

Model autonomnih brodova u sustavu traganja i spašavanja na moru

Hajdinjak, Ivan

Master's thesis / Diplomski rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies, Rijeka / Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:187:057019>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-09-11**



Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet
University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies

Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies - FMSRI Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U RIJECI
POMORSKI FAKULTET**

IVAN HAJDINJAK

**MODEL AUTONOMNIH BRODOVA U SUSTAVU
TRAGANJA I SPAŠAVANJA NA MORU**

DIPLOMSKI RAD

Rijeka, 2023.

**SVEUČILIŠTE U RIJECI
POMORSKI FAKULTET**

**MODEL AUTONOMNIH BRODOVA U SUSTAVU
TRAGANJA I SPAŠAVANJA NA MORU
MODEL OF AUTONOMOUS SHIPS FOR THE SEARCH
AND RESCUE SYSTEM AT SEA**

Kolegij: Nove tehnologije u dijagnostici i upravljanju

Mentor: prof. dr. sc. Vinko Tomas

Student: Ivan Hajdinjak

Studijski program: Elektroničke i informatičke tehnologije u pomorstvu

JMBAG: 0112069821

Rijeka, lipanj 2023.

Student: Ivan Hajdinjak

Studijski program: Elektroničke i informatičke tehnologije u pomorstvu

JMBAG: 0112069821

IZJAVA O SAMOSTALNOJ IZRADI DIPLOMSKOG RADA

Kojom izjavljujem da sam diplomski rad s naslovom "Model autonomnih brodova u sustavu traganja i spašavanja na moru" izradio samostalno pod mentorstvom prof. dr. sc. Vinka Tomasa, te komentorstvom poslije doktoranda dr. sc. Mile Perića.

U radu sam primijenio/ metodologiju izrade stručnog/znanstvenog rada i koristio literaturu koja je navedena na kraju diplomskog rada. Tuđe spoznaje, stavove, zaključke, teorije i zakonitosti koje sam izravno ili parafrazirajući naveo u diplomskom radu na uobičajen, standardan način citirao sam i povezo s fusnotama i korištenim bibliografskim jedinicama, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Rad je pisan u duhu hrvatskoga jezika.

Student



Ivan Hajdinjak

Student: Ivan Hajdinjak

Studijski program: Elektroničke i informatičke tehnologije u pomorstvu

JMBAG: 0112069821

IZJAVA STUDENTA – AUTORA

O JAVNOJ OBJAVI OBRANJENOG DIPLOMSKOG RADA

Izjavljujem da kao student – autor diplomskog rada dozvoljavam Pomorskom fakultetu Sveučilišta u Rijeci da ga trajno javno objavi i besplatno učini dostupnim javnosti u cjelovitom tekstu u mrežnom digitalnom repozitoriju Pomorskog fakulteta.

U svrhu podržavanja otvorenog pristupa diplomskim radovima trajno objavljenim u javno dostupnom digitalnom repozitoriju Pomorskog fakulteta, ovom izjavom dajem neisključivo

imovinsko pravo iskorištavanja bez sadržajnog, vremenskog i prostornog ograničenja mog diplomskog rada kao autorskog djela pod uvjetima *Creative Commons* licencije CC BY Imenovanje, prema opisu dostupnom na <http://creativecommons.org/licenses/>.

Student – autor



Ivan Hajdinjak

Sadržaj:

SAŽETAK.....	6
SUMMARY	7
1. UVOD.....	1
1.1. PROBLEM, PREDMET I OBJEKT ISTRAŽIVANJA	3
1.2. RADNA HIPOTEZA	4
1.3. SVRHA I CILJEVI ISTRAŽIVANJA	5
1.4. ZNANSTVENE METODE.....	6
1.5. STRUKTURA RADA	7
2. SPAŠAVANJE NA MORU	9
2.1. VRSTE SIGNALA ZA POGIBELJ.....	10
2.2. TRAGANJE ZA UNESREĆENIMA.....	12
2.3. SPAŠAVANJE NA MORU	16
2.4. OTEŽANI UVJETI SPAŠAVANJA.....	21
2.5. HRVATSKA SLUŽBA ZA TRAGANJE I SPAŠAVANJE NA MORU	23
3. AUTONOMNI BRODOVI.....	28
3.1. ŠTO SU AUTONOMNI BRODOVI.....	31
3.2. VRSTE AUTONOMNIH BRODOVA	33
3.3. POSEBNO VAŽNE TEHNOLOGIJE NA AUTONOMNIM BRODOVIMA	35
3.3.1. <i>GPS sustavi</i>	<i>36</i>
3.3.2. <i>ECDIS sustavi</i>	<i>37</i>
3.3.3. <i>AIS sustavi.....</i>	<i>38</i>
3.3.4. <i>Primjena AIS sustava</i>	<i>39</i>
3.3.5. <i>Sigurnost AIS sustava kod autonomnih brodova.....</i>	<i>41</i>
3.4. AUTONOMNI BRODOVI U SVIJETU	44
3.5. AUTONOMNI BRODOVI U HRVATSKOJ	46
4. AUTONOMNI BRODOVI U SUSTAVU TRAGANJA I SPAŠAVANJA NA MORU	51
5. ZAKLJUČAK.....	54
6. LITERATURA	58
7. POPIS SLIKA.....	62

SAŽETAK

Traganje i spašavanje na moru predstavlja neke od najkompleksnijih radnji u pomorskom prometu. Često suočeni s otežanim uvjetima traganja i spašavanja, zapovjednici brodova i koordinatori spasilačkih akcija moraju imati na umu velik broj parametara po kojima će organizirati spašavanje i osigurati optimalan ishod istog.

Modeli autonomnih brodova predstavljaju jedan od najvažnijih suvremenih nastojanja u pomorskim znanostima. Od brodogradnje, pa sve do traganja i spašavanja na moru, autonomni se brodovi razvijaju s namjerom da povećaju sigurnost plovidbe, smanje kako troškove prijevoza tako i potrošnju goriva, ali i kao odgovor na manjak obrazovanog i obučenog osoblja kada je u pitanju pomorstvo kao takvo. Kada je riječ o traganju i spašavanju na moru, autonomni brodovi predstavljaju važnu inovaciju koja ima potencijala potpuno ukloniti faktor ljudske pogreške te predvidjeti neke od opasnih nadolazećih okolnosti i na taj način spasiti više ljudskih života, svevremeno štedeći na naporima, materijalima i najvažnije vremenu koje je potrebno da se optimizira ustanovljena teška situacija. Radi se o važnoj tehnologiji čiji razvoj obilježava početak 21. stoljeća u pomorstvu, a izvjesno je da će današnji studenti pomorstva imati priliku raditi na ili pri nekim od ovih brodova, s obzirom na to da se ove inovacije odnose na poboljšanje ne samo pomorstva i osiguranje ljudskih života, već i na održivost pomorske kulture, ali i pomorskog ekosustava kao takvog.

Ključne riječi: traganje na moru, spašavanje na moru, autonomni brodovi, brodovi bez posade, umjetna inteligencija u pomorstvu

SUMMARY

Search and rescue at sea represents some of the most complex operations in maritime transport. Often faced with difficult search and rescue conditions, ship captains and rescue coordinators must keep in mind a large number of parameters by which they will organize the rescue and ensure its optimal outcome.

Autonomous ship models represent one of the most important contemporary endeavors in maritime sciences. From shipbuilding to search and rescue at sea, autonomous ships are being developed with the intention of increasing the safety of navigation, reducing both transportation costs and fuel consumption, but also as a response to the lack of educated and trained personnel when it comes to maritime as such. When it comes to search and rescue at sea, autonomous ships represent an important innovation that has the potential to completely eliminate the factor of human error and predict some of the dangerous upcoming circumstances and thus save more human lives, all the while saving efforts, materials and most importantly time necessary to optimize the established difficult situation. It is an important technology whose development marks the beginning of the 21st century in maritime affairs, and it is certain that today's maritime students will have the opportunity to work on or with some of these ships, given that these innovations relate to the improvement of not only maritime affairs and insurance human lives, but also on the sustainability of maritime culture, but also of the maritime ecosystem as such.

Keywords: search at sea, rescue at sea, autonomous ships, unmanned ships, artificial intelligence in maritime affairs

1. UVOD

Napredak tehnologije u pomorstvu logično je iznjedrio neka od suvremenih rješenja u pomorskoj navigaciji, ali i organizaciji plovidbe te logistike brodova kao takvih. Rješenja za nedostatak obrazovanog pomorskog kadra, smanjenje troškova prekomorskog i osobito preookeanskog transporta te povećanje sigurnosti prilikom plovidbe samo su neki od razloga za uvođenjem sve većeg stupnja autonomnih plovila u pomorskom prometu. Iako stupanj autonomije najsuremenijih autonomnih brodova nije dosegnuo potpuni izostanak čovjeka na brodu u preookeanskoj plovidbi, danas se predviđa da je upravo to budućnost autonomnih brodova kao takvih. Krajnji je cilj kada se govori o autonomnim brodovima – omogućiti da računalni sustavi i osobito umjetna tehnologija u potpunosti preuzmu kontrolu nad suvremenim plovilima uz minimalna ulaganja ljudskog kadra koji će, predviđaju pomorci, uvijek ostati neizostavni dio pomorske kulture i poslovanja.

Istina je da je priča o autonomnim brodovima kompleksna i da nije izgledno da će uskoro doći do potpune autonomije brodova. Također, jednom kada se ovo i dogodi, bit će potrebno urediti mnoge zakonske i administrativne regulacije, a s obzirom na internacionalno poslovanje i pomorski promet: bit će potrebno izvršiti mnoge vrste standardizacija, kako one generalne, tako i osobito one partikularne koje se tiču samog ponašanja na brodu i/ili oko njega, tijekom nekog od njegovih radnih procesa u kojem je ipak potreban čovjek. Konačno, ljudski se faktor ne može izuzeti iz konteksta pomorstva jer se smatra da će uvijek biti potrebno nadgledati pomorske procese od strane ljudi. Autonomni brodovi, koliko napredni bili, ipak vidljivo predstavljaju velike izazove u kontekstu interdisciplinarnog djelovanja. Osim pravnog aspekta, bit će potrebno osigurati odnosno zaštititi računalne sustave koji omogućuju računalne operacije ovih brodova, ali i opremiti kopnene jedinice koje će i same, smatra se, postati sve više automatizirana mjesta ne upravljana, već nadgledanja od strane čovjeka.

Traganje i spašavanje na moru sastoji se od kompleksnog niza protokolarnih aktivnosti kojima se nastoji u što kraćem vremenu i na što sigurniji način otkloniti po život opasne uvjete u kojima se određeno plovilo našlo. Traganje na moru osobito je zahtjevno zbog često velikog prostora koje potraga treba obuhvatiti te se stoga u ove svrhe upošljava posebno obučeno osoblje na čelu kojeg se nalazi koordinator traganja i/ili spašavanja. Jednom kada je unesrećeni brod pronađen, treba signalnim znakovima obavijestiti druge jedinice koje sudjeluju u potrazi za istim da je isti pronađen, a jednako tako treba uspostaviti vezu sa samim unesrećenim brodom kako bi se akcija spašavanja što učinkovitije izvršila. Osobito su nepovoljni otežani uvjeti koji su česti u spašavanju na moru, a koji redovito iziskuju specijalizirana plovila ili ljudski kadar kako bi se izbjeglo neželjene komplikacije.

Danas se tehnologija autonomnih brodova već koristi u zemljama kao što je Norveška, ali pomalo i u ostalim skandinavskim zemljama i to uglavnom u kontekstu kontejnerskog prijevoza. U Norveškoj koja je europski prvak u uvođenju autonomnih brodova danas plove manja autonomna plovila, a radi se o manjim teretnim brodovima koji vrše stanovite operacije unutar teško dostupnih fjordova. Ovi brodovi plove na izuzetno kratkim relacijama, čemu je razlog relativno kratak vijek trajanja napajanja za njihov pogon. Također, radi se o plovilima čija je funkcija ne samo u konkretnom poslu kojeg obavljaju već i u testiranju i optimizaciji tehnologije autonomnih brodova kao takve. Pa, iako u Hrvatskoj i uopće na Jadranu još uvijek nema ovakvih brodova u svakodnevnom pomorskom prometu, o istima se, osobito u „akademske vodama“, posebno razgovara u posljednje vrijeme, a na vidiku su i neke hvalevrijedne investicije.

Ipak, unatoč naprednosti koju autonomni brodovi predstavljaju u kontekstu traganja i spašavanja na moru, za autonomne brodove kao takve postoje stanovite bojazni, najveća od kojih je bojazan od *cyber* napada: od lažiranja vremenske prognoze, imitiranja nesreće u zlonamjerne svrhe, pa sve do tzv. *ship spoofinga* odnosno simulacije nepostojećeg broda ili više njih, autonomni su brodovi izuzetno osjetljivi na ove vrste kriminala, a s obzirom na činjenicu da se u upravljačkom smislu gotovo u potpunosti oslanjaju na računalne tehnologije koje se razvijaju izuzetno brzo, kako kod službenih instanci, tako i u kriminalnom miljeu.

Pri traganju i spašavanju na moru za autonomne brodove postoji realna i važna funkcija jer osim osiguranja ljudskih života u vidu pristupa teško dostupnim terenima, autonomni je brod moguće koristiti i u koordinacijske, ali i detekcijske (dijagnostičke) svrhe procjene terena i uvjeta na njemu, kako postojećih, tako i onih nadolazećih. Korištenje autonomnih brodova u ove svrhe zasigurno bi minimaliziralo faktor ljudske pogreške, sačuvalo ljudske živote, kao i uštedjelo na vremenu koje je potrebno za organizaciju i koordinaciju spašavanja.

Za autonomne brodove ima mjesta i na našem moru, ne toliko u kontekstu prijevoza kao što je to slučaj u skandinavskim zemljama, već se o istima govori često u kontekstu putničkog prijevoza. Nešto se manje o istima govori u kontekstu traganja za nestalima i spašavanja unesrećenih, međutim ovdje se radi o neminovnoj budućnosti upošljavanja autonomnih brodova, kako u svijetu tako i u Hrvatskoj.

1.1. PROBLEM, PREDMET I OBJEKT ISTRAŽIVANJA

Problem rada odnosi se na predmet autonomnih brodova te njihovog korištenja u vidu razvoja tehnologije, a kada su u pitanju specifične i kompleksne, više-stupanjske radnje kao što je traganje i spašavanje na moru. Iako je tehnologija potpune autonomije kada su u pitanju brodovi još uvijek u početnim stadijima razvoja, danas svjedočimo nekim odličnim primjerima projekata ostvarenih u ovom području.

Predmet ovog diplomskog rada jesu autonomni brodovi u kontekstu traganja za unesrećenima i njihovog spašavanja na moru. Unutar predmeta rada valjalo se fokusirati na spašavanje i traganje na moru kao takvo te obrazložiti stanovite uvjete spašavanja, kao i stanovite protokole, kako pomorske, tako i one pravne; kako međunarodne, tako i one domaće, a kada je u pitanju spašavanje unesrećenih na moru. Također, nastojao se dati odgovor na neka otvorena pitanja u suvremenom pomorstvu, a kada je u pitanju traganje i spašavanje na moru, s obzirom na to da se radi o vrlo kompleksnim te izuzetno

teškim i izrazito opasnim situacijama. S obzirom na specifičnu prirodu ovih situacija, potrebno im je dati specifičnu spasiteljsku pažnju.

Unutar predmeta rada ključno je bilo obrazložiti autonomne brodove, ne samo u kontekstu spašavanja, već obrazložiti njihovu glavnu svrhu. S obzirom na to da se radi o relativno novoj, a svakako jednoj od najsuvremenijih tema u pomorstvu, predmet je rada i objasniti doseg tehnologije i autonomnosti kao takve, a kada se govori o plovilima, ali i stanovite imperativne na koje se mora odgovoriti u dogledno vrijeme, a kada je u pitanju spašavanje na moru. Autonomni su brodovi tehnologija koja nije u povojima, ali još uvijek dozrijeva, a s njom zajedno i standardi koji je prate i koji odgovaraju na neke najvažnije potrebe kada je riječ o pomorskim procesima i djelatnostima koje su predviđene za autonomne brodove.

Objekt istraživanja predstavljaju raznoliki konteksti i disciplinske nužnosti koje se javljaju kod razvoja autonomnih brodova kao takvih, ali i kod razvoja tehnologija traganja i spašavanja na moru kod autonomnih brodova. U ovoj se fazi razvoja ovih tehnologija još uvijek radi o potencijalnim odnosno teorijskim istraživanjima, te nekoliko razvijenih prototipova stanovitih oblika autonomnih brodova, ali ono što se ispostavlja obećavajućim jest veliki potencijal ovih tehnologija da optimiziraju sustava traganja i spašavanja na moru te time učine velike uštede u pogledu vremena, ali i organizacije procesa traganja i spašavanja, što u konačnici ima rezultirati većim brojem spašenih života na moru, kao i spašene, ali i prigodno iskorištene imovine.

1.2. RADNA HIPOTEZA

Radna se hipoteza temelji na poimanju autonomnih brodova kao budućnosti pomorstva kao takve. U današnje se vrijeme mnogo resursa, kako znanstvenih, tako i onih ekonomskih, ulaže u razvijanje tehnologija autonomnih brodova. Pa, iako se većina ovih ulaganja odnosi na velike brodove (brodove za prijevoz sirovina) te iako su ista fokusirana na premašivanje što većih daljina kada je u pitanju relacija samoga broda,

stanoviti su napori ipak napravljeni i u kontekstu drugih specifičnih namjena autonomnih brodova.

Koristeći radnu hipotezu da je autonomnost broda odnosno plovila izuzetna pomoć i funkcionalni dobitak pri traganju i spašavanju na moru, cilj je kao i motiv ovog rada potaknuti promišljanja, razgovore i projektne suradnje koje su usmjerene ka ostvarenju autonomnih brodova u traganju i spašavanju na moru, a to su neki od najzahtjevnijih procesa kada su u pitanju pomorske znanosti.

Jednako tako, cilj je rada i upozoriti na bojazni u kontekstu autonomnih brodova prvenstveno u vidu *cyber* sigurnosti u koju valja ulagati u jednako velikoj mjeri kao što se ulaže i u razvoj autonomnih brodova kao takvih. Uzevši u obzir radnu hipotezu, treba imati na umu da je predmet rada funkcionalno kompleksan te je kao takav, a za potrebe formata i njegove namjene sažet kako bi služio kao smjernica za daljnje proučavanje ove teme i razmatranje funkcionalnosti autonomnih brodova u traganju u spašavanju na moru.

1.3. SVRHA I CILJEVI ISTRAŽIVANJA

Cilj je rada, stoga, kategorizirano, sažeto, ali jasno i formativno ispravno predstaviti temu autonomnih brodova u službi traganja i spašavanja na moru: njihovo značenje, vrste, zadaće, njihovu zastupljenost, probleme s kojima se nose i koje sami donose u pomorski svijet, kako u svakodnevne pomorske radnje i potrebe, tako i osobito u onaj prava i administracije te konačno predstaviti suvremena mišljenja, planove i rješenja Republike Hrvatske, a kada se govori o autonomnim brodovima u službi traganja i spašavanja na moru.

Svrha se istraživanja temelji na činjenici da su autonomni brodovi budućnost svjetskog pomorstva, a prema tome je izvjesno da će se isti u budućnosti koristiti u svrhe traganja i spašavanja na moru. Unutar ove svrhe je izuzetno važno predstaviti trenutačni

doseg razvitka autonomnih brodova i računalnih tehnologija s pomoću kojih autonomni brodovi operiraju, ali i prijetnje koje, upravo s obzirom na činjenicu da se autonomni brodovi oslanjaju na računalnu tehnologiju, ne jenjaju već se razvijaju gotovo jednakom brzinom kao i sama tehnologija integrirana u svaki pojedinačni autonomni brod.

Svrha se istraživanja i upoznati svjetske primjere autonomnih brodova, ali i hrvatske dosege koji nisu zanemarivi te pozvati na pažnju u kontekstu daljnjeg razvijanja autonomnih brodova i s njima povezanih računalnih tehnologija, a u svrhu što bržeg, jednostavnijeg i nadasve sigurnijeg traganja i spašavanja na moru, te razvitak pripadajućih, kako domaćih, tako i međunarodnih protokola vezanih za ovu temu.

1.4. ZNANSTVENE METODE

Metodologija koja je korištena prilikom izrade rada temelji se na tradicionalnom akademskom pristupu prikupljanja i obrade podataka te konačno njihove sinteze u svakom pojedinom poglavlju.

U prvoj je metodološkoj fazi prikupljena sva relevantna građa koja se tiče spašavanja na moru i autonomnim brodova kao takvih. Odabrani su izvori analizirani i istraženi te je učinjena njihova kategorizacija, a prema stupnju relevantnosti za samu temu.

U drugoj je metodološkoj fazi a temelju odabrane osnovne literature izrađen nacrt rada te su prema njemu određene izvjesne bibliografske jedinice koje odgovaraju svakoj pojedinoj temi.

Treća je metodološka faza posvećena analizi specifičnih tj. informatičkih i statističkih podataka, kao i onih povijesnih. Isti su provjereni te je učinjena selekcija u kontekstu njihove relevantnosti odnosno upošljavanja unutar izrade samoga rada.

Nakon prve tri analitičke faze rada, četvrta se metodološka faza rada temeljila na sintetizaciji podataka, a u deskriptivne svrhe.

Konačno, rad je formativno pregledan i obrađen, ustanovljene su njegove podcjeline odnosno relevantne tematske jedinice, a u isti su dodane i obavezne evidencijske formalne stranice kako bi rad bio primjeren akademskom funkcionalnom stilu pisanja, ali i kako bi bio formativno ispravan u kontekstu njegove specifične namjene.

1.5. STRUKTURA RADA

Struktura rada zamišljena je u vidu triju velikih tematskih cjelina koje u sebi objedinjuju sve važne informacije u kontekstu teme, predstavljene kroz nekoliko podnaslova – specifičnih tematskih jedinica koje se posebno odnose na svaku od tema.

U uvodnom je dijelu rada opisana njegova namjena, namjera te funkcionalnost i sadržajnost kao takva. Naveden je njegov sadržajni predmet i krajnji cilj, opisana je njegova metodološka matrica te je izložena i njegova struktura.

U drugom poglavlju koje je tematski prvo poglavlje govori se o spašavanju na moru. Radi se o opširnoj cjelini koja je podijeljena na pet manjih jedinica, a kako bi se obuhvatila kako povijesna tako i suvremena interpretacija, te kako bi se predstavili kako opći, tako i specifični elementi spašavanja na moru. Unutar ove cjeline, osobito je važno govoriti o otežanim uvjetima spašavanja te o traganju za unesrećenima na moru, kao i o protokolima koji se u svijetu, ali i u Republici Hrvatskoj primjenjuju kada je u pitanju spašavanje na moru kao takvo.

Treće poglavlje koje je tematski drugo poglavlje rada donosi razradu koncepta autonomnih brodova: što je autonomni brod, koje su njegove osnovne vrste, povijest nastanka autonomnih brodova, suvremeni tehnološki dosezi u kontekstu autonomnih brodova te stanje s istima u Republici Hrvatskoj, potrebe i mogućnosti. Unutar ovoga poglavlja započelo se sa sintezom dvaju tematskih cjelina odnosno započelo se s predstavljanjem uloge autonomnih brodova u traganju za unesrećenima i u njihovom spašavanju. Ova je tematska cjelina podijeljena u četiri funkcionalne jedinice kako bi se

specifično razložila važnost i veliki potencijal koji se nalazi u razvoju tehnologije autonomnih brodova, a u svrhu traganja i spašavanja na moru.

U četvrtom poglavlju rada donosi se sinteza ovih dvaju tema te se predstavljaju mogućnosti autonomnih brodova u sustavu traganja i spašavanja na moru te neka od budućih mogućnosti, a s obzirom na činjenicu da se tehnologija autonomnih brodova još gotovo nije ni počela razvijati u ovom smjeru, svakako ne u nekim ozbiljnijim investicijskim okvirima. Dio je to rada u kojem autor iznosi vlastita predviđanja i sistemske zaključke, a na temelju iščitane literature o spašavanju kao takvom i o razvoju autonomnih brodova kao pomorskih sustava budućnosti pomorskog prometa.

Konačno, u zaključnom se dijelu, petoj tematskoj cjelini donosi sinteza svega već navedenog, dan je opis funkcionalnih tematskih cjelina odgovarajuć za namjenu ovog rada. Nakon ovih sadržajnih poglavlja, u radu se javljaju još dva formalna poglavlja koja su karakteristična akademskom radu i unutar istog su i nužna, a radi se o popisu literature te popisu vizualnih priloga koji prate sam tekst.

2. SPAŠAVANJE NA MORU

Ugroza je ljudskih života na moru uvelike specifična jer se događa pod vrlo često otežanim uvjetima, bilo geografski, klimatski ili u noćnim uvjetima, kada je posebno otežana vidljivost te se osobe koje sudjeluju u spašavanju unesrećenih moraju oslanjati na puno više pomoći od strane tehnologije negoli je to slučaj prilikom dnevnog spašavanja. Spašavanje na moru također je specifično zbog mnogo manjeg vremena koje čovjek može provesti u otežanim uvjetima: ako se primjerice čovjek nalazi zarobljen pod potresom uzrokovanim ruševinama neke zgrade, on može zadržati položaj i čekati na spasioce ne koristeći vlastitu snagu i ne umarajući se, ali ako se spašavanje odvija na moru i unesrećeni pritom nema sigurnu splav ili plutaču, postoji samo određeno trajanje vremena unutar kojeg unesrećeni neće ostati bez snage i/ili se ozlijediti čekajući ili pokušavajući sam osigurati vlastiti spas tj. život.

Aktivnosti vezane uz spašavanje na moru često se moraju izvoditi u nepoželjnim kako vremenskim, tako i ostalim uvjetima pri čemu se ugrožavaju životi ljudi koji organiziraju akciju i posebice onih koji je provode. Zbog toga je spašavanje na moru više-stadijski čin tj. čin koji se sastoji od više pomno planiranih faza unutar kojih je važno što prije djelovanje i potpuna usklađenost svih spasilačkih jedinica kako bi se što brže, sigurnije i sa što manje primarno ljudske, ali i materijalne štete osiguralo ljude i njihove živote na moru.

U pravilu, spašavanje se na moru uvijek vrši plovilima, posebice ako su unesrećeni i sami bili dio posade nekog drugog plovila. Iako postoji mnogo slučajeva u kojima se spašavanje na moru vrši putem helikoptera ili nekog drugog sredstva, kod spašavanja na moru najčešće se susrećemo s plovilom i posadom kojima se dogodila izvjesna nesreća i koje, najčešće prekreajem i prijevozom do kopna, treba spasiti na licu mjesta na kojem se nesreća dogodila. U svakom slučaju, brodovi imaju ključnu ulogu u spašavanju na moru, bilo da imaju ili ne pomoć od strane letjelica. Brodovi koji pritiječu u pomoć

unesrećenom brodu u pravilu su raznovrsni odnosno brod koji stigne prvi poduzima prve korake.

Ipak, postoji potreba za specijaliziranim brodovima za pomoć na moru koji bi odgovorili ne samo na raznovrsne potrebe spašavanja na moru u odnosu na situaciju koju pronalaze na moru, već i na vrstu plovila i njegove ugroze, ali i na vrstu terena na kojem se spašavanje izvršava. U ovom smislu autonomni brodovi u vidu spašavanja na moru mogu imati značajnu ulogu za razvoj i razvitak tehnologija kojima se već koriste, ali i tehnologija koje se neprestano razvijaju. Osim samog čina pomoći na moru, prvenstveno je važno signalizirati potrebu za istom.

2.1. VRSTE SIGNALA ZA POGIBELJ

Signalne su radnje osnovni i apsolutno nužni informacijski imperativi s kojima započinje akcija traganja ili spašavanja na moru. Postoje brojni signalni načini na koje se ukazuje na pogibelj na moru, a oni ovise o vrsti i tipu plovila te uopće, o mogućnostima koje kako plovilo, tako i unesrećeni na moru imaju pri ruci kako bi alarmirali sve obližnja plovila i/ili stanice da se nalaze u nepovoljnoj i po ljudske živote opasnoj situaciji. Vrste su signala na moru razvijene toliko rano koliko i same pomorske tehnologije tj. one su na neki način bile oduvijek civilizacijski prisutne. Ipak, s vremenom su se razvili standardni načini signalizacije za pomoć na moru.

Najčešći su signali koji se na moru javljaju u kontekstu pogibelji:

- radiosignali,
- vizualni signali,
- zvučni signali te
- radiooznake za označivanje pozicije opasnosti (Milošević Pujo i Jurčević: 2006: 35).

Radiosignali se u pravilu koriste kod ovih situacija, a ako je plovilo koje je u nevolji u dovoljno funkcionalnom stanju da se može iskoristiti njegova radiostanica. Vizualni su signali dostupni u brojnim varijantama: može se ispaliti signalna raketa (koja se najčešće koristi kada se nezgoda dogodila tijekom noći), upaliti (ako je dostupan) svjetlosni snop, a jednako se tako može, u slučaju velike nesreće i gubitka plovila, koristiti bilo kakve vizualne signalne radnje poput zapaljenja nekog materijala kako bi se plamenom i dimom pozvalo pomoć.

Slika 1. prikazuje vizualne signalne radnje tijekom dana za ukazivanje na unesrećeni brod. Iako se ovdje radi o vježbi, iste je u kontekstu spašavanja na moru važno rekreativno i sustavno izvoditi kako bi spasilački timovi u trenutku nesreće bili spremni za pravodobnu reakciju i kako bi, u idealnom slučaju, djelovali u vidu dobro uvježbanog sustava spašavanja.

Slika 1. Vizualni signali



Izvor: <https://www.soundingonline.com/voices/visual-signals-are-key-for-a-rescue-at-sea>, 02.05.2023.,

10:36h.

Zvučni su signali također vezani uz opremu broda i opremu putnika na njemu, a odašilju se u pravilu u trenutku kada se na vidiku pojavi neko drugo plovilo. Zvučni se signali oslanjaju na Morzeov kod¹, kao i neke druge signalne radnje, poput radiooznaka. Radiooznake za označavanje pozicije opasnosti četvrta su vrsta signala koja ipak iziskuje funkcioniranje brodskih radiouređaja, a postoji i radiotelegrafski signal koji se u pravilu oslanja na tradicionalno komuniciranje nesreće, također putem brodskih radio sustava.

„Radiotelegrafski signal pogibelji sastoji se od skupine SOS Morzeovih znakova poslanih kao jedan signal, a po mogućnosti treba mu prethoditi radiotelegrafski alarmni signal. Radiotelegrafski alarmni signal ima istu svrhu kao i radiotelefonski a sastoji se od dvanaest signala upućenih u jednoj minuti“ (Milošević Pujo i Jurčević: 2006: 35). Radiotelegrafski signal preteča je suvremene bežične komunikacije, a na ovoj se tehnološkoj osnovi temelji sva zvučna komunikacija koja se koristi u trenucima nesreće na moru. Radi se o prijenosnim sustavima odašiljača i prijarnika koji mogu raditi na većim udaljenostima, a čije početke datiramo u daleku 1894. godinu² (Poffenberger, 2019). Vizualni su i zvučni signali prvi i najdugotrajniji oblik dojave opasnosti ili nesreće na moru.

2.2. TRAGANJE ZA UNESREĆENIMA

Zaštita života na moru zakonska je obveza koju je većina vlada diljem svijeta (i sve države članice EU-a) svojevrijem preuzela. Opći uvjeti ove obveze utvrđeni su brojnim međunarodnim konvencijama, uglavnom Konvencijom o pravu mora (UNCLOS), Međunarodnom konvencijom o zaštiti života na moru (SOLAS) i

¹ Morzeova abeceda ili Morzeov kod metoda je koja se koristi u telekomunikacijama za kodiranje tekstualnih znakova kao standardiziranih nizova dva različita trajanja signala, koji se nazivaju točkice i crtice, ili točkice i crtice. Morseov kod je dobio ime po Samuelu Morseu, jednom od izumitelja telegrafa. Morseov kod primjenjuje se u situacijama u kojima je potrebno dati što konciznije upute u što kraćem roku, a posebice kod akcija spašavanja. *op. aut.*

² „13. svibnja 1897. [Guglielmo Marconi] uputio je prvu bežičnu komunikaciju preko otvorenog mora, preko Bristolskog kanala: jednostavno je glasilo: 'Jeste li spremni?' Iste godine osnovao je *Wireless Telegraph & Signal Company* u Velikoj Britaniji“ (Poffenberger, 2019).

Međunarodnom konvencijom o pomorskom SAR-u (Vives, 2022). Ovo su samo neke od konvencija koje su važne u kontekstu pomorskog prometa.

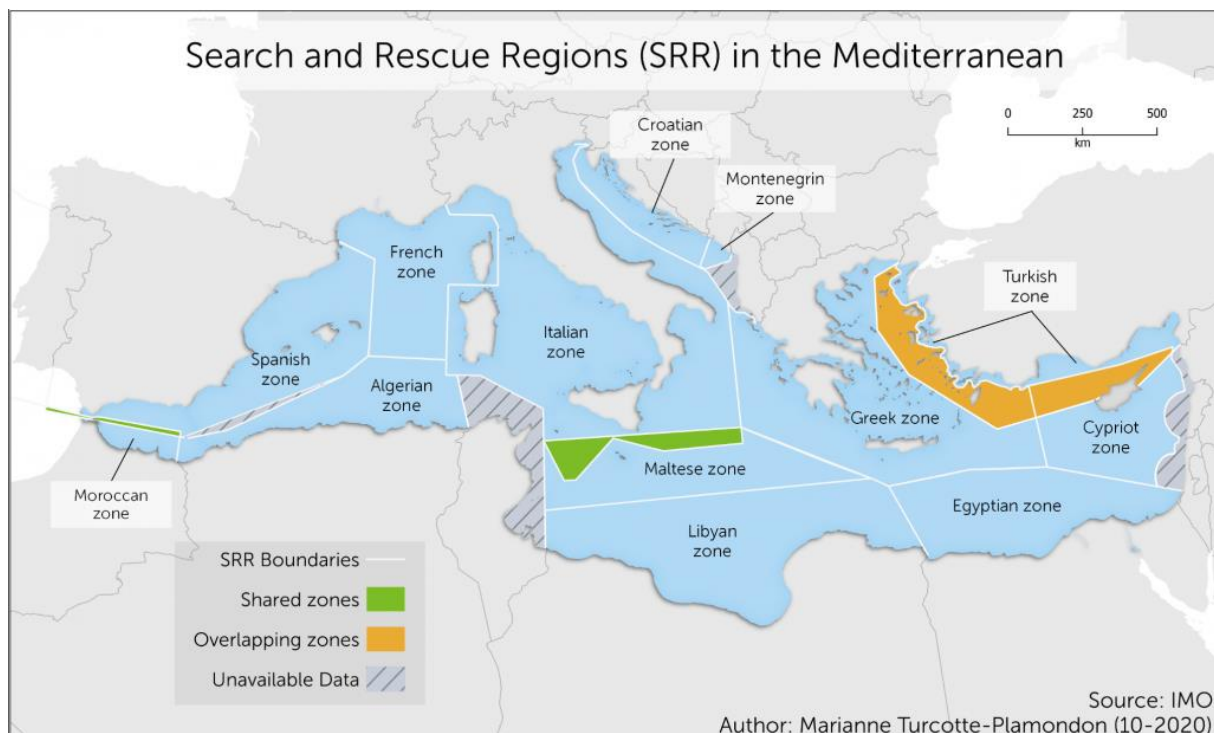
Također, postoji i Međunarodni odbor za sigurnost na moru koji se bavi „ponašanjem“ brodova u specifičnim okolnostima, ali i u specifičnim vodama koje se smatraju manje ili više opasnima na globalnoj razini. Traganje za unesrećenima, kao i njihovo spašavanje propisano je unutar ovdje spomenutih instanci u osnovnim crtama dok su specifičnije smjernice izrađene u kontekstu spasilačkih timova koji se bave predviđanjem specifičnih akcija. Nacionalni timovi za traganje i spašavanje u ovom su kontekstu najsigurniji jer najbolje poznaju svoje priobalje, podmorje, ali i klimatske pojave koje su karakteristične za njihov prostor. Zato je kod traganja i spašavanja na moru osobito važna suradnja ovih nacionalnih spasilačkih instanci.

Protokol traganja za unesrećenima sastoji se od nekoliko koraka ili stavki koje u pravilu moraju biti zadovoljene kako bi se sustavno i učinkovito pristupilo traganju za unesrećenima na moru. Spasilački brod prije svega prima signale za pomoć od plovila u nevolji, a prije negoli spasilački brod krene prema području nesreće, on na karti mora ucrtati pretpostavljeni ili stvarni položaj unesrećenog plovila. Tada u odnosu na svoj vlastiti kurs kao i na svoju brzinu moći ustanoviti aproksimativno vrijeme dolaska na mjesto nesreće.

Za spasilački je brod iznimno važno prikupiti što više informacija o unesrećenom brodu: lokaciju nesreće, vrstu nesreće, broj i stanje unesrećenih, prilike na mjestu nesreće (geografsku situaciju, vremenske prilike itd.) te eventualne druge specifične informacije koje mu mogu pomoći u izvršenju svoje zadaće. U slučaju nesreće u međunarodnim vodama, na mjesto će nesreće izići spasilačke službe svih onih zemalja koje su na granici predmetnog mjesta, a koje su u mogućnosti odnosno dostupne za izlazak na teren.

Zbog toga je međunarodna suradnja spasilačkih timova ključan element optimizacije procesa traganja i spašavanja na moru kao takvog odnosno njihova se suradnja i opća informiranost (uvježbanost) odražavaju na cjelokupni sustav pripravnosti pri spašavanju na moru.

Slika 2. Regije traganja i spašavanja u Sredozemnom moru



Izvor: Vives, 2022.

Slika 2. prikazuje područja traganja i spašavanja na Sredozemnom moru u koje je uključena i jadranska regija³. Nacionalne teritorijalne zone traganja i spašavanja na moru označene su bijelom crtom. Najuobičajenije dijeljene zone označene su zelenom bojom dok su narančastom bojom označene dijeljene zone koje se prostiru na više nacionalnih teritorija, a na kojima je potraga na nestalim i/ili unesrećenim brodovima dovoljno učestala da bi se označila kao posebna područja mogućeg traganja. Zone prekrivene kosim crtama zone su za koje ne postoji dovoljno podataka koji su obrađeni tj. iste se naziva zonama nedostupnih podataka (prema: Vives, 2022).

Na ovom je primjeru vidljivo da je suradnja među nacionalnih spasilačkim timovima od osobita značaja za pojedine prostore kao što je Sredozemno more. Na

³ „Mediteran je podijeljen na Regije traganja i spašavanja (SRR – *Search and Rescue Regions*) koje su u nadležnosti obalnih država (Slika 2.). Dok se obveza implementacije nacionalnog SAR sustava odnosi na sve države potpisnice, svaka država može odlučiti kako će to učiniti i, konkretno, koji akteri trebaju biti odgovorni za koordinaciju i izvođenje operacija spašavanja na moru. Ovo objašnjava višestruke i različite SAR sustave koji koegzistiraju u Sredozemlju“ (Vives, 2022).

Sredozemlju se redovito održavaju konvencije, konferencije i različiti susreti spasilačkih jedinica koje međusobno dijele svoja iskustva, pronalaskе, ali i novosti kada je u pitanju njihova specifična granična zona, posebice u suvremenim uvjetima velikih i oštih pravnih, tehnoloških, ali i klimatskih te ekoloških promjena.

Kako bi samo traganje za unesrećenim osobama moglo započeti, valja odrediti nacrt područja na kojem će se tragati, a to se zadano područje naziva moguće područje traganja. Moguće područje traganja u velikom je broju slučajeva toliko veliko da je potreban dulji period vremena da se u potpunosti izvede potraga na istom. Zbog njegove se veličine, stoga, moguće područje traganja često dijeli na manje partikularne cjeline, a svakoj je od njih pridijeljena procjena vjerojatnosti pronalaska unesrećenih koja služi kao stanovita trijaža pri traganju: prvo se potraga fokusira na ona područja na kojima je mogućnost pronalaska unesrećenih osoba najveća.

Ova se aproksimativna vjerojatnost naziva „vjerojatnost sadržavanja“ i na temelju nje osobe koje upravljaju koordinacijom traganja ustanovljuju koje će resurse (u pravilu najviše njih) usmjeriti upravo na područje s najvećom vjerojatnosti sadržavanja. Unutar područja traganja s najvećom vjerojatnosti sadržavanja nalaze se točke na kojima je vjerojatnost sadržavanja koncentrirana više negoli na drugima, što ovisi o procjeni koordinatora traganja koji istima pridaje stanovite vrijednosti. Točke za koje se smatra da imaju najveću vjerojatnost sadržavanja nazivaju se polaznim ili referentnim točkama te se na njih usmjerava najviše pažnje i logističkih resursa u prvim satima potrage.

Ukoliko se pak one ispostave praznim odnosno ukoliko traganje na njima bude neuspješno, nakon toga se traganje proširuje te se pomiče u smjeru tzv. „očekivanog zanošenja“ tj. prema narednim relevantnim točkama traganja. Prilikom određivanja ovih odrednica, osoba koja koordinira traganje na moru oslanja se na prilike i utjecaj mora i vjetra na području na kojem se traga za unesrećenima (Milošević Pujo i Jurčević, 2006).

U kontekstu traganja na moru valja napomenuti i da pojedine pomorske države izrađuju vlastite statistike, a s obzirom na područja traganja, učestalost nesreća na njima te učinkovitost specifičnih akcija koje su izvedene na tim područjima te u komunikaciji s

drugim (u ovom slučaju sredozemnim) državama uspostavlja se učinkovit logistički sustav traganja i spašavanja na moru u kojem se često događaju i međudržavne suradnje, edukacije i dr.

2.3. SPAŠAVANJE NA MORU

Spašavanje na moru kompleksna je i iznimno hitna akcija koja se sastoji od nekoliko ključnih elemenata, a spašavanje se na moru u pravilu obavlja koristeći brodove i zrakoplove odnosno plovila i letjelice, ovisno o njihovoj prigodnosti, ali i dostupnosti, kao i ovisno o terenu.

Prije samog početka spašavanja pretpostavljeno je da je brod koji spašava primio signal kojim je alarmiran na brod ili plovilo u nevolji. Ovisno o količini podataka tj. temeljitosti izvještaja koji je primljen signalnim putem, brod koji kreće u akciju spašavanja pripremit će se i eventualno zvati pojačanje. Jednom kada brod koji je u nevolji otkrije brod koji mu dolazi u pomoć, dužan je u što kraćem vremenu izvijestiti spasilački brod da ga ima na vidiku, a to će učiniti ili zvučnim signalom ili ispaljivanjem svjetlosnih signala u razmaku od nekoliko sekundi.

Brod koji spašava u tom je trenutku dužan izvijestiti nadležna tijela o točnoj lokaciji unesrećenih te obavijestiti koordinatora traganja o činjenici da je otkrio cilj te da je zaprimio potvrdne signale iz smjera unesrećenog plovila. Nakon što se potvrdi pozicija unesrećenog broda, zapovjednik akcije ili koordinator traganja donose odluke o načinu spašavanja te o mobilizaciji specifičnih jedinica koje će sudjelovati u akciji spašavanja. „Zapovjednik broda na moru koji je u poziciji pružiti pomoć, nakon što primi informaciju iz bilo kojeg izvora [...] da bi plovilo moglo biti u nevolji, obično je dužan nastaviti prema plovilu svom brzinom, kako bi ponudio pomoć, te o tome obavijestiti plovilo u nevolji i/ili spasilački centar.

Međutim, ako brod koji prima uzbunu za pogibelj nije u mogućnosti pomoći ili, zbog posebnih okolnosti incidenta, smatra da je nerazumno ili nepotrebno nastaviti s pružanjem pomoći, zapovjednik bi trebao unijeti u brodski dnevnik razlog nenastavka pomoći onima u nevolji i o tome obavijestiti spasilački centar.

Treba napomenuti da su vlade dužne osigurati da se spašeni iskrcaju na sigurno mjesto“ (Maritime International Secretariat Services Ltd, 2015: 6). Zapovjednik broda dužan je voditi potpunu evidenciju događaja i odluka donesenih u vezi s operacijom spašavanja. Na taj se način stvara izjava o činjenicama koju zapovjednik može dostaviti svim onim instancama koje su relevantne za spašavanje, od vlasnika broda pa sve do spasilačkih jedinica, ali i službenih instanci kojima je dužan podnijeti izvješće (*Ibid*).

Kada je u pitanju spašavanje brodom, prije svega treba uspostaviti radio vezu s unesrećenim brodom cilj čega je što prije doznati „broj osoba u brodu ili plovilu, broj žena, djece i starijih osoba, broj ozlijeđenih i vrste ozljeda, dužinu boravka u brodicu, ime i državu pripadnosti broda kojemu brodica pripada“ (Milošević Pujo i Jurčević, 2006: 36). Jednom kad se ustanovi što više podataka relevantnih za spašavanje, koordinator akcije spašavanja izvještava zapovjednika broda o načinu i tijeku spašavanja.

Pritom valja odabrati najbolje opremljene jedinice, a u kontekstu terena, vrste unesrećenog broda te stanju ozlijeđenih i/ili unesrećenih osoba. Brod koji će se odabrati najčešće će biti onaj koji ima najmanje nadvođe (*Ibid.*), a smjer kojim će isti pristupiti unesrećenom brodu ovisit će o brojim faktorima prisutnim u trenutku spašavanja kao što su: vrsta nesreće, smjer vjetrova i vremenske prilike uopće (s obzirom da unesrećenima valja prilaziti iz zavjetrine⁴), stanje u kojem se nalazi unesrećeni brod i sl.

U trenutku u kojem se spasilački brod nađe na udaljenosti koja je manja od 200m od unesrećenog broda, najčešće se pribjegava bacanju konopca putem sprave za izvođenje istog te se osigurava da se konop za spašavanje (tj. za tegljenje) uspješno dodaje unesrećenom brodu, splavi ili drugom plovilu. Prije samog bacanja konopa

⁴ Također, „prilaženje mora biti pramcem vodeći računa da vjetar u trenutku zaustavljanja ne nanese brod bočno na plovilo ili na ljude u moru“ (Milošević-Pujo i Jurčević, 2006: 36).

obavještava se sve osobe u unesrećenoj brodicici da se pripreme za prihvaćanje konopa kako se unesrećeno plovilo ne bi prevrnulo i/ili kako iz njega ne bi ispale unesrećene osobe. U iznimnim slučajevima kao što je požar na unesrećenom brodu ili u slučaju iznimno nepovoljnih vremenskih uvjeta u kojima nije moguće pristati uz bok unesrećenog broda, prekrcaj se osoba na brodu u nevolji obavlja putem splavi ili brodice za spašavanje kojom raspolaže brod koji pristiže u pomoć (*Ibid.*).

Slika 3. Spašavanje na moru



Izvor: <https://www.icrc.org/en/event/search-and-rescue-sea>, 20.04.2023., 13:32h

U iznimnim se situacijama, onima u kojima su ljudski životi potencijalno ugroženi na unesrećenom brodu, pristupa izvlačenju putnika s unesrećenog broda. Ovo je proces kojem je potrebno posvetiti posebnu pažnju, a ovisno o svim uvjetima na mjestu nesreće. „Prijenos spašenih osoba na drugo plovilo može biti dugotrajan i potencijalno opasan.

Ako se predloži takav postupak, zapovjednici bi trebali razgovarati o planiranoj operaciji što je prije moguće s odgovarajućim spasilačkim centrom i s predviđenim brodom (ili više njih) za prijenos kako bi se utvrdio plan koji minimalizira rizik za posadu i spašene osobe“ (Maritime International Secretariat Services Ltd, 2015: 10). Spasilački će brod ili plovilo tada pristati uz bok unesrećenom brodu te će, ovisno o prethodno utvrđenom protokolu odnosno prema njemu izvršenom planu izvlačenja, započeti evakuaciju putnika s unesrećenog na spasilački brod.

U slučaju da je unesrećeni brod uočen iz zrakoplova ili helikoptera, pilot će letjelice potvrditi da u vizualnom vidokrugu ima lokaciju unesrećenog broda, a potom će signalno javiti brodu u nevolji da ga je pronašao. Učinit će to „ispuštanjem poruke, leteći nisko iznad cilja sa svjetlima, bljeskanjem signalnom svjetiljkom, Morzeovim signalima i dr. (*Ibid.*). Zrakoplov tada obavještava koordinatora traganja o zatečenom stanju kako bi koordinator mogao isplanirati spašavanje usmjeravajući specifične spasilačke jedinice ka lokaciji nesreće.

„Nakon uključivanja u operaciju spašavanja, zdravlje i dobrobit posade broda treba pratiti kako bi se otkrili bilo kakvi fizički ili psihički učinci. Brojne bolesti i infekcije imaju produljeno razdoblje inkubacije i stalno praćenje zdravlja bi to trebalo odražavati. Pomorci mogu doživjeti stres ili psihološke posljedice nakon operacije spašavanja. Potpuni psihološki učinak na zapovjednika i/ili posadu zbog uključivanja u operaciju spašavanja može postati vidljiv tek nakon što prođe vrijeme, možda čak i nakon što pomorac napusti brod.

Planovi i procedure tvrtke i broda trebaju se pozabaviti ovom mogućnošću, uz odgovarajuću podršku i nadzor članova posade. Umor može biti problem ako se nakon toga ne riješi pravilno operacija spašavanja. Svaki kratkoročni prekid odmora i obrazaca rada trebaju biti ograničeni na ono što je apsolutno neophodno“ (Maritime International Secretariat Services Ltd, 2015: 10).

Slika 4. Spašavanje na moru s pomoću helikoptera



Izvor: Hůlek, 2018.

U slučaju da je tijekom spašavanja unesrećenog broda nastupio smrtni slučaj jednog ili više putnika, bili oni ili ne službene osobe, unesrećena se tijela evakuiraju s unesrećenog broda posebnim nosilima, a potom se zadužuje osoblje da čuva tijelo (i svu dokumentaciju o preminuloj osobi zajedno sa svim relevantnim privatnim stvarima) sve do trenutka u kojem se tijelo prosljeđuje nadležnim vlastima zajedno s njegovim osobnim stvarima (osobito su važni osobni dokumenti) na mjestu iskrcaja (prema: Maritime International Secretariat Services Ltd, 2015).

Ukoliko brod koji je namijenjen obavljanju spašavanja ili koji može obaviti spašavanje nije u blizini mjesta nesreće, utoliko letjelica može ispustiti spremnike s vodom, hranom i opremom sveltremeno motreći na mjesto nesreće i unesrećeni brod. U trenutku u kojem se letjelica udaljava s mjesta nesreće, što se u pravilu događa kada je brod koji pritiče u pomoć unesrećenom brodu u blizini, letjelica dimnim napravama,

obojenim oznakama ili radiovezom obavještava brod koji pristiže o točnoj lokaciji unesrećenog broda (prema Milošević-Pujo i Jurčević, 2006).

Hûlek napominje i iznimne slućajeve u kojima se unesrećene ljude helikopterom izvlaći iz pogibeljne situacije, ali važno je napomenuti da se u slućaju traganja i osobito spašavanja na moru helikopteri u pravilu koriste u signalne i nadzorne svrhe dok se sama akcija spašavanja izvodi s pomoću plovila (Hûlek, 2018).

2.4. OTEŹANI UVJETI SPAŠAVANJA

OteŹani su uvjeti spašavanja na moru vrlo ćesti i vrlo raznoliki. OteŹani uvjeti mogu biti proglašeni zbog specifićne, teško dostupne pozicije mjesta na kojem se dogodila nesreća, mogu biti vezani uz nepovoljne klimatske odnosno vremenske uvjete, a mogu biti vezani i uz poseban status osoba koje se spašava, a koje imaju poteškoća s razumijevanjem uputa u kontekstu njihova spašavanja. Uvjeti spašavanja ustanovljuju se u prvim minutama nakon primitka Źurnog poziva za spašavanjem pri kojem je unaprijed poznata lokacija nesreće, ali i druge okolnosti (broj i status unesrećenih, uvjeti na lokaciji spašavanja itd.).

Ako je unesrećeni brod (plovilo) vrlo udaljen od obale, to je isto jedna vrsta oteŹanih uvjeta, a kada je u pitanju traganje za unesrećenima i njihovo spašavanje. Primjerice, u slućaju u kojem se spasilaćki brod nađe na udaljenosti koja je manja od 200m od poprišta nesreće, koristi se sprava za bacanje konopa te se unesrećenoj brodici ili improviziranoj splavi dodaje tegalj za vuću. Prethodno je nužno da se putem radio veze ili drugim znakovima komunikacije na otvorenom moru upozori osobe u unesrećenoj brodici na dolazak spasilaćkog broda kako bi iste osobe bile spremne prihvatiti konop i pričvrstiti ga na unesrećeno plovilo. Tijekom vuće tj. tegljenja unesrećenog plovila potrebno je deŹurati na mjestu prikljućenja konopa kako se isti ne bi otkinuo ili kako se brodica uslijed prevelike brzine ili oteŹanih klimatskih uvjeta ne bi prevrnula.

Slika 5. Otežani uvjeti spašavanja – požar na brodu



Izvor: <https://more.slobodnadalmacija.hr/om/vijesti/katakliizmicki-prizori-broda-u-plamenu-zguzvani-kontejner-doplivao-do-obale-1101465>, 10.05.2023., 13:38h.

Kada je u pitanju požar (Slika 5.), loše vrijeme ili druge okolnosti pri kojima brod koji spašava ne može preuzeti unesrećene putnike pristajanjem uz bok unesrećenom brodu, prekrcaj se putnika obavlja vlastitom (autonomnom) brodicom ili splavi za spašavanje (Capar, 1996). U ovim se slučajevima unesrećenom brodu priskače u pomoć tek nakon što su putnici i posada sigurno evakuirani.

Nakon iskrcaja unesrećenih osoba s broda te osiguranja njihovih života na spasilačkom brodu, u svrhu sigurnosti posade važno je poduzeti sljedeće radnje:

- izvršiti opsežnu potragu za slijepim putnicima na brodu odmah nakon iskrcaja spašenih osoba te
- učinkovito očistiti i dezinficirati sva područja u kojima su bile smještene spašene osobe, uključujući i sanitarne prostorije kao i sve prostore na

spasilačkom brodu na kojima su bile pohranjene smrtno stradale osobe (prema: Maritime International Secretariat Services Ltd, 2015).

Ova je regulacija osobito važna u svjetlu pandemije *Covid-19*, ali ostaje imperativom i nakon proglašenja završetka pandemije, kao što je to bila i prije proglašenja iste na globalnoj razini.

2.5. HRVATSKA SLUŽBA ZA TRAGANJE I SPAŠAVANJE NA MORU

Služba traganja i spašavanja na moru u Hrvatskoj sastoji se od Stožera službe traganja i spašavanja, Nacionalne središnjice za usklađivanje traganja i spašavanja na moru, podsredišnjica traganja i spašavanja⁵, obalnih promatračkih jedinica⁶, te jedinica traganja i spašavanja⁷ (mmpi.gov.hr, 2023). Slika 6. prikazuje ustroj službe traganja i spašavanja na moru Republike Hrvatske.

U Republici Hrvatskoj „jedinice traganja i spašavanja mogu biti pomorske, zrakoplovne i kopnene. Pomorske jedinice jesu jedinice pod nadzorom ministarstava koje imaju:

- osposobljenu posadu na čelu sa zapovjednikom,
- prikladnu stalnu ili pokretnu komunikacijsku vezu s nacionalnom središnjicom za usuglašavanje spašavanja ili nadležnom pod-središnjicom,
- drugu potrebnu opremu za traganje i spašavanje.

Pomorskim jedinicama smatraju se i plovne jedinice koje ispunjavaju uvjete iz prethodnog stavka i to:

⁵ Podsredišnjice za traganje i spašavanje na moru jesu lučke kapetanije i to: Pula, Rijeka, Senj, Zadar, Šibenik, Split, Ploče i Dubrovnik (mmpi.gov.hr, 2023).

⁶ Obalne promatračke jedinice sačinjene su od lučkih ispostava svih lučkih kapetanija, obalnih radio postaja, čuvanih svjetionika i motrilačkih postaja Hrvatske ratne mornarice (mmpi.gov.hr, 2023).

⁷ Od kojih postoje pomorske, zrakoplovne i kopnene jedinice (mmpi.gov.hr, 2023).

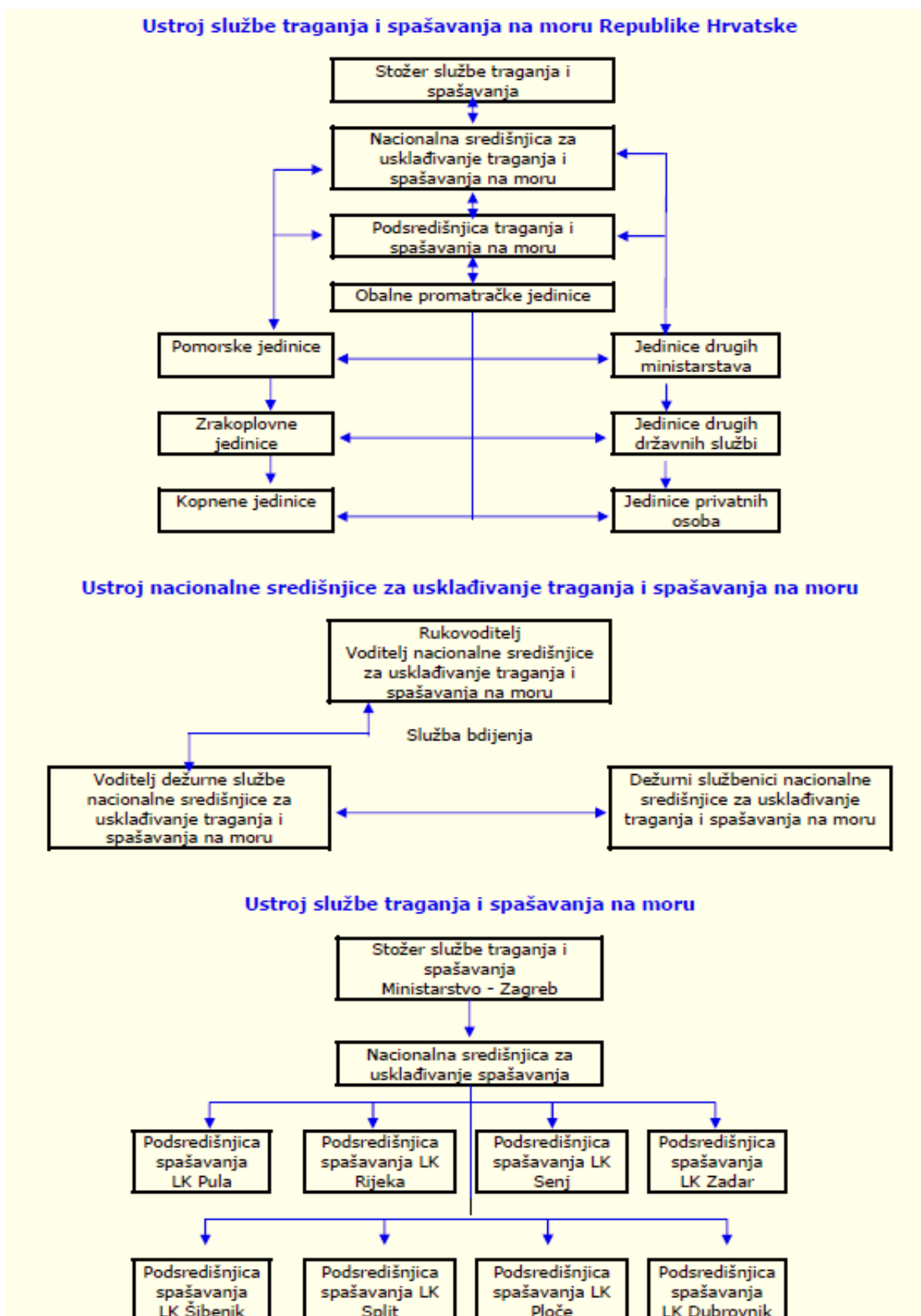
- jedinice pod nadzorom drugog ministarstva ili državne službe ako se, sukladno postupku utvrđenom u Službenom priručniku, stave na raspolaganje nacionalnoj središnjici za usuglašavanje spašavanja ili nadležnoj pod-središnjici,
- jedinice u vlasništvu udruženja građana ili privatnih vlasnika ako postoji ugovor o načinu pozivanja i korištenja takvih plovila između ministarstva nadležnog za pomorstvo i vlasnika plovila, i ako se sukladno tim uvjetima, stave na raspolaganje nacionalnoj središnjici za usuglašavanje spašavanja ili nadležnoj pod-središnjici.

Pomorske jedinice koje se takvima smatraju samo dok traje operacija traganja i spašavanja i nisu pod nadzorom nadležnog ministarstva, drugih ministarstava ili državnih službi ne mogu obavljati zadaće zapovjednika mjesta nezgode. Za rad i sigurnost broda ili brodice, članova posade i drugih ljudi na pomorskoj jedinici traganja i spašavanja odgovoran je zapovjednik pomorske jedinice“ (NN 124/97, čl. 7., 1998).

Osnovne su zadaće ove službe usklađivanje akcija traganja na moru te koordinacija akcija traganja i spašavanja na moru, ali i nadzor pomorskog prometa u kontekstu sigurnosti plovidbe i onečišćenja mora. Nadležnost Službe traganja i spašavanja na moru prostire se diljem teritorijalnog područja hrvatskih morskih voda, a Nacionalna središnjica iste koordinira uz pomoć podsredišnjica, sve do zone „između teritorijalnog mora i područja otvorenog mora do linije razgraničenja sa susjednim državama u Jadranskom moru, a kako je utvrđeno njihovim međusobnim sporazumom i kao takvo prijavljeno Međunarodnoj pomorskoj organizaciji“ (mmpi.gov.hr, 2023).

Unutar Nacionalne središnjice i njezinih podsredišnjica djeluje i služba bdijenja na međunarodno utvrđenim frekvencijama i kanalima za sigurnost, hitnost i pogibelj, a sve u skladu s ustanovljenim (svjetskim) sustavom pogibelji i sigurnosti. Obrazovanje kadrova nadležnih za traganje i spašavanje na moru u Republici Hrvatskoj, kao i u ostalim pomorskim zemljama Sredozemlja osobito je važno te je kao takvo i zakonski regulirano.

Slika 6. Ustroj službe traganja i spašavanja na moru Republike Hrvatske



Izvor: mmpi.gov.hr, 2023.

U Zakon o lučkim kapetanijama stoji da su „svi djelatnici ministarstva koji po prirodi svog posla sudjeluju u operacijama traganja i spašavanja dužni [...] steći potrebnu stručnu naobrazbu“ (NN 124/97, čl. 10., 1998). U kontekstu iste stoji da je „najmanje jedanput godišnje Nacionalna središnjica traganja i spašavanja dužna [...] u suradnji s pojedinim pod-središnjicama provesti vježbu provjere spremnosti, uspostavljanja veza i provjeru usklađenosti djelovanja s drugim pridruženim službama glede traganja i spašavanja.

U vježbama provjere spremnosti moraju sudjelovati, koliko je to prikladno, i osoblje i sredstva drugih ministarstava i državnih službi odnosno osobe koje su u službu traganja i spašavanja uključene ugovornim odnosom s nadležnim ministarstvom“ (*Ibid*). Iako zakonom Republike Hrvatske nisu predviđena međunarodne edukacijske aktivnosti, kao ni razmjena znanja i tehnologija traganja i spašavanja na moru, isto je predviđeno međunarodnim propisima kojih se Hrvatska kao zemlja članica Europske unije, ali i mnogih drugih međunarodnih (i osobito pomorskih) organizacija mora pridržavati.

U ovom smislu poznato je da je broj protokolarnih odredbi manji nego broj stručnih uputa, čemu se razlog može naći u činjenici da protokole donose službena nadležna tijela (kako nacionalna, tako i međunarodna) dok se stanovite smjernice koje su preporučene pri traganju i spašavanju na moru donose najčešće od strane instanci (uglavnom organizacija) koje su u svojoj naravi posvećene ovoj svrsi i koje smjernice kao takve nemaju obligatorni karakter.

Ipak, što više općih i osobito novih smjernica neki nacionalni sustav za traganje i spašavanje na moru prati, to je veća izvjesnost njegove potpune opremljenosti, uvježbanosti i spremnosti na izvanredne situacije u ovom smislu jednom kada se s njima suoče, bilo u domaćim ili u međunarodnom vodama i neovisno o vrsti pomorske ugroze. U kontekst traganja i spašavanja na moru, svestranost je uvijek najbolji ulog, a posvećenost praćenju trendova i istraživanja, najbolje jamstvo uspješnosti u vrlo zahtjevnom poslu kojem se u ovom smislu posvećuje.

U kontekstu Republike Hrvatske te njezine aktivnosti na Sredozemlju valja istaknuti da je za razliku od otvorenih mora kao što su oceani, Jadransko more relativno sigurno od velikih katastrofalnih pojava kao što su to tsunamiji i/ili uragani. Ipak, hrvatska je obala izuzetno razvedena, što znači da se diljem iste javljaju teško dostupna mjesta koja znaju biti dodatno otežana za pristup u slučaju bure ili neke druge vremenske nepogode.

Bura predstavlja jednu od najvećih opasnosti osobito za neobučene pomorce i osobe koje nisu obučene za upravljanje plovilima ili su prošla jednostavnu obuku. Ove se osobe redovito upućuju da prije polaska na pučinu provjere stanje na moru i da postupaju po savjetima, preporukama onih instanci koje donose stanje na moru.

3. AUTONOMNI BRODOVI

Autonomni brodovi su suvremena visoko-tehnologizirana plovila koja iziskuju manje ljudskih resursa nego klasični brodovi, dok u pojedinim slučajevima oni uopće ne iziskuju ljudsko prisustvo, ali iziskuju ljudski faktor pri upravljanju i posredovanju. Ideja autonomnih brodova bila je istovremeno sačuvati ljudske živote, minimalizirati mogućnost ljudske pogreške, ali i komercijalni razlozi kao što su ekonomska optimizacija radnih procesa kako bi se utrošilo što manje kapitala (kako ekonomskog, tako i ljudskog), a kako bi se radovi izvršili što preciznije. Iako se njihov razvoj uglavnom odvija u službi komercijalnih svrha, autonomni se brodovi već neko vrijeme razmatraju i razvijaju i kao specijalizirane jedinice za prijevoz, ali i osiguranje kako tereta, tako i ljudskih života.

Slika 7. *Yara Birkeland*, prvi autonomni kontejnerski brod – nacrt



Izvor: Bošnjak, 2019.

Prvi su se autonomni brodovi u kontekstu onih kakvima se danas susrećemo počeli razvijati krajem 20. stoljeća u Europi, ali i svijetu. Osobito s napretkom AI⁸ tehnologija, razvoj autonomnih brodova doživljava eksponencijalan rast. S obzirom da se, kada se radi o preookeanskim plovidbama i osobito u kontekstu slobodnog kapitalističkog (globalnog) tržišta, zapravo radi o poslovanju velikih investitora, nije čudno da je za razvoj autonomnih brodova brzo razvijen ogroman interes velikih ulagača, što objašnjava i nagli rast ove tehnologije. Iako svjesni da je u kontekstu pomorskog prometa ljudski faktor neizbježan, barem u posredovnom smislu, kada se govori o autonomnim brodovima danas, govori se o pomorstvu budućnosti kao takvom.

„U 2007. godini, skupina europskih dioničarskih društava poznata kao Waterborne TP je objavila istraživanje o razvoju pomorske industrije u budućnosti. Jedan dio istraživanja se odnosio na razvoj autonomnih brodova. Waterborne TP je tada definirao autonomni brod kao brod opremljen modularnim upravljačkim sustavima i komunikacijskim tehnologijama te naprednim sustavima za odlučivanje koji omogućuje udaljeno nadgledanje i upravljanje“ (Matas, 2020: 3).

Prvi cjelovito autonomni brod nazvan *Yara Birkeland* razvijen je u Norveškoj, a prvi je put naručen 2017. godine od strane kompanije *Yara International*. Radi se o kontejnerskom brodu koji danas prenosi gnojivo od luke Herøya do luke Brevik u Norveškoj. Dizajniran je kao prototip koncepta potpuno autonomnog broda koji bi prema nacrtima i integriranim rješenjima trebao biti sposoban i za preookeansku plovidbu, a karakterizira ga sposobnost izvršenja brojnih kompleksnih industrijskih operacija vezanih kako uz plovidbu, tako i osobito uz lučke procedure.

„Koncept ovog plovila započeo je 2017. s ciljem izgradnje plovila koje bi moglo demonstrirati operacije bez ugljika. Narudžba za izgradnju predana je 2018. brodogradilištu Yard u Brattvågu, a nakon kašnjenja tijekom izgradnje, brod je isporučen krajem 2020. nakon opremanja svojih sustava, *Yara Birkeland* stigla je u matičnu luku Brevik, u blizini Yarine tvornice Porsgrunn koja proizvodi gnojiva, u

⁸ AI = eng. *Artificial Intelligence* međunarodna je oznaka za umjetnu inteligenciju tj. svu tehnologiju koja uključuje istu. *Op. aut.*

studenom 2021. i u prosincu napravio je demonstracijsko putovanje za pretpremijeru u Oslu“ (The Maritime Executive, 2022).

Slike 7. i 8. prikazuju *Yara Birkeland* kao nacrt i finalni proizvod. To je brod dugačak 80 metara, promjera gotovo 15 metara, te gaza 12 metara. Pogonjen je električnim motorima koje pokreću dva azipoda (elektronički predložci koji služe kao kontrolna jedinica) te dva tunelska porivnika. Snaga akumulatora koji pokreću ovaj brod je 6.7MWh, a s njima plovilo postiže optimalnu brzinu od 6 čvorova i maksimalnu brzinu od 10 čvorova (prema: Morris, 2017).

Slika 8. *Yara Birkeland*



Izvor: Ilić, 2023.

Ono što je zanimljivo u kontekstu razvoja autonomnih brodova jest činjenica da njihov ubrzani razvoj kada je u pitanju promet autonomnim plovilima donosi nemale i kompleksne pravne preinake. Naime, iako je pomorski svijet spreman za ovakva

inovativna rješenja, svijet pomorskog prava još uvijek nije. Pajković objašnjava problematiku pravnog aspekta kontrole i nadzora autonomnih brodova u Republici Hrvatskoj, ali s kojim se nose i brojne druge svjetske države:

„Prije donošenja Zakona o izmjenama i dopunama Pomorskog zakonika, Narodne Novine, br. 17/2019 (dalje: ZIDPZ) hrvatsko pomorsko pravo nije izrijeком poznavalo autonomne plovne objekte poput autonomnih ronilica, autonomnih brodova i drugih sličnih objekata, već se njihova prepoznatljivost unutar zakonskih normi izvlačila posredno tumačenjem. Ovakva situacija dovođila je do određenih nedorečenosti po pitanju upisa odgovarajućeg plovila, zatim odgovornosti, osobito prava njezina ograničavanja, nadalje pitanja prisutnosti i popunjenosti posadom te načina pohranjivanja brodske dokumentacije itd.“ (Pajković, 2021: 886).

Tehnologija se razvija znatno brže nego pravo. Prilagodbu pravnih režima tehnološkim unaprjeđenjima ometa komplicirana zakonodavna procedura i birokracija. Promjene koje u svijetu donosi tehnologija osjećaju se u pomorskoj industriji kao i u drugim industrijama. U svjetlu nezaobilaznog tehnološkog razvoja, u radu se proučavaju područja pomorskog prava na koja djeluje otkriće autonomnih plovila i mogući putovi zaobilaženja prepreka u njihovom pravnom uređenju. (Osinuga, 2020).

3.1. ŠTO SU AUTONOMNI BRODOVI

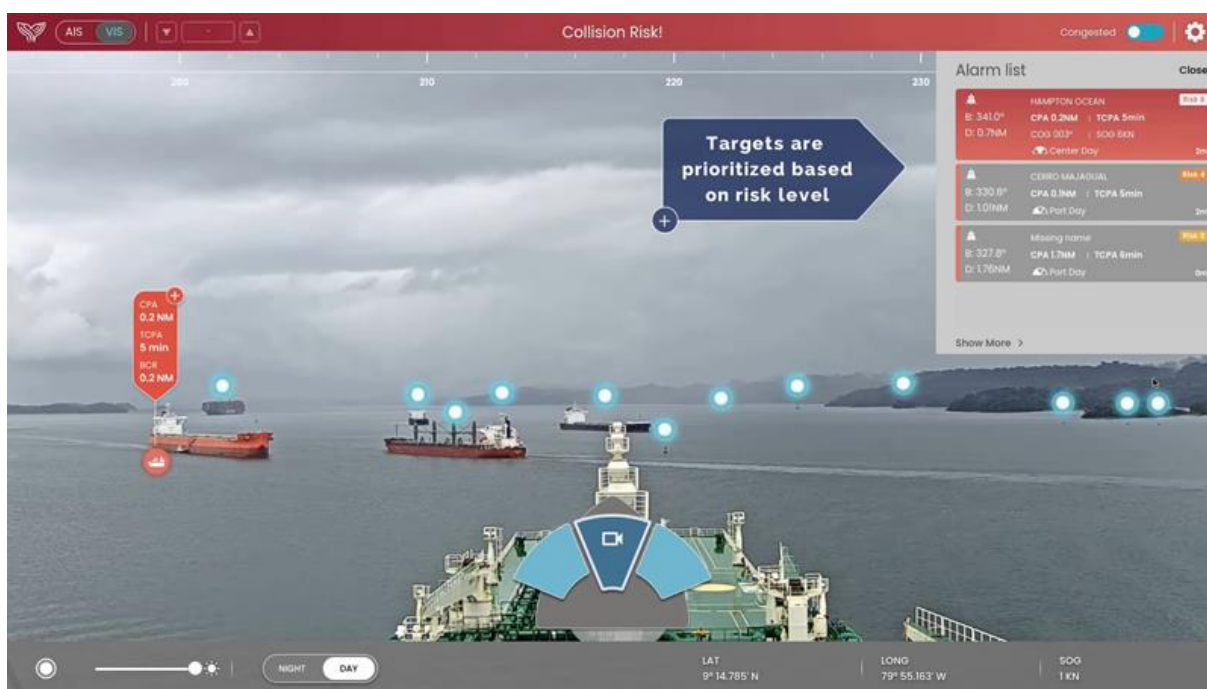
Suvremeni su brodovi razvijeni sukladno suvremenim potrebama brodarstva, ali i okolnostima od kojih primarno gospodarskim, ekološkim, ali i demografskim te onim s tržišta znanja i vještina. S obzirom na ove brojne okolnosti, danas svjedočimo trendu prema sporijim plovilima odnosno brodovima, i to takvim koji bi opravdali ekološke i ekonomske imperativne.

Također, brodarstvo se na globalnoj razini suočava s nedostatkom obrazovanog pomorskog kadra, unatoč neprestanom tehnološkom napretku koji nastoji automatizirati što je više moguće brodskih procesa na taj način posljedično umanjujući potrebu za

ljudskim faktorom na samom brodu. Zbog trenda povećanja veličine broda, ali i zbog trenda prema sporijim plovilima, veličina se broda povećava, kao što se i produžava vrijeme koje pomorci imaju provesti ne samo na moru, već i na plovilu kao takvom.

U ovim okolnostima javljaju se autonomni brodovi koji se doimaju pravim rješenjem za gore opisane situacije. Povećanje obima pomorskog prijevoza, njegovo općenito usporenje, zajedno s nestašicom pomoraca svoje rješenje traži u automatiziranim i AI rješenjima mnoga od kojih se mogu susresti u suvremenim autonomnim brodovima (prema Belamarić i Bošnjak, 2018).

Slika 9. Autonomna vožnja u akciji



Izvor: Vrbanus, 2022.

Slika 9. prikazuje autonomnu vožnju prikazanu na kontrolnom sučelju. Ova vrsta upravljanja brodom može se usporediti s programima koji koriste virtualnu stvarnost, a koji se koriste u obuci kako mladih pomoraca, tako i mladih pilota, ali i pilota drugih vrsta letjelica. Ovdje je prikazan samo jedan od sučeljskih sustava kojih je uvijek više, a koji osim realne situacije prikazuju i statističke te logističke parametre koju su nužni za

upravljanje i nadzor kada se radi o operativnosti autonomnih brodova, neovisno o njihovoj vrsti. Visoka razina tehnologizacije stoga je jedna od osnovnih karakteristika upravljanja autonomnim brodovima.

Iako je svaki autonoman brod građen s posebnom intencijom (tehnologija koja je u njega ugrađena odgovara na jednu ili više posebnih potreba, a s obzirom na namjenu plovila/broda), većina autonomnih brodova odgovara na pitanja i potrebe ekološke i ekonomske prirode, a kada je u pitanju suvremena prekoceanska plovidba. Osim ovih, Belamarić i Bošnjak navode i druge razloge za uvođenje autonomnih brodova, osobito one komercijalne: 2018. godine u SAD-u procijenjeno je da je gotovo 96% svih pomorskih nezgoda uzrokovano ljudskom pogreškom, a da ukupni troškovi vezani za posadu broda iznose gotovo 44% ukupnih troškova broda (prema Belamarić i Bošnjak, 2018).

Činjenica da se ljude treba obrazovati i obučiti, platiti, ukrcati/iskrcati, smjestiti, nahraniti, ugrijati te zbrinuti i zaštititi na druge načine doprinosi primjerice američkim nacionalnim tendencijama za uvođenjem autonomnim brodova.

Autonomni brodovi tako odgovaraju i na ove potrebe: stambeni se prostor za pomorce na brodu smanjuje, problem hrane rješava se dostavom ili unaprijed pripremljenim/organiziranim obrocima, a zato što se prostor za teret povećao itd. (*Ibid.*) Ukratko, ovakav će brod imati oko 5% manju masu, a trošit će i do 15% manje goriva u odnosu na neautonomne brodove (*Ibid.*).

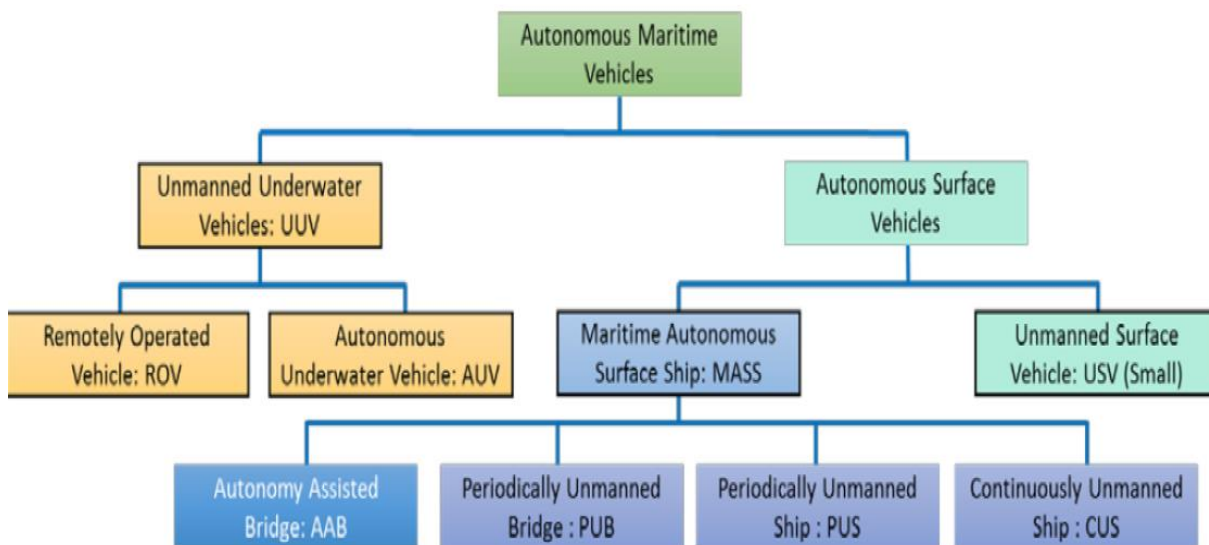
3.2. VRSTE AUTONOMNIH BRODOVA

Autonomni se brodovi dijele u nekoliko skupina (Slika 10.) najznačajnije od kojih su podvodne plovilice bez posade te autonomne površinske brodice. Spomenute se dijele na

- MASS brodice (*Maritime Autonomous Surface Ship*) odnosno pomorske autonomne površinske brodove koji u pravilu raspolažu s reduciranom posadom tj. imaju ljudski faktor te
- površinske brodove bez posade (*USV – Unmanned Surface Vehicle*) koji su u pravilu manji i nemaju ljudsku posadu.

Ove se dvije velike kategorije Autonomnih površinskih plovila kasnije dijele na manje pod kategorije, a čije su karakteristike još uvijek u razvoju, prema čemu se ispostavlja da će se u kontekstu klasifikacije autonomnih pomorskih sustava i vrste autonomnih brodova i dalje nastaviti s raščlambom specifičnih namjenskih jedinica i tehnologija.

Slika 10. Klasifikacija autonomnih pomorskih sustava i vrste autonomnih brodova



Izvor: Radman, 2019: 3.

Ipak, kada se govori o MASS brodovima koji zauzimaju najviše prostora u suvremenim raspravama o autonomnim brodovima, oni se dijele na četiri kategorije:

- 1) **AAB** (*Autonomy Assisted Bridge*) pri kojem je na mostu ipak prisutna posada koja kontrolira u upravlja procesima – na palubi tog broda uvijek se nalazi posada koja brzo reagira u svakoj situaciji. Ovaj tip broda neće izazvati posebne regulatorne mjere osim mogućnosti uspostavljanja novih standarda za performanse i dodatne funkcionalnosti na mostu (prema Radman, 2019: 4),
- 2) **PUB** (*Periodically Unmanned Bridge*) odnosno brodovi kojima na mostovima nije uvijek već periodično potrebna prisutnost posade – ovi brodovi obavljaju svoje aktivnosti bez posade na mostu u određenim vremenskim razdobljima, primjerice, na otvorenom moru u dobrom vremenu. Posada se nalazi na brodu i može biti pozvana na most u slučaju bilo kakvih problema (*Ibid*),
- 3) **PUS** (*Periodically Unmanned Ship*) je brod koji periodično uopće nema posadu – ova vrsta broda obavlja svoje aktivnosti bez posade tijekom duljeg vremenskog razdoblja, poput preookeanskog putovanja. Tim za ukrcaj ili prateći brod pristupaju brodu i preuzimaju upravljanje, primjerice prilikom pristajanja u luci. Zakonski zahtjevi vjerojatno će biti slični kao i za sljedeću klasu brodov (*Ibid*) te
- 4) **CUS** (*Continuously Unmanned Ship*) tj. brod koji u kontinuitetu nema posadu – ovi su brodovi konstruirani da obavljaju zadatke bez posade na mostu tijekom cijelog svog djelovanja, osim u posebnim slučajevima kada postoji neposredna opasnost. To znači da na brodu nema ovlaštenih osoba koje preuzimaju upravljanje na mostu, jer bi u tom slučaju brod bio kategoriziran kao PUB. Međutim, napomenimo da ovo ne znači da na brodu nema drugih osoba, poput putnika ili posade zadužene za održavanje broda (*Ibid*).

3.3. POSEBNO VAŽNE TEHNOLOGIJE NA AUTONOMNIM BRODOVIMA

AIS sustavi ili automatski identifikacijski sustav (*Automatic Identification System*) jest sustav namijenjen prikazu svih plovila koja se nalaze u blizini plovila u kojima je ugrađen AIS sustav. Osim plovila koja su u blizini, AIS sustav prikazuje i njihov status u

vidu: vrste broda, njegove brzine, tereta koji prevozi, njegove udaljenosti od matičnog plovila, smjera plovidbe uočenog plovila, ali i nekih drugih specifičnih podataka o plovilu koje je uočeno AIS sustavom. Osim podataka s uočenih plovila, AIS sustav prikuplja i podatke sa zemaljskih postaja u blizini, ali i s plovila u njegovoj blizini matičnog plovila.

AIS sustav služi kako bi informacije na moru bile što potpunije (kvalitetnije), pouzdanije te kako bi njihov transfer među plovilima bio što brži, a u svrhu pravovremenog reagiranja na stanovite situacije, bile one faktične ili potencijalne. U pravilu AIS sustav predstavlja siguran i brz transfer nužnih podataka, kada je u pitanju (sigurna) plovidba (prema Barićević, 2019). Osim AIS sustava u autonomnim je brodovima od krucijalne važnosti i ECDIS sustav za elektroničku navigaciju i predviđanje stanovitih navigacijskih parametara. Oba ova sustava uvelike ovise o digitalnoj tehnološkoj komponenti ugrađenoj u autonomni brod.

Globalni sustav pozicioniranja (GPS – *Global Positioning System*) mreža je satelita i prijemnih uređaja koji se koriste za određivanje lokacije stanovitih stvari (ljudi, stvari, uređaja itd.) na Zemlji. Neki GPS sustavi toliko su precizni da mogu odrediti lokaciju osobe ili predmeta do točnosti jednog centimetra.

3.3.1. GPS sustavi

Globalni sustav pozicioniranja (GPS) mreža je satelita i prijemnih uređaja koji se koriste za određivanje lokacije nečega na Zemlji. Radi se o jednoj od prvih suvremenih tehnologija koje se bave lociranjem, a koje su nužni preduvjet za operabilnost bilo koje vrste broda. Čak i zastarjeli GPS sustav na brodova ima uvelike olakšava njihovo djelovanje u vidu sveopće operativnosti i funkcionalnosti. GPS prijemnici daju lokaciju u zemljopisnoj širini, dužini i nadmorskoj visini. Oni također daju i točno vrijeme u kontekstu pretrage. GPS uključuje nekoliko desetaka satelita koji kruže oko Zemlje u preciznim orbitama. Svaki satelit napravi pun krug oko Zemlje cca. svakih 12 sati.

GPS prijemnici su programirani za primanje informacija o tome gdje se svaki satelit nalazi u bilo kojem trenutku. GPS prijamnik određuje vlastitu lokaciju mjerenjem vremena potrebnog da signal stigne na njegovu lokaciju s najmanje četiri satelita. Budući da radiovalovi putuju konstantnom brzinom, prijamnik može koristiti mjerenje vremena za izračunavanje udaljenosti od svakog satelita.

Korištenje više satelita čini GPS podatke točnijim. Ako GPS prijamnik izračuna svoju udaljenost od samo jednog satelita, to može biti točna udaljenost od satelita u bilo kojem smjeru. Svi brodovi, pa tako i autonomni brodovi koriste GPS sustav za navigaciju. GPS prijamnik iscrtava lokaciju broda koja se stalno mijenja na elektroničkoj karti. Karta pruža upute do odredišta. I lokacija i brod ucrtavaju se pomoću satelitskih podataka.

3.3.2. ECDIS sustavi

ECDIS sustav (*Electronic Chart Display and Information System*) ili sustav za prikaz elektroničkih karti posljednja je instanca u razvoju sustava navigacijskih karti. ECDIS sustav koristi se u mornaričkim plovilima i komercijalnim brodovima. Upotrebom sustava elektroničkih karata brodskoj je navigacijskoj posadi postalo lakše odrediti lokacije i dobiti upute u kontekstu smjera i kretanja morem uopće.

Osim povećanja navigacijske sigurnosti, ECDIS uvelike olakšava posao navigatora svojim automatskim mogućnostima kao što su planiranje rute, praćenje rute, automatsko izračunavanje ETA i ažuriranje ENC-a. Osim toga, ECDIS pruža mnoge druge sofisticirane navigacijske i sigurnosne značajke, uključujući kontinuirano snimanje podataka za kasniju analizu.

Novi, odnosno izmijenjeni SOLAS-ov⁹ propis V/19 zahtijeva da svi novoizgrađeni putnički brodovi od 500 bruto tona i više, kao i novoizgrađeni teretni brodovi od 3000

⁹ SOLAS (*International Convention for the Safety of Life at Sea*) je oznaka za Međunarodnu konvenciju o zaštiti života na moru ta kao takva predstavlja međunarodni pomorski protokol koji propisuje minimalne sigurnosne standarde u konstrukciji, opremi i radu trgovačkih brodova. Konvencija Međunarodne

bruto tona i više koji obavljaju međunarodna putovanja moraju biti opremljeni ECDIS sustavima. Za postojeće brodove, uvodi se postupno uvođenje zahtjeva za opremanje za sve brodove određene veličine koji su angažirani na međunarodnim putovanjima (prema: Bhattacharjee, 2021).

ECDIS je složen sustav, osobito važan u kontekstu sigurnosti broda, a koji se temelji na računalnoj tehnologiji s više opcija za prikaz i za integraciju. Stalna sigurna i učinkovita uporaba ECDIS-a uključuje mnoge sudionike pomorskog prometa uključujući pomorce, proizvođače opreme, proizvođače karata, pružatelje održavanja vanjskih (hardverskih) i unutarnjih (softverskih) računalnih komponenti, brodovlasnike i operatere te pružatelje obuke. Važno je da svi ovi sudionici imaju jasno i zajedničko razumijevanje svojih uloga i svojih specifičnih odgovornosti u kontekstu ECDIS sustava koji je ugrađen u brod.

3.3.3. AIS sustavi

AIS sustavi u pravilu upošljavaju VHF¹⁰ tehnologiju pri kojoj se koriste vrlo visoke frekvencije za razmjenu kodiranih podataka i relevantnih informacija u stvarnom vremenu. Za ovu su operaciju potrebna najmanje dva AIS sustava odnosno dvije instance koje sudjeluju u razmjeni podataka na moru.

U pravilu su to brodovi i zemaljske postaje, ali AIS tehnologijom mogu biti opremljeni i zrakoplovi, ali i stanovita, uglavnom specijalizirana vozila. „AIS sustav obrađuje u jednoj minuti oko 4000 podataka o navigaciji, a svake dvije sekunde obnavlja prikupljene informacije. Mogućnost tako brze obrade podataka omogućuje mu SOTDMA protokol. SOTDMA protokol označuje jedan od najkompleksnijih dijelova

pomorske organizacije zahtijeva od država potpisnica konvencije da osiguraju brodovima pod njihovom zastavom potpuno usklađenje sa standardima konvencije. *op. aut.*

¹⁰ *Very High Frequency* ili vrlo visoka frekvencija (VHF) je međunarodna telekomunikacijska oznaka koja označava raspon radiofrekventnih elektromagnetskih valova (radiovalovi) od 30 do 300 megaherca (MHz), s odgovarajućim valnim duljinama od deset metara do jednog metra. Frekvencije odmah ispod VHF-a označavaju se kao visoke frekvencije (*High Frequency* – HF), a sljedeće više frekvencije poznate su kao ultra visoke frekvencije (*Ultra High Frequency* – UHF). *op. aut.*

AIS sustava, a funkcionira tako da automatski i samoorganizirano podjeli vrijeme obrade podataka“ (Baričević, 2019: 14).

Informacije koje su prikupljene na ovaj način prikazuju se na računalnom sučelju integriranom u navigacijske i nadzorne upravljačke sustave broda koji se nalaze objedinjeni na mostu broda (Slika 9. prikazuje AIS sučelje autonomnog broda). U većini su slučajeva AIS podaci na sučelju prikazani u stvarnom vremenu čime je olakšana upotreba AIS sustava, ali i omogućeno pravovremeno reagiranje broda ovisno o informacijama koje prima. AIS sustav koristi i GPS satelitski sustav kako bi svaki objekt koji je prikazan na upravljačkom sučelju imao pripisane točne koordinate, ali i udaljenost od plovila u kontekstu vremena.

3.3.4. Primjena AIS sustava

Primjena AIS sustava vezana je kako uz sigurnost u pomorskom prometu, tako i uz optimalna rješenja kada su u pitanju neke od specifičnih situacija, bile one rutinske ili izvanredne, a u pomorskom prometu. AIS sustav posebno je pogodno sredstvo razmjene podataka u slučajevima nepovoljnih vremenskih i inih okolnosti, što je posebice značajno kada se govori o traganju i spašavanju na moru, pri čemu sva plovila uključena u akciju traganja i spašavanja u idealnom slučaju raspoložu AIS sustavom.

Ipak, AIS sustav nije ugrađen u svako plovilo koje sudjeluje u suvremenom pomorskom prometu. Prije korištenja AIS sustava međubrodsko se komunikacija oslanjala na radarske tehnologije, ali „nedostatak radarskog sustava je u tome što bi on svojim radom prikazao objekt kojeg bi očitao, ali nije mogao pružiti detaljnije informacije o tom objektu“ (Baričević, 2019: 20).

Primjena AIS sustava, a s obzirom na odrednice samog sustava omogućuje ne samo sigurniju plovidbu i točniji i brži pritek nužnih informacija, već i veći obim relevantnih informacija, ali i jednostavnije i pravodobnije reagiranje, bilo da se radi o

brodu ili o zemaljskoj postaji u blizini broda. Ono što AIS sustav onemogućuje jest preklapanje više praćenih objekata u danom vremenskom rasponu, što je bila karakteristika i nedostatak radarske tehnologije u ovom kontekstu. „Zbog sjene koji veći objekt ima on zasjenjuje manji objekt te tako radar iz označuje kao da su jedan objekt u sustavu.

Ovaj nedostatak je opasan radi sigurnosti jer prilikom plovidbe može doći do neočekivanog povećanja broja plovila i do nemogućnosti sigurnog manevriranja plovilom. Kod planiranja rute moguće je pogriješiti upravo zbog nesigurnosti u točan broj plovila u okruženju te u njihov smjer i putanju plovidbe. Ovakve situacije mogu dovesti do kolizije brodova i velikih nesreća“ (*Ibid*). AIS sustav ima opciju detektiranja brodova koji nemaju ugrađenu AIS tehnologiju, ali i onih koji su možebitno zaklonjeni kakvom geografskom ili inom preprekom.

Detekcija plovila i ostalih pomorskih objekata naizgled skrivenih iza geografskih prepreka (uporabom VHF tehnologije) olakšava planiranje pomorskih ruta te omogućuje stanovite spasilačke intervencije u onom slučajevima u kojima se spasilački brodovi ne nalaze u blizini unesrećenog plovila – AIS sustavi svih plovila u blizini detektiraju unesrećeni brod, neovisno o preprekama, te mogu obavijestiti sigurnosne instance o nesreći na moru, ali i priskočiti u pomoć unesrećenom plovilu, ovisno o situaciji na moru.

Primjena AIS sustava osobito je važna kod velikih brodova koji u pravilu imaju smanjenu mogućnost manevriranja te jasnim pregledom i analitikom situacije koja je prikazana na AIS sučelju, oni mogu planirati svoje rute, ali i biti pravovremeno obaviješteni o nepovoljnim uvjetima na moru, neovisno o njihovoj prirodi, kako bi mogli pravovaljano reagirati s obzirom na smanjen manevarski prostor tj. brzinu koja ih karakterizira.

3.3.5. Sigurnost AIS sustava kod autonomnih brodova

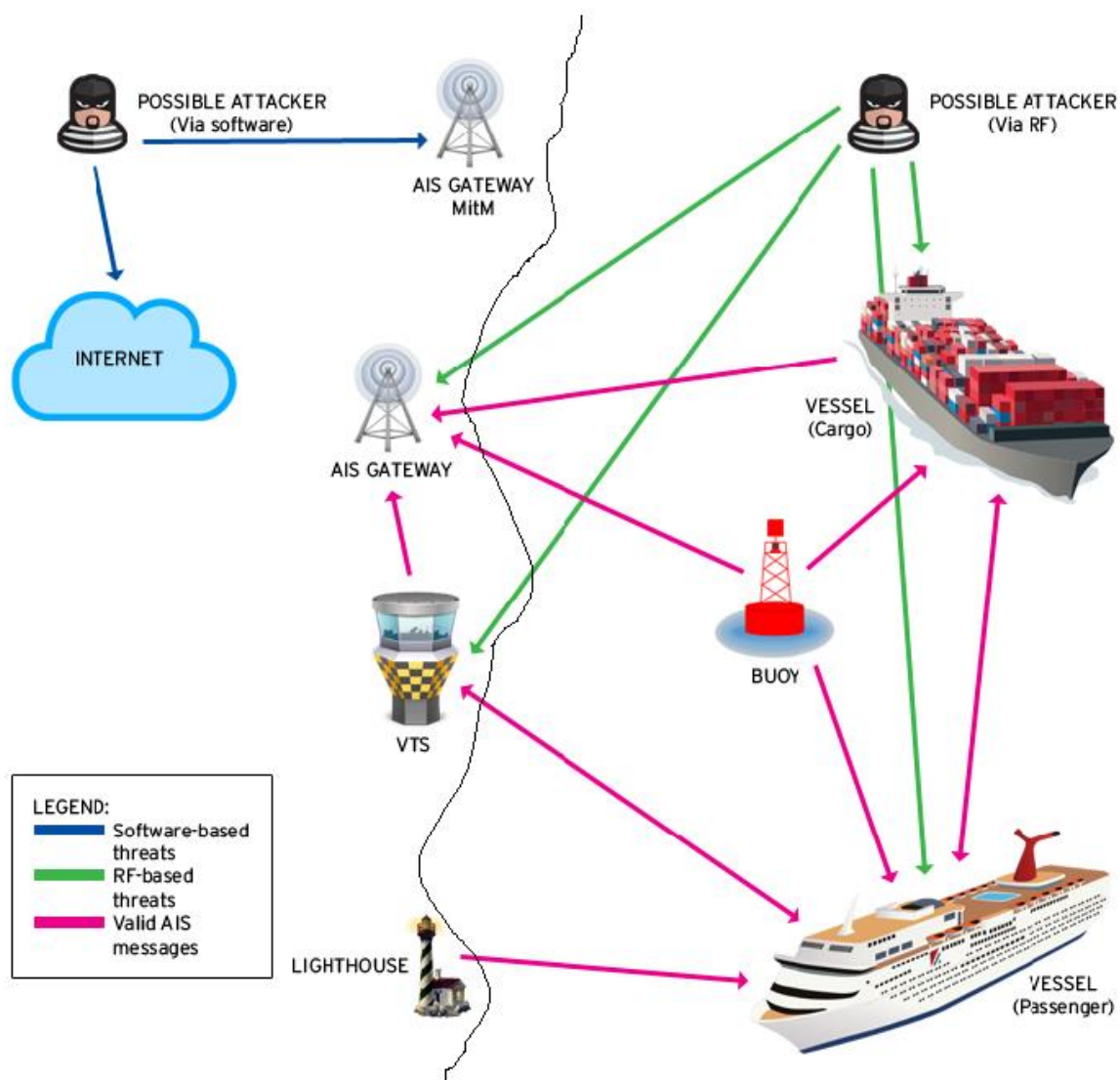
U kontekstu sigurnosti AIS sustava, važno je govoriti o *cyber* sigurnosti. *Cyber* sigurnost je provedba obrane računala odnosno svih elektroničkih sustava, mreža i elektroničkih i mrežnih podataka od zlonamjernih napada, neovisno o instanci koja planira ili vrši napad. *Cyber* sigurnost se naziva i sigurnošću informacijske tehnologije ili elektroničkom informacijskom sigurnošću.

Autonomni se brodovi oslanjaju na informatičke odnosno elektroničke tehnologije te su kao takvi, logično je, izuzetno podložni *cyber* kriminalu. Općenito govoreći, *cyber* napadi nisu nepoznanica pomorcima, osobito na dugim plovidbama te osobito u stanovitim, posebno opasnim, poznatim zonama u kojima se događaju piratske odnosno kriminalne aktivnosti. Kod autonomnih brodova ova se činjenica odnosno bojazan dodatno komplicira, a s obzirom na činjenicu da autonomni brodovi u potpunosti ovise o digitalnoj tehnologiji u kontekstu svoje operativnosti, kako u kontekstu kretanja, tako i u kontekstu nadzora, ali i obavljanja specifičnih djelatnosti.

Cyber napadi mnogo su više nepredvidljivog karaktera negoli su to fizički napadi na plovilo; oni su također mnogo raznovrsniji. Posebne su slabosti u vidu *cyber* napada kod autonomnih brodova njihovi GPS, AIS i ECDIS sustavi koji predstavljaju računalne softvere posebno ugrožene od strane trećih osoba odnosno instanci.

Ovisno o tipu broda, njegovoj veličini i namjeni razmatra se i njegova ugroženost u pomorskom prometu, a MSC (*Maritime Safety Committee*) tj. Međunarodni odbor za sigurnost na moru regulira osnovne smjernice za svaku pojedinu vrstu broda, njegov tip i namjenu. Ova pravna instanca redovito nadopunjuje svoje propise i protokole, ali i smjernice koje služe kao savjetodavna mjera pomorskim instancama (brodovlasnicima, graditeljima itd.) kako bi se osigurao, ali i povećao globalni standard u kontekstu *cyber* sigurnosti na moru.

Slika 11. Mogući napad u kontekstu AIS tehnologije



Izvor: Balduzzi et al., 2014: 4.

Neki su od mogućih *cyber* napada na autonomne brodove vezani uz: simulaciju svjetionika za pomoć, lažnih meteoroloških obavijesti, disrupciju dostupnosti, simulaciju nepostojećih brodova (*ship spoofing*), otimanje/hakiranje AIS sustava itd. (prema: Balduzzi et al., 2014).

Jedan od čestih načina *cyber* napada na autonomne brodove jest generiranje lažnih podataka kao što je simulacija svjetionika za pomoć. Pri ovom napadu, napadač

pokreće upozorenja za manipulativnu navigaciju broda kako bi on došao do neprijateljskih morskih prostora koji su pod kontrolom napadača. S obzirom na sve veći broj pokušaji ove vrste napada (npr. u Gvinejskom zaljevu i Somaliji), lažiranje svjetionika za pomoć može predstavljati ozbiljnu ugrozu na moru (prema Balduzzi et al., 2014).

S obzirom na to da AIS sustav također prenosi dinamičke podatke, radi se o podacima koji odražavaju promjenjive uvjete okoline kao što su morske struje i klimatski uvjeti. U tu svrhu AIS sustav koristi poseban, binarni format poruke. Lažiranje vremenske prognoze uključuje lažne najave koje uzrokuju nepotrebna ažuriranja unutar AIS sustava ažuriranja, primjerice najavu sunčanog vremena kada se zapravo očekuje nevjeme.

Disrupcija (prekid) dostupnosti može se izvesti na više načina:

- lažno predstavljanje u vidu pomorskih ovlaštenika kako bi se prekinuo kontinuitet cijelog AIS prijenosa, a u svrhu prekida komunikacije među više AIS postaja,
- lažno predstavljanje u vidu pomorskih ovlaštenika kako bi se promijenila frekvencija na kojoj AIS sustav operira,
- zlonamjerni korisnici mogu dati upute AIS transponderima da odgode vrijeme izvršenja jednostavnih naredbi, čime se sprječava daljnje komuniciranje o poziciji ugroženog plovila.

Simulacija nepostojećeg broda odnosi se na proces izrade valjanog, ali nepostojećeg broda. Uključuje dodjelu statičkih informacija kao što su naziv plovila, identifikatori (tj. MMSI i pozivni znak), zastava, vrsta broda i njegova namjena (npr. teret), proizvođač i dimenzije kao i dinamičke informacije kao što je status broda (npr. u plovidbi ili usidren), položaj, brzinu, kurs i odredište do fiktivnog broda (prema: Balduzzi et al., 2014). *Ship spoofing* pruža napadačima širok raspon zlonamjernih scenarija napada s kojima mogu raspolagati.

Oni mogu učiniti da plovila izgledaju kao da su u nadležnosti neprijateljske nacije ili da nose nuklearni teret dok plove vodama nacije bez nuklearnog oružja. Brodsko lažiranje moglo bi uzrokovati probleme za automatizirane sustave koji identificiraju podatke i donose zaključke na temelju prikupljenih AIS informacija. Ovi sustavi bi mogli otkrivati brodove koji izlijevaju naftu u otvoreno more ili predviđati pomorsku trgovinu. Napadači mogu krivotvoriti podatke kako bi, primjerice, okrivili drugo plovilo (Balduzzi et al., 2014: 9).

3.4. AUTONOMNI BRODOVI U SVIJETU

Razvoj tehnologije i osobito računalne AI tehnologije ostavio je najviše utjecaja na svjetsku pomorsku industriju tako da je omogućio upravljanje plovnim objektima, pa tako i brodovima putem računala. Posljednjih se godina na svjetskoj razini neprestano govori o uvođenju potpuno automatiziranih sustava na brodovima, a što je logično jer ista znači velike uštede za investitore u globalnoj pomorskoj industriji, ali i velike pomake u kontekstu sigurnosti plovidbe i izvođenja nekih kompleksnijih operacija kao što je navigacija u tjesnacima i slično.

Osnovni je uzrok ovome, osim onog komercijalnog bilo smanjenje mogućnosti ljudske pogreške, rješavanje svjetskog problema koji se tiče sve manjeg broja kvalificiranih pomoraca, ali i njihove sigurnosti na preookeanskim plovidbama.

Na ovaj način, globalna pomorska industrija doživljava zaista ogroman rast i razvoj, a uvođenje informatičkih (i uvijek osobito AI sustava) smanjuje potrebu za velikim posadama koje su danas prisutne u preookeanskim plovidbama. „Brod bez posade otvara uzbudljivu mogućnost rekonstrukcije načina na koji su brodovi građeni i projektirani te načina na koji se njime upravlja. Mnoga ograničenja uklonjena su na brodu kada se na njemu ne nalaze ljudi, od kojih je najvažnije uklanjanje paluba i prostora na palubi, na kojoj borave ljudi, što će uvelike uštedjeti troškove izgradnje, težinu i prostor, te omogućiti prijevoz veće količine tereta.

Brod opremljen sustavima koji služe samo posadi, te uklanjanjem tih sustava će se ujedno pojednostaviti i poboljšati pouzdanost i produktivnost uz smanjenje troškova izgradnje i rada. Međutim, potrebno je osigurati dostatnu komunikaciju s kopnom i uspostaviti sustave kojima ljudi mogu sigurno upravljati na kratkim i većim udaljenostima“ (Dorčić, 2022). Osim izdržljivosti pri upravljanju tj. održivosti autonomnih brodova, važno je spomenuti i obilje logističkih podataka koje će autonomni brod (uvijek ovisno o svojoj namjeni) ne samo obrađivati već i prikupljati.

„Sigurna i uspješna implementacija koncepta autonomnih brodova nemoguća je bez stabilne komunikacijske veze između broda i obale. U radu su navedene trenutne mogućnosti kao i ograničenja vezana za potrebe brodova u autonomnom obliku rada. Sustav da bi uspješno funkcionirao potrebna je i kvalitetna komunikacijska arhitektura, u radu se spominju postojeće i neke nove tehnologije koje mogu osigurati siguran i stabilan promet podataka između obale i broda. Veliki dio prometa podataka ići će preko satelita, a u obalnim područjima preko obalnih radiopostaja“ (Radman, 2019: 52).

Iz ovih se razloga ispostavlja logičnim da će razvoj autonomnih brodova još neko vrijeme svakako biti „opsesijom“ velikih svjetskih brodograditelja, a upravo zbog velikih i kompleksnih integracija višeslojnih elemenata koje zahtijeva razvoj ovakvih plovila. Primjerice, plovilica od 15 metara, pogonjena hibridnim elektromotorom na solarni pogon, opremljen je kamerama s umjetnom inteligencijom i desecima ugrađenih senzora“ (Andrić, 2021), a to je samo jedna od mnogobrojnih vrsta autonomnih brodova i to se pritom radi o jednostavnijem modelu autonomnog broda.

Nastojanja da se razviju ne samo autonomni brodovi, već i zakonodavne te protokolarne regulative koje će definirati, kategorizirati, ograničavati i usmjeravati ne samo njihov razvoj već i njihovu namjenu te najvažnije – upravljanje istima – jedna su od gorućih tema svih pomorskih zemalja pa tako i Republike Hrvatske koja i sama ulaže u razvoj autonomnih brodova, a u istom postiže i neke značajne rezultate, prepoznate na svjetskoj brodograditeljskoj sceni.

„Realizacija pomorske autonomije na globalnoj razini će zahtijevati uključenost svih stranaka u pomorskoj industriji, uključujući regulatorna tijela, osiguravatelje, klasifikacijska društva, brodovlasnike, brodogradilišta itd. Da se udovolji postojećim a i budućim pravnim zahtjevima, autonomni brodovi će morati imati razinu sigurnosti koja je najmanje jednaka postojećim brodovima. Autonomija ima potencijal za smanjiti ljudske greške ali istodobno otvara neke nove rizike koji se trebaju riješiti“ (Matas, 2020: 42).

3.5. AUTONOMNI BRODOVI U HRVATSKOJ

Autonomni se brodovi u Hrvatskoj predstavljaju posljednjih godina u pomorskim znanostima u sve većem broju i u kontekstu sve više organizacijskih instanci. Iako je izgradnja autonomnih brodova u Hrvatskoj kao takva još uvijek u povojima, hrvatsko pomorstvo već neko vrijeme radi na predviđanju utjecaja koje ova rapidno razvijajuća tehnologija donosi, ali i implicira.

Jedno od posljednjih ovakvih događanja bilo je predavanje koje se u ožujku 2023. godine održalo u Splitu naslovljeno „*MASS – Maritime Autonomous Surface*“, a bilo je održano na Pomorskom fakultetu u organizaciji Hrvatske udruge pomorskih kapetana i Udruge pomorskih kapetana Split (Ilić, 2023).

U ovom kontekstu Ilić donosi: „Puno je tu pitanja, od zakonodavstva do prakse. [...] Ono što je realno jest da tehnologija napreduje i time se događa unaprjeđenje sigurnosti. Iako će brod biti sposoban neke aktivnosti obaviti sam, i dalje će biti posade na njemu“ (*Ibid.*). Ono što je osobito zanimljivo u kontekstu ovog predavanja, ali i razmatranja razvoja autonomnih brodova u Hrvatskoj jest predviđanje da će studenti koji danas uče o autonomnim brodovima i predviđaju doseg njihove upotrebe i sami zasigurno imati priliku raditi na barem jednom od takvih brodova tijekom svojeg radnog staža.

Također je naglašeno, osobito od strane dekana Pomorskog fakulteta u Splitu, Pere Vidana, da je ljudski faktor, čak i kad se govori o ovako naprednim tehnologijama kao što su to autonomni brodovi – nezamjenjiv, posebno u kontekstu sigurnosti plovidbe i lučkih operacija pri kojima je važno ne samo imati odgovornu osobu, već često i vršiti neke sasvim manualne intervencije.

Ono što se, ipak, uvijek iznova posebno naglašava kada se govori teorijski o razvoju autonomnih brodova, a u kontekstu stanovitih država – jest da je najveći obim rada potrebno fokusirati u kontekstu protokolarnih propisa jer se tehnologija razvija mnogo brže negoli se razvija pomorsko pravo. Ilić napominje da su „Propisi koji se odnose na autonomne brodove, a na kojima se radi u Hrvatskoj još u radnoj fazi, a plan je da stupe na snagu 2028. godine kada će se odnositi na teretne autonomne brodove u međunarodnoj plovidbi, i to ukoliko budu uopće osposobljeni za to, nipošto za putničke“ (*Ibid.*), ali i da je izvjesno očekivati da će automatizacija i autonomija brodova poboljšati sigurnost plovidbe za ljude.

„Neke su studije i projekcije već izrađene, a izrada nekih drugih još je u tijeku i to na različitim razinama, od regionalnih do međunarodnih, u privatnom i javnom sektoru involviranošću različitih sudionika iz područja industrije, tj. poduzetništva, znanosti i obrazovanja te državne administracije, odnosno regulatornih tijela. Dok se u međuvremenu nude različite smjernice i preporuke, Republika je Hrvatska [...] u okviru najnovijih izmjena i dopuna svoga *corpus iuris maritimi* u pomorsko-pravnu nomenklaturu uvela novu kategoriju plovila – *autonomni plovni objekt*“ (Pajković, 2021: 876-877).

Osobito važno u kontekstu hrvatskog akademskog promišljanja autonomnih brodova jest i stvaranje razlike između autonomnih brodova i brodova bez posade, jer jedno iako implicira, ipak i ne označava drugo. Autonoman je brod onaj koji ipak ima posadu, u bitno reduciranoj mjeri negoli je to običan, klasičan brod, a sve ovisno o njegovoj namjeni. Brod bez posade na stanovit se način može smatrati umjetnom inteligencijom kao takvom, a definicije oko ove raščlambe prepuštene su stručnjacima koji će se ovisno o razvoju tehnologije, znati teorijski i definicijski postaviti na način da

što jednostavnije, ali precizno ove koncepte približe kako studentima, tako i široj javnosti.

U ožujku je u Splitu predstavljen i projekt Fakulteta elektrotehnike i računarstva, inovaciju nazvanu Autonomni katamaran za marikulturu (Slika 12.) koji je već osvojio nagradu svjetske organizacije za intelektualno vlasništvo (WIPO – *World Intellectual Property Organization*) za najbolju međunarodnu inovaciju sajma, a što je veliko priznanje za hrvatsku inovacijsku i pomorsku kulturu (*Ibid.*) Ovaj je projekt „prije dvije godine sudjelovao i u međunarodnom podvodnom eksperimentu „Podvodna komunikacija na daljinu – od Novog Zelanda do Hrvatske“ kada je testirana novozelandska ronilačka rukavica za komunikaciju s hrvatskim autonomnim podvodnim vozilom (engl. *Autonomous Underwater Vehicle, AUV*)“ (*Ibid.*)

Slika 12. Autonomni katamaran za marikulturu



Izvor: Škaberna, 2022.

U Hrvatskoj se u ljeto 2021. godine potpisala i inicijativa za izgradnju 21 autonomnog električnog katamarana koji će povezivati otoke. Radi se o inicijativi Fakulteta strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Zagrebu, Fakulteta elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu, Centra za transfer tehnologije i Inovacijskog centra Nikola Tesla. Ova [i]nicijativa predviđa razvoj i gradnju 21 putničkog katamarana (Slika 13.) kapaciteta 100 do 300 putnika, koji će biti izgrađeni u tri veličine te će po jedan od svakog modela biti smješten diljem Jadrana u sklopu pilot projekta testiranja mogućnosti pojedinih destinacija” (HINA, 2021).

Slika 13. Autonomni električni katamaran



Izvor: HINA, 2021.

Ova inicijativa ne samo da potvrđuje nastojanja i sposobnosti Republike Hrvatske da kao iako mala pomorska država ipak sudjeluje u nekim od najvažnijih svjetskih trendova kada je u pitanju brodogradnja i razvoj pomorskih tehnologija kao takvih, već i da se sama etablira kao zemlja visokorazvijene komercijalne plovidbe. Ono čemu se uvijek valja nadati, osobito kada se govori o malim nacionalnim nastojanjima jest mogućnost nacionalnih (ali i međunarodnih) ulaganja u razvoj ove vrste tehnologija.

4. AUTONOMNI BRODOVI U SUSTAVU TRAGANJA I SPAŠAVANJA NA MORU

U postojećim okolnostima ne čudi činjenica da se autonomni brodovi u sustavu traganja i spašavanja na moru zapravo jedva i koriste odnosno – ne koriste se. Njihov je razvoj, kao što je ustanovljeno u prethodnom poglavlju, još uvijek u početnim fazama, ovisno o instancama koje investiraju u isti. Ipak, stanovite se prilike u kontekstu uporabe autonomnih brodova pri traganju i spašavanju na moru mogu predvidjeti.

Prvenstveno u kontekstu traganja za unesrećenim plovilima, možemo ustanoviti da se u autonomnim brodovima nalazi velik potencijal, a zbog raznovrsnih i izuzetno naprednih (AI) tehnologija koje se u njih integriraju. Uporabom umjetne inteligencije u autonomnim brodovima, može se lakše predvidjeti moguće područje traganja i vjerojatnost sadržavanja na stanovitom području.

Osim toga, u suradnji s ljudskim (u ovom slučaju nadzornim) faktorom, autonomni se brod može opremiti na način da bude sposoban donositi i stanovite koordinatorske odluke kada je u pitanju traganje na moru, a njegov sustav namijenjen temeljitom pregledu područja može predvidjeti neke potencijalno opasne parametre i/ili elemente vezane uz samo traganje kao što su hridi i sprudovi, morske struje, promjena smjera, brzine i snage vjetra – te se autonomni brod prema tome može i pravodobno pripremiti za naglu ili intenzivnu promjenu plana.

Autonomni brod koji pritječe u pomoć unesrećenom plovilu može adekvatnim signalnim sustavima (kojih je uvijek poželjno da postoji više) alarmirati unesrećeno plovilo o stanovitim radnjama koje su prigodne i/ili nužne te nije potrebno da se vrše prevelike i kompleksne koordinacije ljudskog osoblja. U najboljem slučaju autonomno plovilo može donijeti izračun o najadekvatnijim spasilačkim jedinicama koje valja poslati na moguće područje traganja, a može i pristupiti trijaži kada je ovo isto područje u pitanju.

Kada se radi o spašavanju unesrećenog broda, dobro opremljeno i zapravo specijalizirano autonomno plovilo može zamijeniti ljudski faktor u kontekstu izvođenja same operacije spašavanja, pri čemu je moguće izbjeći faktor ljudske pogreške, a imajući na umu da je čovjek kako racionalno, tako i emocionalno biće koje je podložno pogrešnim procjenama, a upravo zbog donošenja nekih emocionalno pogonjenih odluka. Autonomni spasilački brod lakše se i na stanovit način usmjerenije („hladnokrvnije“) može zaputiti na područje nesreće, ma kakva da je njezina priroda odnosno čak i kad se radi o otežanim uvjetima spašavanja kao što je to primjerice požar.

Ono što svakako treba imati na umu pri razvoju ove specifične tehnologije – autonomnog broda za traganje i spašavanje na moru – jest dobra razrada spasilačkog protokola tj. dobra usklađenost sa spasilačkim propisima. Ako zamislimo unesrećeni brod kojemu valja dobaciti konop za tegljenje, nije lako zamisliti tehnologiju koja bi ovaj zadatak mogla precizno izvesti. Pa, iako je u laičkom kontekstu to možda teško zamislivo, samo je pitanje vremena kada će tehnološke inovacije proizvesti patentna rješenja ne samo za ovo, već za sve ostale protokolarne imperitive pri spašavanju unesrećenih plovila odnosno osoba na moru.

Kada je riječ o spašavanju života, fokus je u literaturi često postavljen na ljude, a isti zaobilazi morske životinjske vrste kao i morski ekosustav kao takav. Autonomni spasilački brodovi lako mogu biti opremljeni sensorima i drugim mjernim uređajima kojima se može predvidjeti ekološka ugroza stanovitog prostora i svih životinjskih vrsta na istom. U slučaju većih životinja (morskih sisavaca), autonomno se plovilo može izgraditi tako da ograničava kretanja ovih vrsta u slučaju obližnjeg zagađenja ili da ih pak navodi na kretanje dalje od istog. Mogućnosti su autonomnih brodova u sustavu traganja i spašavanja na moru zaista brojne, raznolike, versatilne i zahtijevaju velik stupanj inovacije i važnije investiranja, čime se nužno dolazi do razmišljanja o potencijalu za skorašnji razvoj brojnih vrsta njihovih prototipova.

Činjenica je da se najupečatljivije inovacije u svakom, pa tako i u ovom kontekstu, događaju posredstvom tržišnih imperativa, a koji su uvijek pogonjeni kapitalističkim

interesima koji, slobodno je reći, stvaraju suvremeni svijet. Zbog toga nije začudno da je primjena autonomnih brodova pronašla svoje ishodište upravo u preookeanskim kontejnerskom prijevozu odnosno – to je područje koje se prije svakog drugog želi „osvojiti“, a kada se govori o potrebi za autonomnim brodovima.

Utrka za zaradom i slobodom tržišta iz kolektivne se perspektive čini apsolutnim prvakom kada su u pitanju pomorske inovacije. To ipak ne znači da su ostala područja sasvim prepuštena vlastitim resursima. Državna tijela i velike multinacionalne kompanije od autonomnih brodova za traganje i spašavanje imala bi jednako mnogo koristi kao i specifični ljudi zaposleni u ovom području.

Osim izbjegavanja tzv. „faktora ljudske pogreške“, osiguranje ljudskih života u suvremenom se svijetu drži osobito važnim, iako se to takvim ne predstavlja. Ljudi kojima je na moru potrebno priteći u pomoć nerijetko su ili pomorci sami (dakle, obrazovani pomorski kadar koji je trenutno na svjetskoj razini u deficitu), ili se pak radi o turistima koji pokreću jedan veliki tržišni sektor.

Nažalost, posljednjih godina svjedočimo velikoj europskoj migrantskoj krizi u kojoj se pokazuju sva ona područja života koje globalni neoliberalni kapitalizam sustavno zanemaruje, a koja se tiču života ljudi u nezavidnim životnim uvjetima. Zbog izostanka elementa novčanog kapitala, dakle, izgledno je da će se sustav autonomnih brodova u traganju i spašavanju na moru razvijati onim tempom koji diktira sveprisutni globalni imperativ, a to je zarada.

5. ZAKLJUČAK

Autonomni su brodovi u kontekstu traganja i spašavanja na moru neminovna budućnost u pomorskom svijetu, kao i u svijetu sigurnosti na moru kao takve. Spašavanje na moru kompleksna je i slojevita proceduralna radnja koja zahtijeva fokus zapovjednika odnosno koordinatora spašavanja, opremljenost i obučenost kadra koji spašava, slijeđenje jasno proskribiranih i zadanih uputa, ali i suočavanje s nekim od najneugodnijih situacija koje se mogu naći na moru, uključujući i otežane uvjete spašavanja. Traganje za unesrećenim plovilima jednako je kompleksan i kategorički postupak koji uključuje definiranje mogućeg područja traganja te ustanovljenje vjerojatnosti sadržavanja, a to se odnosi na stanovit oblik pomorske trijaže pri pristupanju područjima na kojima se možebitno dogodila nesreća.

Brod koji je unesrećen nekom vrstom uobičajenih signalnih radnji daje znakove brodicama u blizini i alarmira ih o svojoj nesreći: o njezinoj vrsti, o broju putnika, njihovom statusu i njihovom zdravstvenom stanju. Ipak, ono što je najvažnije prenijeti ne samo brodu u blizini već svim radijski odnosno signalno dostupnim instancama jesu točne koordinate nesreće kako bi spasilačko plovilo moglo u što kraćem roku doći do mjesta nesreće.

Spašavanje se u pravilu odvija u prvom redu bacanjem konopa i privezivanjem odnosno tegljenjem unesrećenog broda do sigurnosti, ali brod koji dolazi u pomoć unesrećenom brodu također može bočno pristati uz unesrećeni brod kako bi preuzeo onoliko putnika koliko može, a pri čemu ozlijeđeni, žene i djeca imaju prednost. Osim ova dva načina, unesrećenom se brodu također može poslati i splav ili čamac za spašavanje od strane bilo kojeg plovila koje se nađe u blizini, a koje raspolaže potrebnim kapacitetima da se ova radnja izvrši. Kada se govori o traganju i spašavanju na moru, tada se vrlo često govori i o otegotnim uvjetima traganja i spašavanja.

Oni mogu uključivati jedan ili više od narednih uvjeta: požar na unesrećenom brodu ili u njegovoj okolini, ekološko zagađenje, nepovoljne vremenske, klimatske i/ili geografske uvjete, nedostatak signalizacije ili oštećenu radiovezu koja uvelike otežava spašavanje zbog nemogućnosti jasne komunikacije, osobito u prisustvu nekih drugih otegotnih okolnosti, nepristupačnost terena na kojem se dogodila nesreća itd. U ovim se slučajevima na umu moraju imati ne samo životi odnosno sigurnost ljudi koji su prisutni na unesrećenom brodu, već i svojih onih koji sudjeluju u akciji traganja i/ili spašavanja. U iznimnim se uvjetima za spašavanje na moru koriste za to predviđene letjelice, u pravilu helikopteri.

Autonomni su brodovi tehnologija koja je relativno nova, a u kontekstu spašavanja na moru ova je tehnologija još uvijek u ovojima. Iako postoje suvremeni autonomni brodovi koji već sudjeluju na svjetskoj pomorskoj sceni, oni su uglavnom posvećeni transportu u komercijalne i/ili nacionalne svrhe, kao što je to slučaj s brodom *Yara Birkeland*, prvim autonomnim brodom izgrađenim u Norveškoj, a koji je danas operativno uposlen na relaciji u jednom od norveških fjordova gdje služi za prijevoz stanovitih tereta na teško dostupnim mjestima.

Yara Birkeland brod je čije se planiranje započelo 2017. godine, a njegovo je dovršenje odnosno porinuće bilo obilježeno 2021. godine čime je zaista potvrđeno koliko se ovdje zaista radi o novoj tehnologiji. Zasad operativan nepune dvije godine, ovaj prvi autonoman MASS brod plovi norveškim morima bez velikih poteškoća, a u najmanju ruku bez prijavljenih kvarova u ovom kratkom periodu od strane renomiranih pomorskih instanci koje s velikim interesom prate njegov život.

Autonomni se brodovi pri spašavanju i traganju na moru ne moraju odnositi samo na ljudski faktor u nesreći – oni se mogu koristiti i kao detektori onečišćenja te u svrhu zaštite kako pomorskog ekosustava u vidu flore, tako i istog u vidu faune, spašavajući živote nekih važnih biljnih i životinjskih vrsta koje su ključne za opstanak stanovitih morskih zona. Iako se o ovom još uvijek ne govori u mjeri u kojoj bi se to (osobito u kontekstu nepovoljnih ekoloških okolnosti na globalnoj razini) govori, izvjesno je da će

s vremenom i eksponencijalnim razvojem tehnologije autonomnih brodova u spašavanju i traganju na moru biti riječi i o ovim važnim temama.

Tehnologija autonomnih brodova na ove se načine ispostavlja iznimno bitnom u razvoju ne samo pomorskog prometa budućnosti, već i u kontekstu održivog pomorskog prometa, ali i održivosti maritimnih ekosustava kao takvih.

Autonomni su brodovi kao takvi kompleksne pomorske jedinice koje koriste jednako kompleksne suvremene tehnologije, a koje im omogućavaju da vrše potrebne operacije s reduciranom posadom ili u nekim slučajevima čak i bez posade. Važno je napomenuti da se u suvremenoj pomorskoj znanosti rade velike razlike između autonomnog broda i broda bez posade: prvi ima reduciranu posadu dok je drugi uopće nema odnosno kontrolno je osoblje translocirano na drugo mjesto s kojeg upravlja brodom. Unatoč naprednosti ove tehnologije, ljudski je faktor za upravljanje ovim brodovima ipak ključan, kako u kontekstu upravljanja, tako i u kontekstu sigurnosti autonomnog broda.

S obzirom na to da se operativnost autonomnih brodova temelji na računalnoj tehnologiji, utvrđeno je da na implementaciju i egzekuciju protokola AIS sustava zapravo može utjecati i nemali broj prijetnji, što zlonamjernim akterima nudi mnoge mogućnosti napada. Naglašeno je da pogođeni pružatelji usluga i organizacije za norme mogu pružiti strategije ublažavanja *cyber* kriminala kada su u pitanju autonomni brodovi koji se u najvećoj mjeri oslanjaju na vlastiti AIS sustav.

Danas postoje aktivna ulaganja i suradnje diljem svijeta usmjerene na poboljšanje ukupne sigurnosti AIS sustava u autonomnim brodovima. AIS sustavi nisu jedini digitalni sustavi u autonomnim brodu koji ga čine posebno osjetljivim u kontekstu računalnog kriminala. GPS sustavi i ECDIS brodski sustavi također su umreženi računalni prostori s kojima se može manipulirati u svrhe kriminalnih radnji i zato je važno posebno naglasiti potrebu na razvijanju njihove mreže sigurnosti i popratnih (*backup*) sustava koji ovakve i slične probleme mogu rješavati na licu mjesta.

Osim ljudskog faktora koji je neizbježan, u kontekstu razvoja autonomnih brodova namijenjenih traganju i spašavanju na moru važna je i njihova komunikacija s obalnim kontrolnim postajama koje uvijek služe kao referentne točke, ali i ciljevi na koja valja dovesti unesrećenu posadu i putnike sa spašenog broda. U ovom trenutku još uvijek nije izvjesno da će autonomni brodovi sami izvoditi sve ove kompleksne operacije, svakako ne unutar nekoliko narednih godina njihova razvoja. Ipak, izgledno je da će se isto dogoditi kroz nekoliko desetaka godina, a brzina razvoja autonomnih brodova za traganje i spašavanje na moru ovisit će o investicijskim mogućnostima nacionalnih država kao i privatnim interesima stanovitih ulagača u pomorski promet.

Iako je izgledno da će izgradnja odnosno nastojanja da se autonomni brodovi uvedu u šira područje od onih komercijalnih zasigurno potrajati, važno je neprestano ukazivati na veliki značaj ovih tehnologija, ali i na njihov razvitak kako bi se što prije ostvarilo specifično odnosno specijalizirano djelovanje i namjena autonomnih brodova.

Ono što je pozitivno jest ustrajnost u razvoju autonomnih brodova kako na svjetskoj, tako i na globalnoj razini, ali to ne isključuje negativne faktore od kojih valja navesti tehnologije koja je u suvremeno doba uvijek primarno u službi kapitala, te ono što se može nazvati zanemarivanjem sekundarnih ciljeva kod razvoja autonomnih brodova za traganje i spašavanje, a to su ekološke svrhe koje ujedno bilježe i ogromne mogućnosti u kontekstu očuvanja i poboljšanja velikih i malih pomorskih ekosustava.

Njihova je korist i više od toga – autonomni brodovi u traganju i spašavanju na moru služiti će i kao autonomne istraživačke jedinice koje će svoje rezultate automatski slati potrebnim instancama koje će koristeći iste moći kreirati važna i korisna istraživanja, ne samo u kontekstu spasilačkih aktivnosti, već i u kontekstu raznolikog povoljnog djelovanja za čovjeka i okoliš u kojem živi i kojeg svojim djelovanjem neprestano mijenja.

U svakom slučaju, u kontekstu traganja i spašavanja na moru, autonomni su brodovi neprikosnovena budućnost pomorskog svijeta, pomorskog prava i pomorskih tehnologija posvećenih ovim razvojnim svrhama i ciljevima.

6. LITERATURA

- 1) Andrić, D. (16.06.2021.) Povijesni projekt: Znete li da je autonomni brod trenutno na putovanju od Velike Britanije do SAD-a? *Revijahak.hr*. Preuzeto s poveznice: <https://revijahak.hr/2021/06/16/povijesni-projekt-znete-li-da-je-autonomni-brod-trenutno-na-putovanju-od-velike-britanije-do-sad-a/>, 02.05.2023., 13:01h.
- 2) Balduzzi, M., Wilhoit, K. i Pasta, A. (2014.) A Security Evaluation of AIS. *Trendmicro.com*. Preuzeto s poveznice: https://documents.trendmicro.com/assets/white_papers/wp-a-security-evaluation-of-ais.pdf, 18.05.2023., 21:15h.
- 3) Baričević, M. (2019.) *Informacijske tehnologije na autonomnim brodovima [Diplomski rad]*. Sveučilište u Rijeci: Pomorski fakultet.
- 4) Belamarić, G. i Bošnjak, R. (2018.) Autonomni brodovi. *Kapetanov glasnik*, 35 (35), str. 29-36.
- 5) Bhattacharjee, S. (18.04.2021.) What is Electronic Chart Display and Information System (ECDIS)? *Marine Navigation.com*. Preuzeto s poveznice: <https://www.marineinsight.com/marine-navigation/what-is-electronic-chart-display-and-information-system-ecdis/>, 21.05.2023., 11:25h.
- 6) Bošnjak, R. (25.06.2019.) Autonomni brodovi i novi trendovi u pomorstvu. *Morski.hr*. Preuzeto s poveznice: <https://www.morski.hr/autonomni-brodovi-i-novi-trendovi-u-pomorstvu/>, 04.05.2023., 01:11h.
- 7) Capar, B. (1996.) *Traganje i spašavanje ljudi na moru*. Sveučilište u Rijeci: Pomorski fakultet.
- 8) Dorčić, M. (2022.) *Autonomni brodovi bez posade [Diplomski rad]*. Sveučilište u Rijeci: Pomorski fakultet.
- 9) HINA. (25.10.2021.) Potpisana inicijativa: Grade 21 autonomni električni katamaran koji će povezivati otoke. *Novi list.hr*. Preuzeto s poveznice: <https://www.novolist.hr/more/potpisana-inicijativa-grade-21-autonomni-elektricni-katamaran-koji-ce-povezivati-otoke/>, 02.05.2023., 16:41h.

- 10) Höyhtyä, M., Huusko, J., Kiviranta, M., Solberg, K. i Rokka, J. (2017.) *Connectivity for Autonomous Ships: Architecture, Use Cases, and Research Challenges*. Espoo: VTT Technical Research Centre of Finland Ltd.
- 11) Hůlek, D. (2018.) *RPAS Implementation for SAR and Safety Enhancement*. Prag: Czech Technical University.
- 12) Ilić, M. (06.03.2023.) Budućnost pomorske industrije: Autonomni brodovi i umjetna inteligencija. *Pomorac.hr*. Preuzeto s poveznice: <https://pomorac.hr/2023/03/06/buducnost-pomorske-industrije-autonomni-brodovi-i-umjetna-inteligencija/>, 28.04.2023., 21:33h.
- 13) Maritime International Secretariat Services Ltd. (2015.) *Large Scale Operations at Sea*. London: International Chamber of Shipping. Preuzeto s poveznice: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjapr-Gjov_AhWXwAIHHcHCAuUQFnoECAkQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.dn.imo.org%2Flocalresources%2Fen%2FOurWork%2FFacilitation%2FDocuments%2Flarge-scale-rescue-at-sea.pdf&usg=AOvVaw0oyh0b3TqgHg8MsBisim_U, 28.04.2023., 14:31h.
- 14) Matas, A. (2020.) *Autonomni brodovi i vozila na lučkim terminalima [Diplomski rad]*. Sveučilište u Splitu: Pomorski fakultet. Preuzeto s poveznice: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwio8aTi8cT-AhWysKQKHRdKdFAQFnoECA0QAQ&url=https%3A%2F%2Frepozitorij.pfs.t.unist.hr%2Fislandora%2Fobject%2Fpfst%253A1061%2Fdatastream%2FPDF%2Fview&usg=AOvVaw28-bKPPRMMfkmZuUO9h0vW>, 18.04.2023., 10:13h.
- 15) Milošević Pujo, B. i Jurčević, E. (2006). Traganje i spašavanje na moru. *Naše more*, 53 (1-2), str. 34-38. Preuzeto s poveznice: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwja5oqz4sT-AhUaHewKHdK-AyEQFnoECBkQAQ&url=https%3A%2F%2Fhrcak.srce.hr%2Ffile%2F12353&usg=AOvVaw3q2gCGd5AadaeCzkaOqFRyV>, 19.04.2023., 07:55h.
- 16) Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture (2023.) Traganje i spašavanje na moru . *mmpi.gov.hr*. Preuzeto s poveznice: <https://mmpi.gov.hr/more->

- [86/sigurnost-plovidbe-104/traganje-i-spasavanje-na-moru-195-ustrojstvo-nis/19612](#), 25.04.2023., 12:11h.
- 17) Morris, D. Z. (22.07.2017.) World's First Autonomous Ship to Launch in 2018. *Fortune.com*. Preuzeto s poveznice: <https://fortune.com/2017/07/22/first-autonomous-ship-yara-birkeland/>, 12.04.2023., 17:00h.
- 18) NN 124/97, Zakon o lučkim kapetanijama (1998.) *Nacionalni plan traganja i spašavanja ljudskih života na moru*. Preuzeto s poveznice: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/1998_12_164_2025.html, 30.04.2023., 14:50h.
- 19) Osinuga, D. (2020.) Unmanned Ships: Coping in the Murky Waters of Traditional Maritime Law, *Poredbeno pomorsko pravo*, 59 (174), str. 75-105. Preuzeto s poveznice: <https://hrcak.srce.hr/file/363443>, 26.04.2023., 11:11h.
- 20) Pajković, M. (2021.) Iz antologije tehnologijskog prava: autonomni brod i drugi napredni objekti u novom pomorskom zborniku – de lege ponderanda. *Zbornik radova Pravnog fakulteta u Splitu*, 58 (3), str. 875-906. Preuzeto s poveznice: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwi5xbTKyLr-AhXM5aQKHQQ6Dk0QFnoECAkQAQ&url=https%3A%2F%2Fhrcak.srce.hr%2Ffile%2F381409&usg=AOvVaw2Zbr0NHylQ_zlvSikjz6Z4, 12.04.2023., 16:33h.
- 21) Poffenberger, L. (2019.) December 17, 1902: First Radio Message to Cross the Atlantic from North America. *APS News*, 28 (11). Preuzeto s poveznice: <https://www.aps.org/publications/apsnews/201911/history.cfm>, 21.04.2023., 12:27h.
- 22) Radman, I. (2019.) *Razvoj autonomnih brodova i komunikacijskih sustava za autonomiju [Diplomski rad]*. Sveučilište u Splitu: Pomorski fakultet. Preuzeto s poveznice: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwi5xbTKyLr-AhXM5aQKHQQ6Dk0QFnoECBQQAQ&url=https%3A%2F%2Frepozitorij.pfs.t.unist.hr%2Fislandora%2Fobject%2Fpfst%253A870%2Fdatastream%2FPDF%2Fview&usg=AOvVaw3wppQ7z2-4NgyLBJ5sejI>, 14.04.2023., 11:24h.

- 23) Slade, M. (2019). *Autonomni brodovi u sustavu traganja i spašavanja na moru [Diplomski rad]*. Sveučilište u Rijeci: Pomorski fakultet.
- 24) Škaberna, P. (09.09.2022.) Autonomni katamaran za marikulturu najbolja inovacija sajma ISIF 2022. *FER.unizg.hr*. Preuzeto s poveznice: https://www.fer.unizg.hr/novosti?@=2wbas#news_94045, 04.05.2023., 02:12h.
- 25) The Maritime Executive (29.04.2022.) Yara Birkeland Begins Further Testing for Autonomous Operations. *The Maritime Executive.com*. Preuzeto s poveznice: <https://maritime-executive.com/article/yara-birkeland-christened-and-begins-testing-for-autonomous-operations>, 12.04.2023., 17:36h.
- 26) Vives, L. (15.03.2022.) *Death at Sea: Dismantling the Spanish Search and Rescue System*. Sveučilište u Oxfordu: Pravni fakultet. Preuzeto s poveznice: <https://blogs.law.ox.ac.uk/research-subject-groups/centre-criminology/centreborder-criminologies/blog/2022/03/death-sea>, 10.05.2023., 10:49h.
- 27) Vrbanus, S. (15.05.2022.) Autonomni kontejnerski brod samostalno preplovio gotovo 800 kilometara. *Bug.hr*. Preuzeto s poveznice: <https://www.bug.hr/tehnologije/autonomni-kontejnerski-brod-samostalno-preplovio-gotovo-800-kilometara-27195>, 01.05.2023., 14:30h.
- 28) Vukelić, D. (2018.) *Autonomni brodovi [Diplomski rad]*. Sveučilište u Rijeci: Pomorski fakultet.
- 29) Zec, D. (2001.) *Sigurnost na moru*. Sveučilište u Rijeci: Pomorski fakultet.

7. POPIS SLIKA

Slika 1. Vizualni signali	11
Slika 2. Regije traganja i spašavanja u Sredozemnom moru	14
Slika 3. Spašavanje na moru	18
Slika 4. Spašavanje na moru s pomoću helikoptera	20
Slika 5. Otežani uvjeti spašavanja – požar na brodu	22
Slika 6. Ustroj službe traganja i spašavanja na moru Republike Hrvatske	25
Slika 7. <i>Yara Birkeland</i> , prvi autonomni kontejnerski brod – nacrt	28
Slika 8. <i>Yara Birkeland</i>	30
Slika 9. Autonomna vožnja u akciji	32
Slika 10. Klasifikacija autonomnih pomorskih sustavi i vrste autonomnih brodova ...	34
Slika 11. Mogući napad u kontekstu AIS tehnologije	42
Slika 12. Autonomni katamaran za marikulturu	48
Slika 13. Autonomni električni katamaran	49