

# Avtonomna plovila in bodoča vloga posadke

**Dejan Žagar**

*Naslov: UL FPP, Portorož, Slovenija  
E-mail: dejan.zagar@fpp.uni-lj.si*

**Povzetek.** Besedilo želi predvsem poudariti neizogibne varnostne vidike avtonomnih plovil v prihodnje, ko bodo ta plovila že nekaj let v uporabi. Predstavljene težave s povezavami in konektorji so prisotne na vseh sodobnih ladjah, požarna varnost bo na plovilih brez posadke dobila nove razsežnosti. Posadka bo na bodočih avtonomnih plovilih še vedno potrebna.

**Ključne besede:** avtonomna plovila, učinkoviti ladijski pogoni, požarna varnost, zmanjšanje ladijske posadke

## Unmanned ships and future role of crew members

One of the major issues of the shipping companies of how to reduce their operating costs has been solved in few ways. Firstly, the engine manufacturers have developed an efficient system for controlling the large exhaust valve and injecting fuel into cylinders. The system which is quite complex, is supported by many sensors that measure the performance of each cylinder in real time. The result is a 30% lower fuel consumption at a lower and middle RPM. Secondary, the shipping companies have minimized crew costs by reducing the number of ships personnel to the minimum level still enabling vessel safe operation.

**Keywords:** unmanned ships, efficient marine diesel propulsion, fire safety, reduction of the crew costs

## 1 UVOD

Glede na avtorjeve izkušnje na vzdrževalnih oddelkih različnih vrst povsem neavtonomnih ladij trgovske mornarice bo izbira vrste pogona avtonomnih plovil nedvomno določala njihovo zanesljivost. V primerih, ko sistem ladje ne bo deloval v okvirih zelenih režimov, bodo morale biti funkcije plovila dovolj redundantne.

Vizija plovila brez posadke je usmerjena v večjo varnost, boljšo energetsko učinkovitost in posledično v manjše stroške obratovanja plovila. V današnjem času pretežni del ladjedelniške industrije, z ladijskimi arhitekti na čelu, kljub navidezni preživetosti še vedno ohranja dizelski pogon z velikimi počasnimi dvotaktnimi dizelskimi motorji, hkrati pa iščejo rešitve z nadomestnimi pogoni. Proizvajalci opremljajo nove izvedenke dizelskih motorjev predvsem z najsodobnejšo elektroniko in krmilji, ki zmanjšujejo izpuste trdnih delcev, ali pa se odločajo kar za električne pogone, ki so se v regulacijskih sistemih velikih ladij zelo izkazali.

## 2 STOPNJE AVTONOMNOSTI PLOVIL

Tveganja in nevarnosti, ki jih prinašajo nove tehnologije, so podrejene strogim okoljevarstvenim in varnostnim standardom, za kar skrbi krovna organizacija International Maritime Organization [1], ki po priporočilih klasiifikacijskih zavodov [2] oblikuje mednarodne konvencije, ki so za pomorski promet odločujoče in zelo stroge.[3]

Terminologija, ki se uporablja za opis stopnje avtonomnosti plovila, sega od stopnje AL-0, ki pomeni še popolnoma ročno upravljanje, do stopnje AL-6, ki pomeni popolnoma avtonomno plovilo, katerega sistem se na podlagi pridobljenih informacij odloča sam, brez kakršnegakoli človekovega posredovanja. [4]

Jasno opredeljena lestvica seveda ne pomeni, da bomo kmalu s sedanjih preizkusov prešli na plovila stopnje AL-6. Tega si pravzaprav ladjarji kljub vsemu še ne upajo želei, čeprav tehnologija pravzaprav že zdaj to omogoča. Rok za vpeljavo je tako kot s tehnološkimi vprašanji povezan tudi z nekaterimi ključnimi pravnimi vprašanji, na primer v zvezi z odgovornostjo lastnika in upravljavca plovila v teritorialnih vodah držav, ki niso v neposrednem odnosu z nobenim od njiju, ter seveda z vprašanjem pristaniškega pilota na krovu, ko plovilo pristaja. Do zdaj je veljalo, da se ob vplutju v pristanišče na krov vkrca tudi izkušen pilot, ki pozna lokalne razmere, da lahko svetuje poveljniku ladje, ki je v vsakem trenutku polno odgovoren za integriteto plovila s častniki in posadko na krovu vred. Za pravilno delovanje pogona in celotne strojnice skupaj z inženirji v njej pa je odgovoren upravitelj stroja (ang. Chief Engineer). Odgovoren je tudi za vse operacije v zvezi s potrebnim gorivom (ang. Bunkering), ki ga navadno pripeljejo po morju s splavom oz. baržo. Iz barže se gorivo prečrpa v velike ladijske rezervoarje.

### 3 S ČIM POGANJATI AVTONOMNO LADJO?

Pogoni današnjih trgovskih plovil in njihovi stroški daleč presegajo doseg razmišljanja upraviteljev majhnih prevoznih sredstev. Avtonomnost ladij je za ladjarje privlačna, ker prek sodobnih mehanizmov upravljanja in vodenja glavnega motorja zelo vpliva na ladjarjeve prihranke, ne samo pri stroških goriva, ampak tudi pri stroških za potrebno skupino sposobnih inženirjev, ki so trenutno še v fizičnem stiku s strojem. Velja napisano pravilo, da tovarne ladje v današnjem času praviloma poganja počasen dizelski motor, potniške pa so prešle na dizelsko-električni pogon. Razlog je zelo praktičen: zadnji ima manj neprijetnih vibracij.

#### 3.1 Stanje ladijskih pogonov

Pogon je v pretežnem delu pomorstva še ostal zvest počasnim dvotaktnim dizelskim motorjem. Izdelovalci so jih nadgradili z najsodobnejšo elektroniko in krmilniki za vse funkcije, ki omogočajo daljinski nadzor procesov v strojnici, kar jih ta hip premore trg. Eden vodilnih izdelovalcev velikih ladijskih motorjev, švicarski Sulzer, v povezavi s finsko Wärtsilä zadnjih nekaj let kroji razvojne smernice sodobnih velikih dvotaktnih dizelskih motorjev. [5,6]

Konkurenčno norveško podjetje Kongsberg, ki v skladu s smernicami sonaravnega napredka vzpostavlja standarde razvoja avtonomnih plovil, pa stavi na električni pogon ladijskega vijaka. Za velike ladje je zanimiva električno krmiljena izvedba azipod, kjer je ladijski vijak pritrjen neposredno na os elektromotorja, pri čemer menjalnik ni več potreben, smer in obrate krmilijo z razsmerniki, zaradi česar se poveča tudi izkoristek celega sistema.

#### 3.2 Zmanjševanje stroškov obratovanja

Analitiki in načrtovalci v službi velikih pomorskih podjetij so pri zmanjševanju stroškov, ki jih ladjarju povzročata obratovanje ladje, različno uspešni. Izdelovalci velikih dvotaktnih motorjev zmanjšujejo stroške z novimi tehnologijami, ki vodijo v zmanjševanje posadk.

Pogoni današnjih trgovskih ladij so v očeh navadnih smrtnikov pravzaprav nepredstavljivo veliki: pogonski ali glavni motor (ang. main engine) je visok kot trinadstropna stanovanjska hiša, tehta več kot 1000 ton, ima sedem ali več valjev s premerom po 96 cm. Bati v notranjosti valja imajo 2,5 m hoda, motor pri 98 vrt./min. in potovalni hitrosti plovila (ang. full sea speed) porabi skupaj več kot 6 ton goriva na uro, pri tem pa skozi valove požene 270 m dolgo plovilo do hitrosti 25 vozlov (45 km/h).

#### 3.2.1 Nove tehnologije vodenja motorja

Izdelovalci motorjev so razvili učinkovit sistem krmiljenja velikega izpušnega ventila ter vbrizgavanja goriva v valje. Sistemi so precej zapleteni, opremljeni s številnimi senzorji, ki v realnem času zaznavajo dogajanje v sklopu posameznega valja. Motorji dosegajo boljši izkoristek in manjšo porabo pri najmanjšem in srednjem številu obratov, kar pri velikih obratovalnih stroških ni zanemarljiv prihranek. Poraba se v primerjavi s prejšnjimi izvedbami glavnega motorja lahko zmanjša tudi za 30 %, obenem se zmanjša tudi količina škodljivih izpustov trdnih delcev. Omenjena izboljšava potencialno znižuje stroške, saj je dejansko zmanjšanje vendarle močno odvisno od režima plovbe, na katerega bistveno vplivajo vremenski dejavniki, količina tovora na krovu, izkušnost posadke in manevrske sposobnosti samega plovila. Hidravlični aktuatorji zagotavljajo glavnemu motorju zeleno zanesljivost.

Hidravlični sistemi vrste Rt flex dosegajo zadosten tlak hidravličnega olja (ang. control oil), za kar skrbita redundantni električni hidravlični črpalki, ki omogočata skupni liniji (ang. common rail) tlak 200 barov. Ko krmilnoprocesna enota, vstavljena pod vsak valj in povezana s senzorjem položaja glavne gredi (ang. crank angle sensor), zazna, da je čas za vbrizg goriva, pošlje krmilni signal na elektromehanski (solenoidni) ventil (ang. control oil rail valve). Odprtje sprosti pretok krmilne hidravlične tekočine (ang. control oil), ki na zelenem valju odpre vbrizgni ventil (ang. injection control valve), skozi katerega potisne bat (ang. fuel quantity piston) vnaprej pripravljeno količino goriva iz tlačne cevi (ang. fuel rail) pod tlakom 1000 barov v zgorevalni prostor. Glede na nastavljeno zeleno število vrtljajev motorja se po potrebi odprejo ena, dve ali tri šobe za vbrizg goriva. Bistvene prednosti sistema so zanesljivost, majhne statične napake v regulacijskih podsistemih in kratki odzivni časi uporabljenih komponent, ki morajo biti v območju pod 10 ms. Za odpiranje izpušnega ventila in mazanje motorja skrbijo na motor prigrinjene hidravlične črpalke (ang. axial piston swashplate pumps).

Za zanesljivost sistema je pomemben tudi sistem komprimiranega zraka (ang. control air, starting air), ki skrbi za krmiljenje pnevmatskih ventilov in za zagon motorja. Klasični električni zaganjalniki, ki so v navadi pri avtomobilih in tovornjakih, pri tako velikih motorjih niso uporabni zaradi konstrukcijskih razlogov, zaradi velikosti in zaradi energijske potratnosti.

Vse krmilnoprocesne enote so usklajeno povezane v aktivno omrežje. Parametre motorja, vključno z zagonom in zaustavitvijo in preglednico alarmov, lahko posadka nadzoruje ali tik ob motorju ali iz kontrolne kabine v strojnici plovila ali s poveljniškega mostu. Zaradi takšne izvedbe sistem vodenja motorja dosega stopnjo UMS (ang. Unmanned Machinery Space), kar je na današnjih klasičnih ladjah že zmanjšalo število članov posadke v strojnici na minimum. UMS od

operaterjev zahteva širšo predstavbo in osredotočenost na podatke, ki jih prikazujejo zaslone, in poudarek na usposobljenosti posadke, da v kritičnem trenutku odreagira pravočasno in na ustrezen način.

Medtem ko je prva točka zmanjšanja ladjarjevih stroškov uvajanje varčnejših pogonov, je UMS že uvod v drugo točko.

### 3.2.2 Posadka v strojnem oddelku

Zmanjšanje stroškov na račun delovne sile pri vodenju pogona ladje je drugi vir zmanjševanja obratovalnih stroškov. V pomorstvu se oziraje na področja industrije z uveljavljeno robotizacijo že dolgo povečuje naklonjenost za avtonomne in/ali daljinsko vodene ladje. Med običajnim delovanjem pogona v strojnem oddelku ladje zadostuje manjše število ljudi. Ladjarji so zaslutili, da bi z avtonomnimi ladjami lahko še dodatno zmanjšali posadko, zato tudi vlagajo precejšna sredstva v njihov razvoj. V želji po večjem dobičku in/ali manjših stroških vodijo pomorski analitiki v plačah članov posadke kot opazen del fiksnih stroškov ladjarja. Z vidika krčenja stroškov je torej avtonomnost plovila pravzaprav končna velika skušnjava ladjarjev, vendar jih pri zmanjševanju stroškov na račun posadke omejujejo konvencije o varnem upravljanju ladje (IMO - Safe Manning Convention). [7]

### 3.2.3 Posadka na poveljniškem mostu

V nasprotju s cestnim in letalskim prometom so pomorske plovne poti izjemno specifične z veliko različnimi dejavniki in parametri, katerih edina stalnica je, da se nenehno spreminjajo. Veliko ukrepov, ki jih izvajajo operaterji na ladji, je mogoče prenesti v samodejno delovanje sistemov, prav tako pa morajo biti vsa dejanja dobrega navigatorja tudi razložljiva in prenosljiva na programsko opremo s pristopom strojnega učenja. Vedno ostaja možnost nepričakovanih situacij, s katerimi se usposobljeni častnik krovne službe lahko sooča in ukrepa bolje kot stroj.

Na trgu so že tehnologije, senzorski sistemi in navigacijsko programje, ki omogočajo razvoj avtonomnih ladij, posadke so na primer že po zavezujočih veljavnih pravilih rešene plovbe s papirnati navigacijskimi kartami. [8]

Tudi vojaška industrija je že preizkusila plovilo brez posadke, vendar je znanih le malo podatkov. [9]

V Evropi prednjačijo Norvežani, kjer so komercialna plovila brez posadke tako rekoč že operativna. Tukaj omenimo predvsem ambiciozni projekt Yara Birkeland, ki naj bi stekel konec leta 2018. [10]

## 3.3 Zanesljiv zagon glavnega motorja

Iz doslej navedenih dejstev sklepamo, da avtomatizacija strojnega oddelka in samega pogona plovila poteka neprimerno počasneje in bolj humano kot sedanja avtomatizacija poveljniškega mostu, katerega

izpraznitev je predvidena že v nižjih stopnjah avtonomnosti. Izdelovalci so pri uvajanju avtonomnega pogona izbrali pot krajših korakov kot pri mostu. Avtomatizacija pogona se začne še pred začetkom delovanja motorja, zato kljub izvrstnemu elektronskemu krmilju veliki počasni dvotaktni motor še vedno potrebuje človeško roko. Za srednje hiter štiritaktni dizelski motor (720 vrt./min.), ki poganja velike ladijske generatorje, pa že smemo trditi, da podpira tehnologijo plovil brez posadke. Ta pomembni podatek močno vpliva na izbiro pogona. Trenutno načrtovalci plovil z vidika krmilja in regulacije najraje izberejo več manjših dizelskih generatorjev za proizvodnjo električne energije, ladjo pa nato poganjajo z velikimi elektromotorji.

### 3.3.1 Zagon dvotaktnega motorja

Največ negotovosti pri ladijskem pogonu vnaša že sam zagon dvotaktnega dizelskega motorja. Prisotnost človeka pri zagonu zagotavlja zadostno zanesljivost faze zagona – kljub vsem procesnim krmilnikom z najsodobnejšimi regulatorji elektronika še ni dorasla samostojnemu odločanju, še posebno ne v izrednih razmerah. Za zagon velikega dizelskega motorja je, kot smo že omenili, potreben stisnjen zrak. Torej je treba zagnati najprej mali zasilni (ang. emergency) električni generator, ki daje posadki osnovno električno energijo za pregled stanja osnovnih parametrov. Nato se zažene mali zasilni kompresor zraka, ki napolni jeklenko zraka za zagon velikih ladijskih generatorjev. Po njihovem uspešnem zagonu je na voljo že dovolj električne energije za obratovanje oljnih črpalk, mazalnega sistema, hidravličnih črpalk, velikih kompresorjev stisnjenega zraka za zagon glavnega motorja, črpalk pogonskega goriva, sistemov za pripravo in čiščenje in separacijo težkega ladijskega goriva ter seveda bojlerja za proizvodnjo pare, ki je pri takšni predpripravi goriva bistven element. Večjemu delu omenjenih opravil se je sicer mogoče izogniti, če finančna bilanca ladjarja omogoča uporabo dizelskega goriva, vendar je le-to neprimerno dražje. Ob ostrem nadzoru nad odpadno toploto se mora sistem segreti. Sistemska voda se mora segreti na temperaturo 80 °C, ki je potrebna za predsegrevanje tako rekoč vseh strojev na ladji. Potreba po veliki količini toplote za predsegrevanje tiči v velikih toplotnih zmogljivostih valjev in blokov motorjev, ki morajo biti enakomerno segreti, sicer lahko prihaja do dilatacijskih razpok in posledično do lomov. Toda obračanje gredi glavnega motorja še ne pomeni konca skrbi, saj je treba povečevanje obratov gredi motorja izvesti po posebnem algoritmu, katerega vsak izdelovalec določi po svojem sistemu. Algoritmi so si v grobem podobni: vsakih nekaj minut se sme kotna hitrost gredi povečati na vnaprej predpisano vrednost. Število potrebnih minut pa v praksi variira glede na povprečno temperaturo srajc batov motorja, glave in temperature izpuha, pri čemer ima še vedno glavno

besedo upravitelj stroja, ki je nekoč moral biti v podkrovju ladje v ropotajoči strojnici, zdaj pa odloča v udobnem naslanjaču poveljniškega mostu. In če pride do težav, sporoči navodila svojim inženirjem pod njim, ki poizkušajo napako odpraviti in/ali osamiti vsaj do naslednjega pristanišča, ko se posadki pridruži ekipa izkušenih strokovnjakov s tega področja. Ko motor doseže delovno temperaturo, ga smemo pustiti delovati popolnoma samostojno, saj zanj skrbi zaščitni sistem alarmov in senzorjev. Ta pa bo sporočil morebitno odstopanje ali potencialno napako, ki jo bo prav tako moral odpraviti človek.

Glede na zapisana dejstva o glavnem motorju se snovalci avtonomnih plovil zanašajo na električne pogone vrste azipod, ki za pogon in propulzijo plovila potrebujejo le električno energijo (slika 1).



Slika 1: Vijaka modernega električnega pogona azipod

[Vir: wikipedija – azipod propulsion system]

### 3.3.2 Zagon povsem električnega pogona

Pri električnem pogonu odpadejo vse doslej omenjene težave z nadzorom delovanja in težave zagona glavnega motorja. Odvisno od sistema so navadno vgrajeni štirje srednje hitri dizelski motorji, ki poganjajo električne generatorje. Vsak dosega moč nekaj MW, to je odvisno od velikosti in potreb plovila.

Eno prvih avtonomnih plovil, ki jih bodo začeli uporabljati v drugi polovici leta 2018, je celo povsem električno – na baterijski pogon. Yara Birkeland, dolga 70 metrov, bo kot energijsko zalogo za pogon uporabljala baterije, ki bodo teoretično dopuščale vršne obremenitve do 9 MW, kar ji bo pri hitrosti 15 vozlov (okoli 27 km/h) in s tovorom povprečno 100 kontejnerjev (do 120 TEU) omogočalo 120 km dosega z eno polnitvijo baterij. Zanimiv podatek je tudi, da zaradi lastne teže baterij ne bo potrebovala dodatnih balastnih tankov.

Kot trdijo izdelovalci [10], bodo v prvi fazi uvajanja na ladji še tehnik in serviserji. Sčasoma, predvidoma do leta 2020, bo to plovilo postalo najprej daljinsko vodeno, nato pa popolnoma samostojno. Slika 2 prikazuje tehnično zelo zahtevno navigacijo med fjordi.

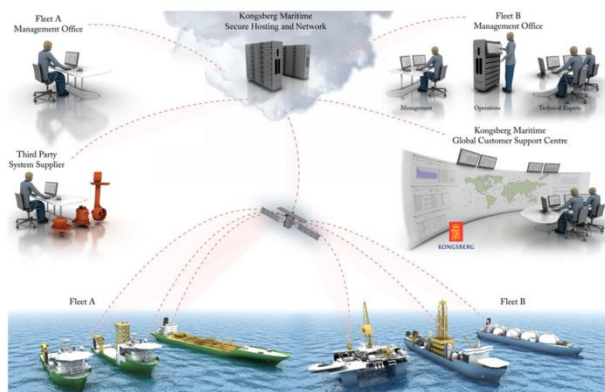


Slika 2: Predvidena plovna pot avtonomnega plovila [Vir: prirejeno po Yara Birkeland facts [10]]

Da gre razvoj resnično z velikimi koraki v smer avtonomije velikih plovil, so zatrtili pri finski Wartsili [11], ko so septembra 2017 začeli daljinsko upravljati 80-metrsko oskrbovalno plovilo Highland Chieftain. Plovilo so z upravljanjem iz nadzornega centra na obali štiri ure vodili na zeleno lokacijo blizu škotskega mesta Aberdeen. Komunikacija med plovilom in nadzornim centrom v San Diegu (ZDA), ki je bil oddaljen kakšnih 8000 km, je potekala izključno po satelitski zvezi. Preizkus so predstavili kot uspešen, poudarili pa so, da je treba še naprej usmerjati pozornost in razvoj v kibernetko zaščito (ang. cyber security), da bi se lahko uspešno izognili tovrstnemu piratstvu ter potencialnemu terorizmu. V ta namen se tudi odpirajo centri za digitalno pospešitev inovacij na inteligentnih plovilih (centri DAC), mednarodne organizacije in pomorska podjetja pa so izdali smernice za kibernetko zaščito ladijskih naprav [12].

## 4 PRILOŽNOSTI IN OMEJITVE

Iz praktičnih pogledov je strojna oprema že zdaj izdelana tako, da omogoča precejšnjo zanesljivost. Uporabljene so dovolj robustne komponente, ki omogočajo poleg varnega in stabilnega krmiljenja plovila tudi vse oblike komunikacije posadke z obalnimi centri (slika 3).



Slika 3: Sodobna komunikacija v pomorstvu [Vir: Global Maritime Communication: [www.kongsberg.com](http://www.kongsberg.com)]

Vse vitalne funkcije, kot npr. komunikacija in upravljanje pogona in krmila, so podvojene ali celo potrojene, s čimer postane redundantnost pomemben temelj varnosti plovila. Težave vedno lahko pričakujemo v nepričakovanem spletu okoliščin. Možnost težav dodatno povečuje dejstvo, da je ladijsko okolje za elektroniko izjemno neugodno.

Vroče, vlažno in slano okolje, v strojnici pa tudi oljni hlapi in nenehni tresljaji povzročajo, da elektronske kartice in tiskana vezja odpovedujejo v krajših obdobjih, kot jih predvideva njihova življenjska doba. Po izkušnjah so šibki člen kabske povezave ter spojke in konektorji. Na trgu sicer obstajajo tehnične rešitve, ki bi po zagotovilih izdelovalcev morale vzdržati tudi v najzahtevnejšem okolju, v praksi pa opažamo, da konstruktorji in razvijalci opreme, če niso ravno neposredno povezani s pomorstvom, največkrat sploh ne vedo, kako zelo je pomorsko okolje neprijazno in surovo do elektronike. Težavo z izgubljanjem stika zaradi tresljev poskušajo omiliti programsko: če pride prek takšnega slabega stika vsaj 20 % informacije, je že dovolj, da sistem pravilno rekonstruira signal in dekodira poslani podatek ter iz njega razbere informacijo. Pri neuspešni rekonstrukciji signala se lahko zgodi dvoje: ali 1. V najboljšem primeru nam sistem posreduje opozorilo, da se na kanalu dogajajo anomalije, ali 2. izgubimo stik z virom podatkov, ne da bi sistem sploh zaznal, da je kaj narobe. Nezaznana odpoved (ang. false negative) ima lahko resne in celo usodne posledice.

Blokado prenosa signalov povzroči tudi ponesrečena izbira kablov. Izolacija kablov z leti izgubi svoje nazivne lastnosti. Predvsem pomenita resno težavo neopažena poroznost in krhkost izolacije. Težave s kabli za prenos krmilnih signalov pri upravljanju z mostu lahko pri hitrih manevrih v sili in ukazu za zaustavitev ladje povzročijo veliko nevarnost: namesto, da bi se glavni motor ladje ustavil, signal za ustavitev motorja namesto na stop engine prileze zaradi poškodovane izolacije na pozicijo full ahead. Ladja se zato ne ustavi, temveč se s polno hitrostjo zaleti v pomol ali v drugo ladjo. [14]

Če pa nastane napaka na napajalnih kabljih, so posledice kratkostičnih tokov lahko še bolj katastrofalne, saj največkrat izbruhne požar, ki postane zelo obsežen in težko obvladljiv, saj po eni strani lahko izgubimo vir napajanja za celo plovilo, po drugi strani pa strupeni plini, ki se sproščajo pri gorenju takšne in drugačne plastične izolacije, izključujejo klasične oblike gašenja. Ob neprevidnem posredovanju voda praviloma poškoduje tudi tisto, kar ognju še ni uspelo uničiti. Lastniki ladij se proti težavam z lastnostmi kablov borijo na različne načine.

V današnjem času so plovila v kritični življenjski fazi zaradi pojavov večine opisanih napak stara od pet do sedem let. Ko ladje dosežejo tolikšno starost, jih dobro stoječi lastniki preprosto prodajo, da se s tem izognejo zapletom pri vzdrževanju. Tovrstni tujki v prometu skupaj z avtonomnimi plovili ne bodo sprejemljivi.

Požar na avtonomnih plovilih je nevaren zato, ker že majhni požari lahko brez ustreznega nadzora hitro prerastejo v uničujočo vihro, česar si ne želijo niti lastniki ladij, še manj upravljalci, niti lastniki tovora, niti zavarovalnice. Trenutno obstaja več vrst ladijskih sistemov za avtomatsko gašenje požarov, ki so vsak posebej dovolj zanesljivi in robustni, da zadostijo specifičnim potrebam avtonomne regulacije. Bo pa v vsakem primeru nastal velik strošek, če bo avtomatika zaradi okvarjenega senzorja, kar se na plovilih velikokrat zgodi, sprožila celoten sistem za gašenje požara s CO<sub>2</sub> v zaprtem prostoru.

Tudi zavarovalniške klavzule bodo eden od, recimo temu prikritih dejavnikov, ki bodo vplivale na to, ali bodo ladje popolnoma avtonomne, ali bo kakšen član posadke ali vzdrževalcev kljub vsemu prisoten na plovilu.

## 5 SKLEPI

Glede na naslov članka lahko rečemo, da bodo posadke na ladjah zaradi zgoraj omenjenih objektivnih razlogov zagotovo tako ali drugače še nekaj časa fizično prisotne na samih plovilih. Seveda gre razvoj strmo naprej in tehnologije narekujejo tempo življenja, vendar glede na predstavljena dejstva in javno znano stanje preizkusov zaposlenim v pomorstvu za službo kljub vsemu še ni treba biti v skrbeh.

Seveda se bo pomorstvo vsekakor v prihodnjem desetletju zagotovo prestrukturiralo in častnikov, kot jih poznamo danes, morda res ne bomo več potrebovali v tolikšni meri, kot jih imamo zdaj. Opira se nov segment sodobnih delovnih mest, pri katerih bosta strojništvo in navtika med seboj še bolj prepletena (slika 3), saj bo operater za varno upravljanje plovila, pa naj bo to na oddaljeni lokaciji ali pa v fizičnem stiku s plovilom, potreboval znanje z obeh področij.

## ZAHVALA

Na tem mestu bi se rad zahvalil profesorju Francu Dimcu za njegov pozitivizem pri nastajanju članka. Hvala.

**Dejan Žagar** je diplomiral leta 2004 in magistriral leta 2017 na Fakulteti za pomorstvo in promet Univerze v Ljubljani, kjer je od leta 2017 tudi zaposlen kot asistent. Pred tem je kot častnik služboval na različnih plovilih širom sveta. Ukvarja se z avtomatizacijo in z regulacijami.

## REFERENCES

- [1] IMO (International Maritime organisation ) 2016 »E-navigation« <http://www.imo.org/en/OurWork/safety/navigation/pages/enavigation.aspx>.
- [2] Lloyd's Register Group Limited, QinetiQ, and University of Southampton. 2015. Global Marine Technology Trends 2030. London, UK: Lloyd's Register Foundation.
- [3] Simonsen Vogtviig: Maritime law in the wake of unmanned vessel, 2017 (pdf) [https://svw.no/contentassets/f424f309bd304e99b39f11355e98571f/svw\\_maritime-law-in-the-wake-of-the-unmanned-vessel.pdf](https://svw.no/contentassets/f424f309bd304e99b39f11355e98571f/svw_maritime-law-in-the-wake-of-the-unmanned-vessel.pdf).
- [4] MUNIN, Maritime Unmanned Navigation Trough Intelligence in Networks, 2016 <http://www.unmanned-ship.org/munin/about/the-autonomus-ship/>.
- [5] SULZER open document (2017) (<http://www.sulzer.com/en/Industries/Other-Industries/Marine>).
- [6] Wartsila Marine – Rt-Flex engines (2005) (<https://www.wartsila.com/marine>).
- [7] Safe Manning Convention, IMO 2011 [http://www.imo.org/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/Documents/A%20-%20Assembly/1047\(27\).pdf](http://www.imo.org/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/Documents/A%20-%20Assembly/1047(27).pdf).
- [8] SOLAS poglavje V- dopnilo 3.
- [9] Bertram, Unmanned Surface Vehicless – A Survey (2008).
- [10] Autonomous ship project Facts about Yara Birkeland 2017 (<https://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0240.nsf/AllWeb/4B8113B707A50A4FC125811D00407045?OpenDocument>).
- [11] The digital ship: Test remote vessel control (2017) <https://thedigitalship.com/news/electronics-navigation/item/5103-waertsilae-tests-remote-vessel-control-from-8-000km>.
- [12] The Guidelines on Cyber Security Onboard Ships, Version 2.0, dostopno: <http://www.ics-shipping.org/docs/default-source/resources/safety-security-and-operations/guidelines-on-cyber-security-onboard-ships.pdf>.
- [13] Kevin Reeder, Going paperless, Dostopno: <http://www.e-navigation.com/News/going-paperless>.
- [14] Gran Canaria Ferry crash (2017) <https://www.youtube.com/watch?v=WXIRPIM-dvU>.

## VIRI SLIK

Slika 1: Vijaka modernega električnega pogona azipod [Vir: wikipedija – azipod propulsion system]

Slika 2: Predvidena plovna pot avtonomnega plovila [Vir: prirejeno po Yara Birkeland facts [10]

Slika 3: Sodobna komunikacija v pomorstvu [Vir: Global Maritime Network: [www.kongsberg.com](http://www.kongsberg.com)]