenom nekoliko jeftinih brtvila daleko je bolja opcija nego izvođenje vrlo skupih popravaka i gubitak prihoda koji bi time bio izazvan.

Može se raspolagati sa svim podacima stroja koje možemo zamisliti, ali u osnovi sve to predstavlja bezvrijedno sredstvo bez pravog softvera i ekspertize kako bi se ustanovio smisao svega i stvorili zaključci. Analiza podataka stroja radi se prema skupu pravila utemeljenih na Wärtsilinoj ogromnoj bazi instaliranih podataka i dubokom '**OEM - Original Engine Manufacturer**' strojarskom znanju. Wärtsilä također koristi umjetnu inteligenciju (AI) za modeliranje ponašanja stroja i automatiziranje otkrivanja anomalija. Stroj može dnevno generirati 20 – 30 MB podataka. Godine 2009. transmisija 1 MB podataka koštala je 12 US\$. Danas je to uređeno tako da se plaća paušalna pristojba što je daleko jeftinije. Kada se točno zna što se događa sa strojem, u svrhu uštede troškova može se skrojiti plan popravka koji uzima u obzir poslovne planove brodovlasnika i predstojeća putovanja broda.

Klockars napominje da je, uz odobrenje klasifikacijskih zavoda i osiguravatelja, davanjem i obradom podataka postignuto da se vrijeme između redovnih pregleda utrostruči s oko **8.000** sati u **1990.** godini na današnjih oko **24.000** sati. Danas imamo pojedine strojeve koji troše plin ili dizel, a koji su dosegli vrijeme između redovnih pregleda od čak **32.000** sati.

## **Bunkeriranje brodova vodikom stvorenim elektricitetom s plutajućeg solarnog otoka ?**

S gledišta nizozemskih „**SolarDuck**“ i „**Voyex**“ to će se i ostvariti. Prototip takvog solarnog otoka bit će uskoro izložen na **Waal**u pokraj **IJzendoorna**. Provincija **Gelderland** podupire ovu inovaciju sa subvencijom od 35.000 eura. „**Dekker**“ će omogućiti projekt ponudom prostora lokacije.

Ispitna postava na Dekkeru u IJzendoornu bit će prva takve vrste u Nizozemskoj. SolarDuck će isporučiti solarni otok s 4 povezane platforme koje nose 39 solarnih panela svaka. Takav otok proizvodi 65 kW maksimalne snage. Ove modularne platforme su podešene tako da izdrže grube uvjete uzburkanog mora, a na Waalu će biti ispitane na učinke jakih struja i velikog vjetera. Početkom travnja kompletan solarni otok bit će otegljen uzvodno od Gorinchema do Dekkerove riječne luke u IJzendoornu, što je sam po sebi jedinstven pothvat.



Image credits: SolarDuck / Voyex

Ploveći solarni otok napajati će postrojenje za elektrolizu vodika od 10 kW. Proizvedeni vodik se onda povezuje na „**Liquid Organic Hydrogen Carrier – LOHC**“, tekućinu sličnu ulju koja služi kao vezno sredstvo ili nosač proizvedenog vodika. Ovo vodik-ulje može se premještati na sobnoj temperaturi, pod istim atmosferskim uvjetima kao i, recimo, dizel gorivo. Kao dio postave testiranja treba ispitati da li je način kojim se vodik oslobađa iz ulja i nakon toga izgara u strojevima koji proizvode električnu struju na brodu, da li je taj način učinkovit i da li se odvija onako kako je predviđeno. Nosivo ulje treba se ponovno vratiti radi daljnjeg korištenja. Sve to znači da, ukoliko se testiranja pokažu uspješnima i ako ih bude ispeglaju manji nedostaci, čitava će energetska mreža uključujući i plovidbu pogonjenu vodikom biti nadohvat ruke. Ukupna investicija u ovaj projekt iznosi 1 milijun eura. Projekt je prikladno nazvan „**The Attol**“ po uzoru na poznati film „**Waterworld**“.

## Znanstvenici poduzimaju korake prema čistoj i više održivoj proizvodnji vodika

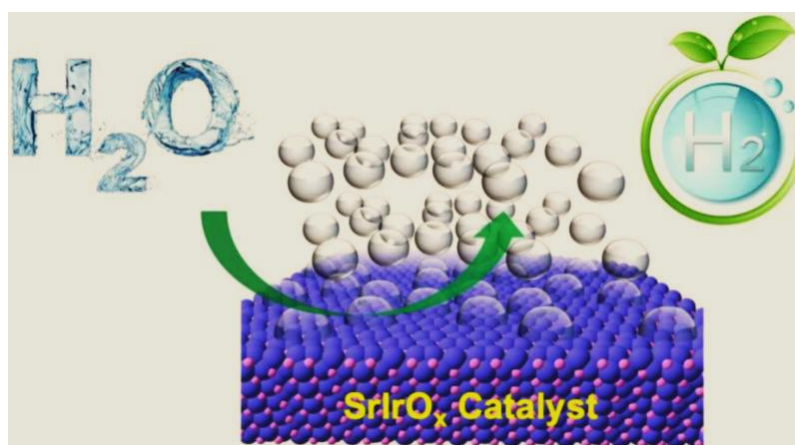


Image Credits: oregonstate.edu

Vodik se nalazi na Zemlji u širokom rasponu spojeva, najčešće spojen s kisikom kako bi tvorio vodu te igra mnoge znanstvene, industrijske i energetske uloge. Isto tako javlja se i u obliku ugljikovodika, u spojevima koji se sastoje od vodika i ugljika, kao što je, primjerice, metan - primarna komponenta prirodnog plina.

**Zhenxing Feng**, profesor kemijskog inženjeringa na „Oregon State University – OSU“ koji je vodio ovo istraživanje ističe slijedeće:

*„Proizvodnja vodika je dosta važna u mnogim vidovima našeg života, kao što su gorivne ćelije za automobile, ili proizvodnja mnogih korisnih kemikalija kao što je, recimo, amonijak. Vodik se također koristi i u rafinaciji kovina, za proizvodnju sintetički proizvedenih materijala kao što su plastike i za sijaset drugih namjena“.*

Prema američkom 'Department of Energy', SAD proizvodi većinu svog vodika iz metanskog izvora kao što je prirodni plin pomoću tehnike poznate kao '**steam-methane reforming**'. U tom procesu metan se podvrgava stlačenoj pari uz prisustvo katalizatora, što stvara reakciju koja proizvodi vodik i ugljični monoksid te malu količinu ugljičnog dioksida. Slijedi korak nazvan '**water-gas shift reaction**' u kojem ugljični monoksid i para reagiraju uz različite katalizatore i stvaraju ugljični dioksid i dodatni vodik. U zadnjem koraku nazvanom '**pressure-swing adsorption**', uklanjaju se ugljični dioksid i druge nečistoće, ostavivši iza sebe čisti vodik.

Zhenxing Feng dodava slijedeće:

*„Ako s klasičnim reformiranjem prirodnog plina usporedimo korištenje elektriciteta iz obnovljivih izvora za cijepanje vode radi dobivanja vodika, onda je proces cijepanja vode čišći i više održiv. Međutim učinkovitost cijepanja vode je niska, poglavito radi visokog preko-potencijala ('**overpotential**') – to jest razlike između stvarnog i teoretskog potencijala neke elektrokemijske reakcije – jedne od ključnih **polu-reakcija** prilikom reakcije stvaranja vodika (**Oxygen Evolution Reaction** ili **OER**)“.*

Objasnimo malo bolje neke izraze: '**Overpotential**' je margina između teoretske voltaže i stvarne voltaže potrebne da uzrokuje elektrolizu – kemijsku reakciju izazvanu primjenom električne struje. '**Polu-reakcija**' je bilo koja od dvije '**red-ox**' (**reduction-oxidation**) reakcije, u kojima se elektroni prebacuju između dva reaktanta. Redukcija se odnosi na povećanje količine elektrona, a oksidacija se odnosi na gubitak elektrona. **Elektro-katalizator** je kemijski spoj koji podržava i pospješuje kemijsku reakciju cijepanja vode snižavanjem preko-potencijala ali je kemijski neutralan i ne troši se. Ali, razvitak elektro-katalizatora visokih performansi nije lagan posao.

Zhenxing Feng i njegovi kolege iz „Oregon State University College of Engineering“ zajedno sa suradnicima s „Cornell University“ i „Argonne National Laboratory“ su koristili set unaprijeđenih alata za karakterizaciju u proučavanju razvitka strukture atoma usavršenog OER elektro-katalizatora 'strontium iridate' (**SrIrO<sub>3</sub>**) u kiselom elektrolitu.

Feng kaže: *„Htjeli smo shvatiti rekordno visoku aktivnost 'stroncijeva iridata' za OER - 1.000 puta višu nego s postojećim klasičnim katalizatorom 'iridium oksidom'. Koristeći X-ray postrojenje u 'Argonni' zasnovano na sinhrotronu i laboratorijsku '**X-ray photoelectron spectroscopy**' u „Northwest Nanotechnology Infrastructure“ lokaciji sveučilišta OSU mi smo posmatrali površinsku kemijsku transformaciju katalizatora SrIrO<sub>3</sub> od kristalne u amorfnu tijekom OER-a.“*

Feng je tome dodao:

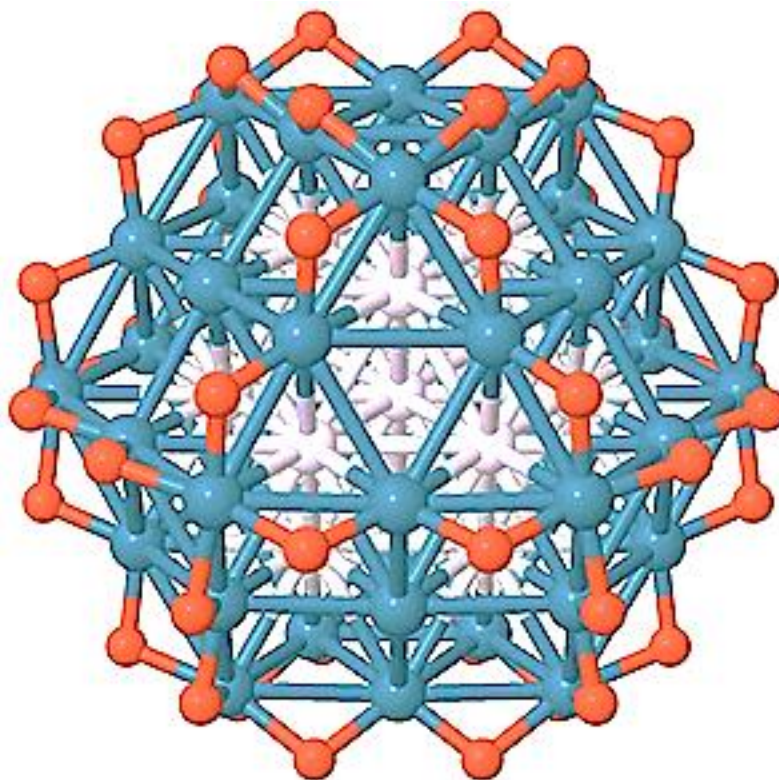
*„Opravljeno proučavanje rezultira uvidom kako primijenjeni potencijal olakšava formiranje funkcionalnih amornih slojeva na elektrokemijskim sučeljima i vodi do mogućnosti pronalazanja još boljih katalizatora“.*

Istraživači na Oregon State University (OSU) postigli su ključni napredak 'zelene kemije' u pretvaranju stakleničkog plina ugljičnog dioksida u ponovno iskoristive vidove ugljika putem elektrokemijske redukcije.



Znanstvenici u institucijama diljem svijeta od Kine, Singapura i Japana do Njemačke rade i na drugim brojnim projektima u pomorskoj industriji. Pritom se susreću s brojnim teškoćama i izazovima. U vrlo rijetkim prilikama im se i posreći, jer naiđu na takozvanu 'iglu u stogu sijena'. Vrste tih istraživanja su slijedeće:

- ✦ Razvitak visoko učinkovitog, dugotrajnog i jeftinog elektro-katalizatora koji će pojačati proizvodnju vodika kao goriva,
- ✦ Dizajniranje katalizatora za cijepanje vode korištenjem ostataka kvašćeve biomase,
- ✦ Pronalaženje katalizatora visokih performansi od samo jednog atoma za visoko-temperaturne gorivne ćelije,
- ✦ Razvitak keramičke gorivne ćelije visokih performansi koja radi na butan,
- ✦ Primjena amonijaka za gorivne ćelije,
- ✦ Svođenje na minimum štetnih emisija prilikom izgaranja amonijaka,
- ✦ Dizajniranje tehnologije sagorijevanja amonijaka u plinskoj turbini za generiranje električne struje,
- ✦ Primjena umjetnog dijamanta kao katalizatora za proizvodnju amonijaka iz dušika,
- ✦ Rad na brojnim drugim sličnim projektima u polju kopnene energetike.



Calculations show that platinum-core (gray) –palladium-shell (blue) nanoparticles are particularly stable. Hydrogen atoms (red) that adsorb to the particle surface are catalytically converted into hydrogen gas.  
Credit: 2012 A\*STAR Institute of High Performance Computing

## Izvori:

<https://www.wartsila.com/insights/article/power-to-x-to-play-key-role-in-accelerating-the-energy-transition>

[H2-international \(h2-international.com\) /2019/06/03/ What exactly is power-to-X?](https://www.h2-international.com/2019/06/03/What-exactly-is-power-to-X/)

<https://www.wartsila.com/insights/article/5-technologies-changing-the-future-of-renewable-energy>

<https://www.wartsila.com/insights/article/data-driven-maintenance-why-less-is-more>

<https://www.civilnodrustvo.hr/hrvatska-koristi...>

<https://www.wartsila.com/insights/article/data-driven-maintenance-why-less-is-more>

<https://www.wartsila.com/media/news/13-05-2020-wartsila-fuel-efficiency-boost-will-reduce-both-fuel-consumption-and-greenhouse-gas-emissions-for-four-kotc-vlccs>

<https://www.autoevolution.com/tesla-motors/roadster-2/>

<https://www.tricklabor.com/portfolio/power-to-x/>

<https://www.mandieselturbo.com/docs/default-source/shopwaredocuments/cocos-eds.pdf>

<https://www.wartsila.com/media/news/06-07-2020-wartsila-brings-its-marine-technology-expertise-to-industry-coalition-for-sustainable-future-2741869>

<https://www.marineinsight.com/shipping-news/powering-ships-by-hydrogen-refueling-at-a-solar-island>

<https://phys.org/news/2021-01-key-cleaner-sustainable-production-hydrogen.html>

by Steve Lundeberg, Oregon State University



**'Micro-gas'-turbinska jedinica za proizvodnju struje izravnim sagorijevanjem amonijaka**

**Image credits: Advanced Industrial Science & Technology – AIST, Japan**

