

Primjena dronova u pomorstvu

Dražetić, Domagoj

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

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:187:403249>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-18**



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**

DOMAGOJ DRAŽETIĆ

**PRIMJENA DRONOVA U POMORSTVU
ZAVRŠNI RAD**

Rijeka, 2021.

SVEUČILIŠTE U RIJECI
POMORSKI FAKULTET

PRIMJENA DRONOVA U POMORSTVU
APPLICATION OF DRONS IN MARITIME
ZAVRŠNI RAD

Kolegij: Računalno upravljanje brodskim strojevima

Mentor: prof. dr. sc. Vinko Tomas

Student: Domagoj Dražetić

Studijski smjer: Elektroničke i informatičke tehnologije u pomorstvu

JMBAG: 0112061662

Rijeka, lipanj, 2021.

SVEUČILIŠTE U RIJECI
POMORSKI FAKULTET
51000 Rijeka, Studentska 2

Student/studentica: DOMAGOJ DRAŽETIĆ

Studijski program: ELEKTRONIČKE I INFORMATIČKE TEHNOLOGIJE U
POMORSTVU

JMBAG: 0112061662

IZJAVA O SAMOSTALNOJ IZRADI ZAVRŠNOG RADA

Kojom izjavljujem da sam završni rad s naslovom

PRIMJENA DRONOVA U POMORSTVU
(naslov završnog rada)

izradio/la samostalno pod mentorstvom

prof. dr. sc. Vinko Tomas
(prof. dr. sc. / izv. prof. dr. sc. / doc dr. sc Ime i Prezime)

te komentorstvom /

stručnjaka/stručjakinje iz tvrtke /
(naziv tvrtke).

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

Suglasan/na sam s trajnom pohranom završnog rada u cjelovitom tekstu u mrežnom digitalnom repozitoriju Pomorskog fakulteta Sveučilišta u Rijeci te Nacionalnom repozitoriju Nacionalne i sveučilišne knjižnice.

Za navedeni rad dozvoljavam sljedeće pravo i razinu pristupa mrežnog objavljivanja:
(zaokružiti jedan ponuđeni odgovor)

- a) rad u otvorenom pristupu
- b) pristup svim korisnicima sustava znanosti i visokog obrazovanja RH
- c) pristup korisnicima matične ustanove
- d) rad nije dostupan

Student/studentica

Dražetić D.
(potpis)

Ime i prezime studenta/studentice DOMAGOJ DRAŽETIĆ

SAŽETAK

Prilikom pisanja ovog završnog rada posebno treba tražiti svaku interakcijsku mogućnost za postizanje pozitivnog učinka u svezi primjene dronova u pomorstvu primjenjujući metode i postupke koje u danim okolnostima mogu dati optimalne rezultate pa stoga ono ostaje kao imperativ u sadašnjosti, ali i u budućnosti da treba istražiti nove načine korištenja dronova u pomorstvu. Propise u svezi primjene dronova u pomorske svrhe, npr, potraga i spašavanja, transporta robe, u sanitetske svrhe i sl. treba nadopunjavati slobodno potrebama u praksi. Inicijativna zakonodavstva u globalnom i lokalnom smislu radi testiranja brodskih misija na svjetskim morima moraju još više potaći istraživanja glede razvoja modela i načina primjene dronova u vojne, ali i civilne svrhe.

Poslije uvodnih razmatranja i impostacije teme navodi se definicija i osnovna obilježja dronova., a zatim autor iznosi najnovija dostignuća u učestalom korištenju određenih oblika dronova. U drugom dijelu rada se daje pregled primjena dronova u pomorstvu s prikazom najčešće korištenih dronova, npr. ViDAR, Saab Skelda i sl. Vezano uz to autor nudi nekoliko praktičnih prijedloga.

Ključne riječi: dron, pomorstvo, emisija, ViDAR, Saab Skelda

SUMMARY

In writing this final paper, every interactional possibility should be sought to achieve a positive effect regarding the use of drones in the sea by applying methods and procedures that can give optimal results in the given circumstances and therefore it remains an imperative in the present and in the future exploring new ways of application. drones in the navy. Regulations regarding the use of drones for maritime purposes, eg search and rescue, transport of goods, for medical purposes, etc. should be freely supplemented by the needs in practice. Initiative legislation in the global and local sense in order to test ship missions in the world's seas must further encourage research on the development of models and ways of using drones for military and civilian purposes.

After introductory considerations and the introduction of the topic, the definition and basic features of drones are given, and then the author presents the latest achievements in the

frequent use of certain forms of drones. The second part of the paper provides an overview of the applications of drones in the sea with an overview of the most commonly used drones, eg ViDAR, Saab Skelda, etc. In this regard, the author offers several practical suggestions.

Keywords: drone, maritime, show, ViDAR, Saab Skelda

SADRŽAJ

SAŽETAK	I
SUMMARY	I
SADRŽAJ.....	III
1. UVOD	1
2. DEFINICIJA I OBILJEŽJA DRONOVA	3
2.1. POVIJESNI RAZVITAK DRONOVA.....	4
2.2. GLAVNI ELEMENTI DRONOVA.....	8
2.3. VRSTE DRONOVA.....	10
2.4. OPIS UČESTALOG KORIŠTENJE ODREĐENIH OBLIKA DRONOVA.....	12
3. PRIMJENA DRONOVA U POMORSTVU.....	18
3.1. SPECIFIČNE SITUACIJE PRIMJENE DRONOVA U POMORSTVU.....	21
3.1.1. Zaštita posade brodova.....	23
3.1.2. Unaprijeđenje, saniranja i obnavljanje brodova.....	24
3.1.3. Potraga i spašavanje.....	25
3.1.4. Zaštita od požara.....	27
3.1.5. Isporuka artikala.....	29
3.1.6. Ublažavanje štete i sagledavanje pomorskog prijevoza.....	30
3.2. OPIS DRONOVA KOJI SE UPOTREBLJAVAJU U POMORSTVU.....	32
3.2.1. ViDAR.....	33
3.2.2. Saab Skeldar.....	35
4. ZAKLJUČAK.....	38
LITERATURA	39
POPIS ILUSTRACIJA	40

1. UVOD

Proučavajući tehnologiju dronova i njihovu široku primjenu dron može definirati na više načina. Dron možemo odrediti kao vrstu zrakoplova u različitim veličinama i oblicima. Dron je također poznat i kao bespilotna letjelica jer njemu ne treba pilot da bi letio. Ljudi koji upravljaju dronovima mogu biti daleko tisuće kilometara i dalje.

Dronovi su bespilotne letjelice koji se daljinski upravljaju putem računala. Dronovi mogu biti manjih veličina i oblika pa sve do većih oblika i veličina. Američka vojska koristila je dronove od sredine 90-ih godina 20. stoljeća isključivo u vojne svrhe, npr. za prikupljanje informacija ili za pronalaženje neprijateljskog skrovišta. Kasnije Američka vojska je dodala dronovima naoružanje radi ispaljivanja projektila na neprijatelja.

Vojna povijest dronova je imala dugi period. Još za vrijeme Američkog Građanskog rata američka vojska je pokušavala s balonom izbaciti eksploziv u neprijateljske logore. Britanska kraljevska mornarica stvorila je dron tek u 30-ih godina 20. stoljeća. Tu priliku su iskoristili vojnici za vježbanje ispućavanja na poligonima. Budući da veliki broj ljudi posjeduje bespilotne letjelice državna vlast je stvorila uvjete za njihovu uporabu pa se dronovi već dugi niz godina upotrebljavaju u različite svrhe. No tek 2013. godine dronovi se počinju koristiti u komercijalne svrhe i za zabavu [1].

Osim navedenog dronovi se mogu koristiti u poljoprivredne svrhe za provjeru polja ili usjeva, uništavanje štetočina i korova, umjetno gnojenje i sl. Vatrogasci koriste dronove radi gašenja požara. Filmaši koriste dronove za snimanje scena u filmovima. Znanstvenici se koriste dronovima radi prikupljanja podataka koji se odnose na proučavanje prirodnih događaja, npr. brzine vjetra u olujama i sl. Također dronovi pomažu tvrtkama u njihovom razvoju. Poslovne tvrtke koriste dronove za isporuku robe u domove ljudi u nekoliko minuta. Druge tvrtke žele koristiti dronove za dostavu hrane, medicinskih potrepština i sl. Sljedeća svrha uporabe dronova je za zabavu i rekreaciju.

Danas dronovi se više primjenjuju u svim područjima života čime olakšavaju život i dovode do sigurnosti ljudi i imovine. No ljudi ne koriste uvijek dronove kako bi pomogli drugima. Neki koriste dronove kako bi prekršili zakon. Na primjer, ljudi su pokušavali dostavljati predmete zatvorenicima u zatvor pomoću dronova.

Danas dronovi su postali vrlo popularni. No oni mogu uzrokovati i neke probleme. Mnogi ljudi ne vjeruju dronovima. Misle da će dronovi snimiti ono što kažu i rade. Ne žele da dronovi krše njihovu privatnost. Također mogu uzrokovati imovinsku štetu. Takvi bi događaji

mogli bi imati ozbiljne posljedice i za ljude i imovinu. Radi sprječavanja neke od navedenih problema država je stvorila niz pravnih propisa. No u budućnosti možemo očekivati da će dronovi biti puno brži i efikasniji. Možda će se dronovi moći koristiti i u one namjene kakve danas ne bismo mogli ni zamisliti [2].

Ovaj završni rad ima pet poglavlja. U prvom dijelu, uvodu, navedeni su pojam i obilježja bespilotnih letjelica te je obrazložena struktura rada. Naslov drugog dijela rada je pojmovno značenje i karakteristike dronova. U tom dijelu rada su analizirani definicija i obilježja dronova, glavni elementi dronova te njihov povijesni razvoj te vrste dronova.

Primjena dronova u pomorstvu je naslov trećeg dijela završnog rada. U tom dijelu predloženi su rezultati istraživanja u dvije tematske jedinice kojoj prva se odnosi na specifične situacije primjene dronova a druga cjelina se odnosi na opis dronova koji se upotrebljavaju u pomorstvu. U posljednjem dijelu, zaključku, dana je sinteza rezultata istraživanja sustava dronova u pomorstvu.

2. DEFINICIJA I OBILJEŽJA DRONOVA

Dronovi su već dugi niz godina koriste se u različite svrhe i mogu biti od velike koristi u mnogim područjima. Budući da su sve više zastupljeniji u svakodnevnom životu dronovi postaju sve popularniji pa se u posljednje vrijeme njihova primjena naglo povećala. No prije nego što dođemo do problema primjene dronova moramo odgovoriti na glavno pitanje: Što je dron i kako ga možemo definirati?[3]

U tehnološkom smislu dron je bespilotna letjelica. Dronovi su formalno poznatiji kao bespilotne letjelice (UAV) ili bespilotni zrakoplovi (UAS). U osnovi, bespilotna letjelica je poznatija *"kao računalni sustav letenja koji se kontrolira daljinski ili je to onaj sustav gdje letjelica može letjeti autonomno preko softverskih upravljanih planova leta u njihovim ugrađenim sustavima radeći u kombinaciji s ugrađenim senzorima i GPS-om."* Druga često korištena definicija drona je da je dron *"svaki bespilotni zrakoplov ili zrakoplov koji se kontrolira daljinski"*.

U nedavnoj prošlosti dronovi su se najčešće povezivali s vojskom, gdje su prvenstveno koristili za protuavionske ciljne vježbe, za prikupljanje obavještajnih podataka te kao platforme za naoružanje. Danas se dronovi koriste i za pretraživanje i spašavanje, nadzor, praćenja prometa, nadgledanja vremena, usluge dostave, prijevoza ranjenika i bolesnika, poljoprivredi, meteoroloških motrenja, geodetsku izmjeru, arheološke i dr. svrhe.



Slika 1. Dron

Izvor: <https://www.vidilab.com teme/hardverska-tema/4519-dronovi>

2.1. POVIJESNI RAZVITAK DRONOVA

Visine su oduvijek poticale maštu čovjeka za podizanjem i odlaskom u velike visine odnosno nebo. Želja za letenjem poput ptica se javljala u čovjeka već od najstarijih vremena. Tako su nastale i različite priče i legende koje su bile vezane za opasnost pa i same žrtve što upozorava i na opasnost letenje koje čovjeku nije prirodno svojstvo. Zamisao da bi čovjek letio podržavajući let ptica odnosno pomoću krila koje bi pokretao mišićnom snagom vrlo je stara, a vjerojatno seže i u stari vijek [4].

Kina je domovina zmajeva – letjelica koje su izumljene prije 2500 godina. Najstariji kineski zmajevi – letjelice su bili od bambusa i drva. Također su izrađeni od svile i papira. U raznim se razdobljima zmajevi – letjelice izrađivani od različitog materijala, a imali su različite oblike i imena. Prvenstveno su se koristili u vojne svrhe kao što su trigonometrijska mjerenja udaljenosti, određivanje smjera vjetra ili odašiljanja poruka. Također su služile kao sredstvo komuniciranja. No protekom vremena zmajevi- letjelice se počinju koristiti za zabavu. Zmaj – letjelica postaje poznat cijelom svijetu . Nizozemski trgovci su imali važnu ulogu pri uvozu zmajeva – letjelica u Europu. Nakon 13. stoljeća korištenje zmajeva – letjelica se proširuje na zemlje Europske unije.



Slika 2. Kineski zmaj – letjelica

Izvor: <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=67328>

Namjera da omogući tijelima da lebde u zraku je ostvarena uzgonom zraka. Tu ideju je razvio Konard Kyser von Eischstast koji je 1405. godine napravio je zmaja na topli zrak koji se smatra prvim balonom. No njegova ideja spadala je u tajne vojne tehnike. Jedan od prvih izumitelja projekata za leteće sprave bio je Leonardo Da Vinci koji se je u svim nacrtima bavio proučavanjem mehanizama letenja koje bi se pokretali mahanjem i obrtanjem krila, ali ih nije mogao ostvariti jer u to vrijeme nije bilo nikakvog teorijskog znanja o mehanici leta.

Prvi koraci u razvoju mogli su se napraviti tek kada su stečeni prvi dojmovi o aerodinamičnim silama uzgona i otpora i o oblika letjelica. Međutim i tada je trebalo savladati mnoge poteškoće jer se nije moglo izraditi i pogonsko sredstvo dovoljno lako, a ujedno i dostatno snažno koje bi moglo elisom dati avionu potrebnu brzinu za uzlijetanje i održavanje u zraku. Bilo je mnogo promašenih pokušaja prije nego što je stvoren leteći model. Prva praktička primjena elise za stvaranje pripisuje se A. Penadu koji se bavio istraživanjem aerodinamike 1871. godine je konstruirao model letjelica s dvokrakom elisom koju je pokretalo uvijeno gumeno užo [5].

U daljnjem razvoju letjelica značajni su radovi na izučavanju uvjeta aerodinamičkog leta njemačkog konstruktora jedrilica Otta Lilienthala. Krajem 19. stoljeća konstruktori grade letjelice na parni pogon. Prva letjelica na parni pogon sposoban za let je izradio 1897. godine francuski inženjer C. Adler i njime se neznatno podigao u zrak pa ju je nazvao letjelicom. Na osnovi rada Otta Lilienthala su se razvijale i različite konstrukcije u Sjevernoj Americi. Braća Wilbur i Orville Wright su konstruirali dvokrilac težak oko 340 kilograma s klipnim motorom od 12 KS kojima su 17. prosinca 1903. godine u Sjevernoj Karolini izvršili prvi priznati let prešavši za 12 sekundi daljinu od 36,5 metara. Taj se dan smatra prekretnicom u osvajanju zračnog prostora pa su stvoreni uvjeti za razvoj letjelica i elisno - klipnog pogona braća Wright su ušla u povijest kao prvi konstruktori aviona i prvi put.

Budući da letovima braće Wright je riješen i problem stabilnosti u letu naglo se povećao broj letjelica sposobnih za letenje. Mnogim konstruktorima su se pridružili i prvi pioniri avijacije u našim krajevima. Prve modele koji su uspješno letjeli konstruirao je 1907. godine u Zagrebu Stjepan Bešević. Dubrovčanin Mihajlo Merčep je konstruirao s Eduardom Rusijanom s kojim je uspješno letio u Zagreb. Osim njih konstrukcijom letjelica bavili su i inženjeri Slavoljub Penkala i Zagrebu i Ivan Šarić u Subotici. Ovaj pionirski period nastanka letjelica je trajao do 1910. godine.

Tehnički razvoj letjelica se sve više se osnivao na znanstvenom proučavanju i aerodinamičnom proračunavanju u Francuskoj, Njemačkoj i Rusiji. Istodobno se razvijala i industrija motora. Nakon motora s vodenim hlađenjem se pojavljuju se prvi motori sa zračnim

hlađenjem. Standardizacijom pojedinih letačkih sastavnih dijelova počele su se letjelice izrađivati organizirano i serijski gdje je Njemačka prednjačila. U Rusiji su izrađene prve višemotorske letjelice velike nosivosti.

Razvoj letjelica je ubrzan za vrijeme I. Svjetskog rata kada je automatska stabilizacija dopunjena komandama leta pomoću kojih pilot upravlja pokretima letjelice u letu. Razdvajanje lovačkih od bombarderskih letjelica je dovelo je do gradnje lakših lovačkih letjelica velikih brzina i teških bombardera velike nosivosti.

Poslije rata sve više osjećala potreba za civilnim letjelicama. U početku su vojne letjelice prepravljane u civilne, a kasnije su se konstruirale civilne letjelice posebnog tipa velike nosivosti i s pogonskom grupom velike snage osobito u Velikoj Britaniji, Francuskoj i Sjedinjenim Američkim državama. Pojavile su se letjelice teške do 18.000 kilograma sa 2 do 4 klipna motora.

Tijekom 1928. godine se naglo usavršavala zrakoplovna industrija. Tome su pridonijeli zrakoplovni instituti i znanstvene ustanove te razvoj sirovina za konstruktivne i pogonske materijale.. Letjelice postaju lakše jer su građene od lakih legura. Poboljšala su se aerodinamična svojstva sastavnih dijelova nakon točnih ispitivanja svakog pojedinog dijela u aerodinamičnim tunelima i izradbe točnijih oblika s glatkim vanjskim površinama. Već se konstruiraju i uvlačivi stajni trapovi. Poboljšanju sposobnosti letjelica u letu ipak je najviše pridonio klipni razvoj klipnog motora. Uvedeni su motori s kompresorom koji zadržavaju snagu in a visini, a povećavaju i brzinu leta. Uveden je reduktor veći broj cilindara čime povećala se njihova zapremnina i broj okretaja motora. Sva su se poboljšanja konstrukcije letjelice i klipnih pogona je završena 1935. godine čime su stvoreni uvjeti da se u II. Svjetskom ratu poveća dolet. Uz radio uređaje se počinju uvoditi i radarski uređaji.

U II. Svjetskom ratu lovačka letjelica je dosegla brzinu do 720 kilometara na sat s doletom do 1500 kilometara. Imao je klipni motor do 2300 KS i težinu od 5700 kilograma. U tom period elisno - klipni pogon dostigao je krajnje granice svojih mogućnosti postigavši snagu od 3500 KS. Pokazalo se naime da elisa iznad neke brzine okretanja gubi na snazi na krajevima krakova elise nastanu poremećaji. Daljnji razvoj pogona je ovisio o mlaznom pogonu. Prve mlazne letjelice Prve mlazne letjelice se pojavljuju u Njemačkoj, Rusiji, Sjedinjenim Američkim državama. Intenzivno se počinju razvijati letjelice na mlazni pogon nakon završetka rata.

U razdoblju nakon II. Svjetskog rata razvoj letjelica je postao karakterističan radi naglog poboljšanja mlaznog pogona i niza novih dostignuća na području aerodinamike nadzvučnih brzina. Savladana je zvučna barijera, a u toku je i uspješno savladavanje toplotne

barijere. Aerodinamični oblici postaju vrlo različiti i dolazi do povećanja brzina. Također se razgranjuje tehnologija zrakoplovnog materijala. Elektronički uređaji zauzimaju dominantniju ulogu u opremi letjelica. Sve zajedno je učinilo tu tehnologiju znatno složenijom.

Rezultati dostignuti letjelicama koje su sposobne za letenje pokazuju da se granice brzine približavaju trostrukoj brzini zvuka i da se poboljšavaju sve ostale karakteristike svih vrsta letjelica. Najbolje letjelice današnjice identično kao i oni najbolji koji su se pojavljivali kroz povijest služe na čast i ponos svojim zrakoplovstvom i onim državama koje su ih dizajnirale, konstruirale i proizvele. Kao i uvijek te letjelice predstavljaju tehnički najsavršenije vrste letjelica u čiji su ustroj ugrađeni najkompleksniji i najubojitiji sustav. Svojim pilotima one i dalje daju dobar osjećaj zračne premoći koju moraju osigurati. Bez sumnje i u budućnosti će višenamjenske letjelice predstavljati vrhunac zračne avijacije. Ono što će se promijeniti je činjenica da će u budućnosti njima više neće upravljati piloti u njihovim kabinama. Tako je došlo do razvoja bespilotnih letjelica koje su već istisnule zrakoplove s ljudskom posadom ubuduće se slijediti njihova potpuna afirmacija u jurišnim zadaćama s korištenjem visoko preciznog naoružanja čija se nosivost povećati a kao završni stupanj evolucije uslijediti će pojava bespilotnih letjelica za zaštitu zračnog prostora, ali ne u takvoj bliskoj budućnosti.



Slika 3. Беспilotna letjelica

Izvor: <https://pcchip.hr/hardver/periferija/8-super-dronova/>

2.2. GLAVNI ELEMENTI DRONOVA

Projektiranje bespilotnog zrakoplovnog sustava uključuje bespilotno zrakoplovstvo i druge podsustave koji uključuju komunikacijsku vezu između bespilotne letjelice i korisnika, zemaljske upravljačke stanice i tereta koji prevozi. Sam dizajn bespilotnih letjelica uključuje razne dijelove, a koji se razvija od okvira drona pa sve do potpune spremnosti za letenje. Odabir dijelova poput zračnog okvira, regulatora, motora, propelera i napajanja je ključno za projektiranje bespilotnih letjelica za određenu misiju pa stoga je potrebno precizno znanje i cjeloviti matematički proračuni. Najčešći metalni materijali koji se koriste za proizvodnju bespilotnih letjelica su legure, aluminij i titan dok nemetalni materijali uključuju prozirnu i ojačanu plastiku [6].

Izazovi dizajna bespilotnih letjelica oslanjaju se projektiranje određene vrste dronova za pojedino područje pokrivanja, najveću nadmorsku visinu, brzinu penjanja, vrijeme izdržljivost leta i stabilnost. Sve su to tehničke karakteristike dronova koje se razlikuju ovisno o njegovoj primjeni i utjecajima na okoliš. Kako oni mogu letjeti na višoj nadmorskoj visini imaju sposobnost pokrivanja velikog područja za razliku od uobičajenih zrakoplova ili letjelica čija je najveća visina letenja ograničena zrakoplovnim propisima. Sa stopom penjanja povećava se mogućnost preživljavanja. Veličina, vrsta i oblik bespilotnih letjelica mogu biti različite, a što ovisi o njezinoj stvarnoj primjeni.

Općenito sustav dronova je računalni pogonjeni sustav s autonomnim letenjem koji je nadziran s zemlje. To ga sasvim razlikuje od opreme zrakoplova ili helikoptera koju kontrolira čovjek. Budući da nema potrebe za postavljanjem prostora i opreme za pilota može se učinkovito uštedjeti i time bi se uspješno završili svi zadaci.

Sustav bespilotne letjelice je vrlo složen sustav koji obuhvaća šest glavnih dijelova koji koordinirano djeluju radi dobivanja platforme za promatranje prostora koji čine jedinstvenu konstruktivnu i funkcionalnu cjelinu. To su zrakoplov, senzori i bazna stanica za kontrolu. Dronovima se može upravljati pomoću ugrađene elektroničke opreme s tla. Kad se daljinski upravlja sa zemlje koriste se senzori s bežičnom komunikacijom radi sigurnosti dronova. Namjenski upravljački sustavi se montiraju u vozila ili u prikolice kako bi se omogućila neposredna blizina dronova koja je ograničena opsegom ili komunikacijskim mogućnostima.

Zračni okvir obuhvaća jednostavnu, laganu, aerodinamičnu, učinkovitu i stabilnu platformu ograničenog prostora u letjelici u kojoj nema mjesta za pilota.

Računalni sustav je dizajniran za prikupljanje aerodinamičnih informacija putem senzora akcelerometara, žiroskopa i magnetometara kako bi automatski usmjerio let bespilotnih letjelica preko nekoliko kontrolnih točaka koji su prisutni u zraku. To može uvelike utjecati na stabilnost, pouzdanost, točnost i neposrednost i koja ima najvažniju ulogu za izvedbu letenja. Temeljni zadatak računalnog sustava na bespilotnoj letjelici da vrši kontrolu rada senzora i ono je sastavni dio senzora sukladno razvoju plana leta i stvarne misije bespilotne letjelice. Senzori dronova su namijenjeni za prikupljanje informacija koje se dostavljaju baznoj stanici radi daljnje analize, a sastavljeni su od TV kamere, infracrvenih i toplinskih senzora.

Bazna stanica predstavlja autonomni sustav koji je predviđen za nadgledavanje razvoja misije bespilotnih letjelica i za upravljanje bespilotnom letjelicom te s njegovim sensorom. Komunikacijska infrastruktura bespilotnih letjelica predstavlja skup svih komunikacijskih tehnologija koja jamči kontinuiranu vezu između bespilotne letjelice i bazne stanice. Oprema bespilotnih letjelica obuhvaća sva tehnička sredstva za upravljanje, za određivanje položaja u prostoru, za kontrolu rada pogonske grupe te određivanje najpovoljnijih uvjeta leta te uključujuće kontrolnu stanicu, podatkovne veze, telemetriju, komunikacijsku i navigacijsku opremu te računalo za kontrolu misije predstavlja skup ugrađenih mikroprocesora koji su spojeni unutar lokalnih područnih mreža.

Trenutna tehnologija bespilotnih letjelica nudi izvediva tehnička rješenja za kontrolu leta i komunikacije s tlom. No ipak treba uzeti u obzir i elemente koje ograničavaju fleksibilnost sustava poput ljudskih intervencija. Još uvijek je potrebna kontrola s tla jer računalo koje upravlja letom bespilotnih letjelica ne pruža dodatnu podršku izvan osnovne definicije plana i rada bespilotnih letjelica. Uz to senzori rade automatski na daljinu. Ekonomska učinkovitost zahtjeva da iste bespilotne letjelice mogu se koristiti više puta u različitim domenama. Ta potreba za višestrukim zahtjevima za upravljanje bespilotnim letjelicama se povećava s razinom fleksibilnosti i automatike.



Slika 4. Glavni dijelovi drona

Izvor: <http://www.regimage.org/phantom-drone-parts/>

2.3. VRSTE DRONOVA

Razvoj tehnologije bitno je utjecao na društveni, gospodarski i osobni život. I to od sklapanja poslova pa sve dovođenja ratova. Ove se transformacije mogu vizualizirati dobivanjem koristi od tehnoloških dostignuća. Jedan od najboljih primjera je razvoj tehnologije bespilotnih letjelica. Bespilotne letjelice su posljednjih nekoliko godina bila tema koja je u potpunosti obuhvaćala pitanje tehnologije, sigurnosna pitanja, pravila i propise na globalnoj, ali i na lokalnoj razini. No zbog svog izvanrednog napretka i uporabe postavljaju se pitanja mogućnostima, podjele i primjene dronova u svakodnevnom životu. Ne postoji niti jedan standard kada je u pitanju podjela bespilotnih letjelica [7].

Svaka od ovih navedenih grupa ima svoje prednosti i mane, ali u budućnosti će imati veliki potencijal za različite namjene. Također bespilotne letjelice se mogu podijeliti na različite kriterije. Prvi kriterij je prema vrsti dronova.. Oni se dijele s obzirom na vrstu:

- vojne,
- komercijalne i civilne

U vojne svrhe koriste se veći dronovi s izuzetnom skupom opremom dok se u komercijalne i civilne svrhe koriste manji dronove koji imaju do 55 kilograma.

Bespilotne letjelice se dijele s obzirom na:

- izdržljivost,
- specifikaciju

Neki istraživači podijelili su bespilotne letjelice na temelju težine i raspona. Prema tome dronove može odrediti prema njihovu rasponu, npr. kraćem ili dužom rasponu., cijeni, npr. jeftiniji ili skupi, opterećenju (nižem ili višem), složenosti modela, broju lopatica i sl.

Treći kriterij podjele je prema načelu aerodinamike. Razvijen je niz bespilotnih letjelica u fazi napredovanja, neki od njih uključuju zrakoplove s nepokretnim krilima, helikoptere, letjelice s višestrukim kopitom, letjelice s vertikalnim polijetanjem i slijetanjem. Sve navedene letjelice imaju određenu misiju. Bespilotne letjelice se dijele s obzirom na stupanj autonomnosti na:

- one koje se pokreću daljinskim putem,
- dronove s okretnim krilima,
- s nepokretnim fiksnim krilima.
- lakše od zraka

Ova podjela se temelji na mogućnosti pokretanja i područja koja su potrebna za manevriranje, brzinu, izdržljivost, nosivost te visinsku sposobnost. Jednostavnija struktura znači manje složene procese održavanja i popravka. Jednostavan dizajn i aerodinamika omogućuju brže i dulje vrijeme leta. Veće jedinice fiksnog krila mogu podnijeti veću korisnu nosivost. Jedan od nedostataka sustava s fiksnim krilima je potreba za pistom koja je potrebna za slijetanje i polijetanje dronova.. Rotacijske jedinice krila stalnim okretanjem podižu noževe rotora čije oštrice pružaju letjelici mogućnost kretanja u bilo kojem smjeru. Za razliku od jedinica s fiksnim krilima, okretne jedinice krila imaju mogućnost vertikalnog polijetanja i slijetanja, što znači da se mogu pokrenuti s bilo kojeg mjesta. Rotacijske jedinice krila imaju mogućnost i kretanja i letenja u svim smjerovima. Potrebno je više energije za održavanje leta rotacijskih jedinica leta u odnosu na sustave sa nepokretnim fiksnim krilima. Stoga rotacijske jedinice krila imaju znatno kraće vrijeme leta.

Četvrti kriterij podjele dronova je način uzlijetanja i slijetanja dronova. Stoga razlikujemo vodoravno uzlijetanje i slijetanje i horizontalno uzlijetanje i slijetanje. Vodoravno uzlijetanje i slijetanje bespilotne letjelice obuhvaća veliku brzinu vertikalnog letenja s glatkim slijetanjem. Horizontalno slijetanje i uzlijetanje se provodi okomito s ograničenom brzinom letenja zbog usporavanja i povlačenja elise propelera.

2.4. OPIS UČESTALOG KORIŠTENJE ODREĐENIH OBLIKA DRONOVA

Dronovi odnosno bespilotne letjelice sve su zastupljenije u mnogobrojnim ratnim zrakoplovstvima i oni sudjeluju u deliktним vojnim operacijama. Gotovo svakodnevno u svjetskim vijestima može se čuti kako je neka bespilotna letjelica izvršila napad preciznim vođenim projektilima negdje na ratnom prostoru, npr. Afganistan, Pakistan i dr. [8].

Djelovanje bespilotnih letjelica za sada su ograničena uglavnom na akcije izviđanja odnosno prikupljanje podataka ili napada preciznim vođenjem projektilima na manje, ali visokovrijedne ciljeve. U modernim zrakoplovstvima bespilotne letjelice već su istisnule izviđačke zrakoplove s ljudskom posadom pa u budućnosti će uslijediti njihova potpuna afirmacija u jurišnim zadaćama i s korištenjem visoko preciznog naoružanja čija je nosivost će se povećati, a kao završni stupanj evolucije uslijediti će pojava bespilotnih letjelica za zaštitu zračnog prostora odnosno lovačkih bespilotnih letjelica, ali ne u takvoj bliskoj budućnosti.

Prednosti letjelica bez ljudske posade su značajne jer su one manje pa ih je teže otkriti na nebu jer su u pravilu jeftinije od skupih višenamjenskih zrakoplova te mogu ostati duže u zraku i što je najvažnije u slučaju obaranja ne postoji opasnost pogibije pilota ili njegovog zarobljavanja od strane neprijatelja budući da on sjedi na sigurnom u simuliranoj kabini zrakoplova negdje izvan zone opasnosti od kuda upravlja letjelicom. .

U ovom dijelu završnog rada su prikazani najčešće korišteni modeli bespilotnih letjelica. To su Elbit Skylark, Predator RQ-1, Predator MQ-1, RQ-4 Global Hawk i Boeing X-45.

Bespilotnu letjelicu Elbit Skylark je prvi afirmirao Izrael u svom ratu 1982. godine protiv Sirijske vojske. Elbit Skylark bespilotna letjelica ima dvije prednosti. Prva prednost se odnosi na nadzor, a druga prednost se odnosi na taktičko izviđanje. Lansiranje ove letjelice vrši se ručno. Nosivost Skylarka je dovoljna da se njime prenosi CCD kamera za dnevno ili opcionalna FLIR kamera za noćno izviđanje. Tijekom leta, letjelica svojoj prijenosnoj zemaljskoj stanici šalje video snimke u realnom vremenu. Pokreće ju elektromotor te može letjeti dva sata, dok joj maksimalni dolet iznosi 10 km. Slijetanje letjelice odvija se na posebno izrađenom zračnom jastuku. Ovaj tip bespilotne letjelice koriste i druge zemlje širom svijeta, npr. Hrvatska, Kanada, Francuska i sl.

- Osnovna obilježja bespilotne letjelice Elbit Skylark su sljedeće:
- posada: 0

- dužina: 2,2 metara
- raspon krila: 2,96 metara,
- maksimalna masa uzlijetanja: 6,5 kilograma
- dolet je 10 kilometara,
- motor: Električni motor



Slika 5. Elbit Skylark

Izvor: <https://elbitsystems.com/products/uas/skylark-i-lex/>

Dosadašnja evolucija bespilotnih letjelica lijepo se mogla pratiti na primjeru američke RQ-1 Predator bespilotne letjelice. Inicijalno zamišljena kao letjelica za izviđanje i prikupljanje podataka počela se u vojnim operacijama koristiti 1995. godine iznad prostora bivše Jugoslavije. Operacije su vođene i u Albaniji.

RQ- 1 bila je inačica s postavljenim različitim visoko rezolucijskim dnevnim TV kamerama ili infracrvenim kamerama za nadziranje u noćnim ili uvjetima smanjene vidljivosti. Upravljanje letjelicom se vrši daljinski iz zemaljske stanice koja se najčešće nalazi na aerodromu s kojega je letjelica krenula u akciju. Posada koja upravlja letjelicom iz zemaljske stanice sastoji se od pilota koji upravlja letjelicom i od senzorskih operatera koji upravljaju izvidničkim kamerama. Komunikacija s letjelicom se ostvaruje preko vojne satelitske mreže. U kasnijim korištenjima upravljanje letjelicom je moguće ostvariti iz neke baze u Sjedinjenim Američkim državama.

Obilježja RQ-1 Predator su sljedeće:

1. dužina trupa 11 metara,
2. raspon krila iznosi 20 metara,
3. visina iznosi 3,81 metara,

- 4 EM iznosi 2.233 kilograma,
5. MTOM iznosi 4760 kilograma,
6. stroj: turbopogon sa 900 konjskih snaga
7. optimalna dinamika je iznosi 482 kilometara na sat
482 kilometara na sat
8. dolet je 1852 kilometara,
9. istrajnost iznosi 14 sati,
10. maksimalna visina leta: 15000 metara.



Slika 6. Obilježja RQ-1 Predator

Izvor: <https://www.airforce-technology.com/projects/predator-uav/>

Daljnji logičan nastavak razvoja RQ-1 Predator letjelice je ostvaren gradnjom vođenih raketnih projektila na letjelicu. Nastala je naoružana inačica MQ-1 s postavljenim laserskim označivačem za vođenje laserskih vođenih projektila zrak – zemlja AGM – 114 Hellfire. Visinska srednja dugotrajna bespilotna letjelica koja se sastoji od četiri zrakoplova ili "zračnih vozila" sa sensorima, zemaljske upravljačke stanice i primarnim komunikacijskim paketom satelitske veze.

Obilježja MQ-1 Predator bespilotne letjelice su sljedeće:

- Posada: 0, tri na zemlji izvan kazališta, (daljinski pilot, senzorski operater i obavještajni analitičar), s zemaljskom posadom
- Dužina: 8,23 m 0 ft
- Raspon krila: 14,8 m
- MQ-1B Blok 10/15: 16,84 m 55,2 ft [123]
- Visina: 2,1 m
- Površina krila: 11,45 m² (123 m²) [124]
- Omjer slike: 19

- Prazna težina: 513 kg
- Bruto težina: 1.020 kg
- Powerplant: × Rotax 914F četverocilindrični zračni hlađeni turbokompresionirani vodoravno suprotni klipni motor, 115 KS (86 kW)
- Propeleri: propeler s potiskom s dvostrukim noževima



Slika 7. MQ-1 Predator bespilotne letjelice

Izvor: [f.mil/About-Us/Fact-Sheets/Display/Article/104469/mq-1b-predator/](https://www.f.mil/About-Us/Fact-Sheets/Display/Article/104469/mq-1b-predator/)

Veličina i daljina djelovanja današnjih izviđačkih letjelica varira od onih najmanjih koje se lansiraju iz ruke, a zadaća im je da prikupe informacije o neprijatelju do onih kojih djeluju na velikim udaljenostima s velikih visina. Američka bespilotna letjelica RQ-4 Global Hawk s doletom od 25.000 kilometara djeluje na strateškoj razini s više od 20 kilometara. Mogućnost prijenosa jasnog video i foto zapisa u stvarnom vremenu su osnovne odlike modernih bespilotnih letjelica danas.

Obilježja QR – 4 Global Hawk su sljedeće:

- Posada: 0 na brodu (3 daljinska: pilot element za pokretanje i oporavak (LRE); pilot i upravljački element misije (MCE))
- Dužina: 14,5 m 7 ft
- Raspon krila: 39,9 m
- Visina: 4,7 m
- Prazna težina: 6.781 kg
- Bruto težina: 14.628 kg 32.250 lb
- Powerplant: 1 × Rolls-Royce F137-RR-100 turbofan motor,

- potisak 7,600 lbf (34 kN)



Slika 8. Obilježja QR – 4 Global Hawk

Izvor: <https://www.northropgrumman.com/air/globalhawk/>

Daljnji napredak računalne tehnike omogućiti će neslućen razvoj bespilotnih letjelica koje će djelovati autonomno bez potrebe upravljanja sa zemlje. Već danas se pomoću niza algoritama kojima se pretpostavljaju različite moguće situacije u toku leta omogućava bespilotnoj letjelici da samostalno korigira svoje djelovanje i prilagođava se novonastaloj situaciji.

Razvoj RQ-1 bespilotne letjelice od izviđačko jurišne varijante samo je jedna od međufaza razvoja bespilotnih letjelica. Ono što je novi iskorak u razvoju može se pratiti na primjeru eksperimentalne američke X- 45 bespilotne letjelice. X- 45 bespilotna letjelica predstavlja konceptualni demonstrator budućih autonomnih vojnih bespilotnih zrakoplova. Autonomnost u konačnici nastoji ukinuti potrebu za pilotom koji iz zapovjednog centra daljinskim putem upravljao letjelicom. Uklanjanje potrebe za pilotom i njegovom infrastrukturom dramatično smanjuje operativne troškove zrakoplova. Taj tip bespilotne letjelice trebao bi biti izrađen po načelu stealth tehnologije. Izrađeno je više inačica ovog tipa bespilotnih letjelica. No sa svakom inačicom su se dodavale nove sposobnosti, a njegova autonomija je postajala sve veća. Čitav niz instaliranih programa i algoritama je stvorilo bespilotnu letjelicu koja deklaratorno treba imati sposobnost autonomnog odlučivanja i koju taktiku napada primijeniti ovisno o stanju na terenu i u zračnom okruženju.

Osnova obilježja X- 45 bespilotne letjelice su sljedeće:

- Dužina: 8,08 m

- Raspon krila: 10,31 m
- Visina: 2,03 m
- Prazna težina: 3.629 kg
- Agregat: 1 × Honeywell F124-GA-100 potiska motora



Slika 9. X- 45 bespilotne letjelice

Izvor: <https://www.boeing.com/history/products/x-45-joint-unmanned-combat-air-system.page>

3. PRIMJENA DRONOVA U POMORSTVU

One tehnologije koje bi mogle potaknuti razvoj pomorske industrije mogu biti iz različitih gospodarskih ili negospodarskih sektora. Jedna od tih tehnologija je tehnologija bespilotnih letjelica koja je danas postala uobičajena tehnologija široko primjenjiva u različitim područjima od vojne pa do komercijalne svrhe. No unatoč tome svjetska klasifikacija društva razvijaju različite načine korištenja bespilotnih letjelica ili autonomnih letjelica kako bi one pružile pomoć u svim pomorskim operacijama. Jedna od zadaća bespilotnih letjelica je pružanje informacija s teško dostupnih područja na kojem brodovi plove ili se nalaze na pojedinim obalnim strukturama radi pružanja pomoći i sl

Druga zadaća bespilotnih letjelica je pružanje pomoći za obavljanje operacija na moru. Za obavljanje operacija na moru na raspolaganju je određeni broj bespilotnih letjelica. Također bespilotne letjelice se mogu koristiti i za dostavu tereta na brodovima koji plove blizu obale u otežanim uvjetima kako bi članovima posade pružili više informacija o uvjetima plovidbe i stanju na brodu [9].

No zbog dobre fleksibilnosti, visoke učinkovitosti, niskih troškova i oštećenja, niskog rizika te odlične sposobnosti praćenja i široke pokrivenosti bespilotne letjelice su osposobljene za vršenje pomorskog nadzora. Njihov razvoj predstavlja veliku promjenu budućeg razvoja industrije. Koliko god pametnih telefona ima u svijetu, upotreba bespilotnih letjelica revolucionirat će krajolik brodskih operacija u godinama koje dolaze.

Bespilotne letjelice postaju redoviti alat u pomorskoj industriji. Iako su razvijene za državne i vojne operacije, tijekom sljedećeg desetljeća očekuje se da će primjena bespilotnih letjelica u komercijalnoj i civilnoj industriji nadmašiti primjenu bespilotnih letjelica u obrambenoj i vojnoj industriji.

Zamjenjujući potrebu za ljudskim inspekcijama na brodovima rutinsko održavanje brodova se može daljinski nadgledati pa se na taj način mogu pružiti trenutne povratne informacije o plovidbi. To zauzvrat smanjuje troškove, povećava učinkovitost i značajno smanjuje rizik za ljudske živote tijekom osnovnog održavanja broda. Inspeksijski nadzor brodskih tankova su uobičajeni zadaci brodske posade na plovidbama i ono još uvijek predstavlja rizik za članove posade. Opasni plinovi najveći su tihe ubojice na moru. Kada članovi posade ulaze u zatvoreni prostor neznatno im šteti plin no žalost oni toga nisu svjesni pa se mogu ugušiti i umrijeti. To se može potpuno izbjeći uporabom bespilotnih letjelica. Jednostavna i brza analiza odredit će sigurnost članova posade prilikom ulaska u brodske

tankove čime će se moći spašavati životi u samo nekoliko minuta primjenom bespilotnih letjelica. Isto tako putem povratnih video informacija se može utvrditi da li je potrebna inspekcija što u potpunosti uklanja svaku prijetnju ljudskim životima.

Osim aspekata sigurnosti i učinkovitosti, brodovi koriste tehnologiju bespilotnih letjelica radi izbjegavanja opasnosti poput pristupnosti morskih kitova, santi leda i pirata. Budući da je razvoj bespilotnih letjelica omogućilo snimanje s udaljenosti više od 30 kilometara obavljanje zadataka izbjegavanja broda od opasnosti postalo je daleko lakše za brodove koje se u vlasništvu komercijalne brodske tvrtke.

S bespilotnim letjelicama obično upravlja jedna osoba bez opsežne sigurnosne opreme, što pridonosi smanjenju troškova. Time bespilotne letjelice se brzo implementiraju u pomorskom sustavu u odnosu na tradicionalne metode čime se smanjuje vrijeme zastoja.

Upotreba bespilotnih dronova za isporuku tereta je postala jedna od uobičajenih usluga koja je približila primjenu tehnologije bespilotnih letjelica pomorskoj industriji, a što je sada postalo stvarnost. Korištenje bespilotnih letjelica u pomorstvu dovodi do smanjenja troškova popravka broda, pomorskih havarija, gubitka tereta i do 90% za brodara, ali i za brodsku kompaniju.

Također bespilotne letjelice mogu preletjeti iznad opasnih područja radi cjelovite provjere samog broda ili utovarenog tereta. Dok je ovaj ranije rizični posao obavljao član posade sada bespilotni zrakoplov može doletjeti do inspeksijske točke i putem video povratne informacije visoke razlučivosti koji se nalazi u kontrolnom centru izvršiti provjeru broda ili tereta na brodu čime se ovaj rizik smanjuje na najmanju moguću mjeru. Također omogućava jednostavnu opskrbu broda tijekom plovidbe,

No još je puno toga što treba prevladati da bi se tehnologija bespilotnih letjelica uspješno mogla koristiti u pomorstvu i to od teških i velikih opterećenja pa sve do postizanja velikih naleta brzine no danas je tehnologija bespilotnih letjelica je uglavnom usmjerena na inspekciju i nadzor nad brodovima.

Bespilotne letjelice su samo jedan mali dio veće slagalice razvoja i preoblikovanja pomorske industrije. Postavlja se pitanje No što znamo o tome? Tehnologija bespilotnih letjelica u pravilu predstavlja važnu komponentu pomorske industrije čime se povećava njezina učinkovitost i sigurnost, a prvenstveno njezina izmjena.

Primjena bespilotnih letjelica u pomorstvu je različita. U pomorskom okruženju bespilotne letjelice se koriste za provjeru sigurnosti broda i ljudi na brodu, nadzor okoliša, za opskrbu plovila rezervnim dijelovima, za hitne misije poput pretraživanja i spašavanja te za pregled brodova i tereta.

Uvjeti za primjenu dronova u pomorstvu postaju sve zreliji. Budući da dronovi predstavljaju visokotehnoške proizvode njihova primarna primjena u pomorskom sustavu je vrlo precizna te ono predstavlja neviđeni tip primjene. Taj proces mora ići korak po korak i to na lokalnoj, ali i regionalnoj razini. Dronovi moraju sadržavati sveobuhvatne tehničke i tehnološke karakteristike poput težine uzlijetanja, opterećenja, letenja, vremena uzlijetanja i izlijetanja i sl. S obzirom na navedene tehničke – tehnološke performanse izabrati će onaj odgovarajući model dronova kako bi se zadovoljila potreba za provođenjem pomorskih operacija. Također dronovi koji se upotrebljavaju moraju zadovoljiti i druge tehničke standarde poput posebne vrste senzora, preciznosti, dometa otkrivanja i sl. Ti se uvjeti uzimaju prilikom izbora odgovarajuće vrste dronova koji će koristiti za obavljanje određenih pomorskih operacija.

Kako bi se zadovoljili zahtjevi glede primjene dronova u pomorstvu pomorske ustanove propisuju određene uvjete. Jedan od tih uvjeta je posebna obuka pomoraca koji se odnosi na stjecanje srodnih tehničkih znanja, rada s opremom, principima rada, izvedbu, strukturu i konfiguraciju sustava, prikupljanje podataka, analizu i sl. Polaznici su dužni savladati sustav dronova svakodnevnim upravljanjem, održavanjem pogona, opreme i programa te može dijagnosticirati, uklanjati pogreške te mora imati vještinu korištenja te analizirati i obrađivati osnovne podatke. Nakon pohađanja tečaja polaznici su osposobljeni za primjenu dronova.

No ipak, unatoč brojnim slučajevima uporabe, tehnologija bespilotnih letjelica se više suočava s nekim izazovima, kao što su ograničeno trajanje baterije i poteškoće u radu s lošim vremenskim uvjetima. Nadalje, sve veću upotrebu bespilotnih letjelica podržavaju i regulatori poput Europske agencije za pomorsku sigurnost.

Početkom 2017. godine Europska agencija za pomorsku sigurnost je počela koristiti sustav bespilotnih letjelica i time je omogućila sveprisutnu upotrebu bespilotnih letjelica u europskim vodama za pomoć u graničnoj kontroli, pretragama i spašavanju i nadzoru zagađenja, kao i otkrivanju ilegalnog ribolova, trgovine drogom i ljudima. Ova inicijativa je bila dio petogodišnje strategije Europske agencije za pomorsku sigurnost za poboljšanje nadzora obale i nadzora pomorske aktivnosti. Rad ovih bespilotnih letjelica uključuje prijenos podataka putem senzora dronova uživo u kontrolni centar kako bi se omogućilo zemljama članicama Europske unije da brzo donose odluke o intervencijskim akcijama [10].

Jedna od najnaprednijih bespilotnih letjelica koja se primjenjuje na pomorskom području Europske unije je bespilotna letjelica tvrtke Flyability koja omogućava sigurniji način provođenja inspekcije tankova izvan vidnog polja, bez uporabe sigurnosne opreme, poput prijenosnih detektora plina, skele ili užadi. Posebno dizajniran za teška okruženja,

bespilotna letjelica je zaštićena mrežom protiv sudara i otporna je na prašinu, prskanje i udarce.

Za prikupljanje podataka o kitovima razvijena je bespilotna letjelica SnotBot. Bespilotna letjelica SnotBot se koristi za prikupljanje kitove sline kada dišu na površini mora. SnotBot uređaji mogu prenijeti prikupljene uzorke istraživačima na brodovima koji su na udobnoj udaljenosti od kitova. Pametnim i povezanim tehnologijama ćemo se koristiti kada preuzimamo podatke s bespilotnih letjelica na uređaje koji pokreću algoritme, a koji mogu prepoznati određenog kita i procijeniti njegovo zdravstveno stanje u stvarnom vremenu.



Slika 10. Prikaz BL u letu iznad brodske palube

Izvor: (<https://www.martek-marine.com/blog/drone-technology-maritime-industry/>)

3.1. SPECIFIČNE SITUACIJE PRIMJENE DRONOVA U POMORSTVU

Dronovi ili bespilotne letjelice nisu nikada bile dio pomorske tradicije sve do danas. Dok dronove vežemo za područje znanstvene fantastike stvarnost je ipak drugačija jer mnoge tvrtke dizajniraju i izrađuju komercijalne dronove za privatni sektor pa oni postaju dio našeg svakodnevnog života. Dronovi zbog svoga brzog razvitka postaju koristan pomorski alat zahvaljujući inovativnim mogućnostima koje pružaju [11].

Od prvih trgovačkih brodova koji su plovili morima tehnologija pomorske industrije se i dalje razvija o čemu svjedoči postupno prihvaćanje i primjena kontejnera, Globalnog sustava za pozicioniranje i Informatičkog sustava elektroničkih karata i sl. Razvoj dronova predstavlja još jednu granicu razvoja pomorske industrije. U skladu s time dronovi imaju mogućnost pružanja pomorskoj industriji novi pristup glede uštede vremena i troškova te mogu iskoristiti sve potencijalne prednosti koje nude dronovi. Drugim riječima zbog evoluiranja pomorske industrije nije potrebno pronalaziti nove brže načine za svakodnevne pomorske napore jer dronovi predstavljaju novo evolucijsko sredstvo s ogromnim

potencijalom korištenja u pomorskom, energetskom, brodskom i priobalnom tržištu te brodogradnji.

Iako su dronovi inicijalno razvijeni za vojne i državne operacije predviđa se da će u skorije vrijeme rasti tržište komercijalnih i civilnih dronova koji će nadmašiti rast primjene dronova u vojne i obrambene industrije. No iako se istraživanje, razvoj i proizvodnja tehnologije dronova širi svakom danom regulatorne organizacije se bore da zadrže korak s proizvođačima i korisnicima. Slijedom toga, pravna pitanja koja se odnose na korištenje dronova su i dalje su složena, a na nekim područjima još uvijek nisu riješena. Kao i kod svake nove inovacije, tu postoje koristi i rizici, a izuzetak nisi ni dronovi. No ipak uporaba dronova postaje sve prisutnija u pomorskoj industriji čime se povećava svijest o praktičnoj primjeni u kojima dronovi mogu imati pozitivan utjecaj na pomorsku industriju,

Ukratko možemo reći da dronovi su fleksibilniji za široki broj prilika koje mogu smanjiti troškove i vrijeme u pomorskom sektoru, integrirajući se u postojeće prakse i operacije pomorske sigurnosti. S obzirom na takav razvoj događaja tržišni subjekti bi se trebali usredotočiti na dronove ovisno o poslovnim izazovima, i razmotriti da je li sada vrijeme za ulazak na ovo tržište pored ostalih konkurenata. S obzirom na složeno pravno i regulatorno okruženje u kojem djeluje dronovi svaki korisnik bi se trebao savjetovati kako bi dronovi mogli pomoći pri procjeni regulatornih, tehničkih, pravnih i pitanja javne politike te kako bi predvidljivo umanjili rizik i pružili odgovarajuću pomoć.

Njegova primjena u pomorstvu je višestruka. Može se primijeniti u provođenju pomorskog nadzora te može biti dio pomorske patrole, pomorskog krstarenja i istrage na brodovima. Također se može koristiti u izvanrednim situacijama poput pomorske potrage i spašavanja,, pružanja pomoći brodovima tijekom plovidbe kanalima, vršiti nadzor i pregled mora prilikom izlivanja nafte s brodova u more te vršiti praćenje nad morskim područjem čime se smanjuje nezakonita uporaba mora i time će poboljšati modernizacija uporabe mora. Istovremeno se dronovi koriste za praćenje brodova prilikom izlivanja nafte i drugih derivata u more. Veliki broj slučajeva pokazuju da je pomorski sustav opremljen s dronovima i sustavima za nadzor poput patrolnih brodova, VTS sustavom (sustav plovnog prometa) AIS sustavom (automatski identifikacijski sustav) i LRIT sustavom (sustav dugog dometa praćenja i identifikacije) mogu poboljšati izgradnju sigurnosnog nadzora koji uključuje cijeli raspon pokrivanja, cjelodnevni rad i cjelokupnost nadgledanja procesa što može poboljšati sposobnost sustava uprave i javne službe

koja je utemeljena na zakonu. Zbog svoje fleksibilnosti, pravovremenosti, male potrošnje, rizika te široke pokrivenosti dronovi su vrlo prikladna sredstva za obavljanje usluge nadzora i pomorske sigurnosti.

3.1.1. Zaštita posade brodova

Tendencija porasta pomorskog terorizma i otmice broda i brodske posade povezana je za pitanja sigurnosti posade na brodu koja su regulirana Međunarodnim pravilnikom za sigurnost brodova koji je nastao u svrhu poboljšanja sigurnosnih standarda na brodovima koji plove ili u usidreni u lukama. Međunarodni kodeks o sigurnosti vođenju broda i sprječavanje onečišćenja se počeo primjenjivati od 1993. godine zajedno sa donesenim izmjenama i dopunama od 2000. godine na sve države zastave koje su ratificirale i usvojile [12].

U praksi se proces usuglašavanja postojećih sigurnosnih procedura i postupaka za sprječavanje onečišćenja s ISM – kodeksom se obavlja na način da brodarska kompanija razvijala poseban sustav sigurnog vođenja broda.

Svrha ISM kodeksa je ujedinjavanje i unaprjeđivanje postojećih postupaka radi konačnog cilja, a to je sigurnost svih radnih operacija ukrcaja ili iskrcaj putnika i vozila i zaštiti okoliša od onečišćenja prilikom izvođenja radnih operacija ukrcaja ili iskrcaj putnika i vozila na ro-ro putničkim brodovima. Treba spomenuti da sve radne operacije ukrcaja ili iskrcaj putnika i vozila moraju se zabilježiti i dokazati da brod obavlja sve svoje operacije u skladu s novom pravnom regulativom. ISM kodeks ima sve veću pozornost i posvećuje se upravljanje brodom i postupcima odnosno obučeniosti posade i osoblja na kopnu u skladu sa sustavom za sigurno vođenja broda.

Končan rezultat ovog procesa je dobivanje odgovarajućih svjedodžbi od strane nadležne države. Riječ je o ispravi o ispunjavanju koje se izdaje brodarskom poduzeću kao dokaz da je sigurno vođenja broda u skladu sa ISM kodeksom. Takva se potvrda izdaje nadležna uprava države zastave ili klasifikacijsko društvo.

Međunarodne pomorske organizacije, bilo da se radi o službenim ili neslužbenim, imaju cilj unaprjeđenje neke pomorske djelatnosti pri čemu se uvijek sigurnosti na moru pridodaje veliko značenje. Kroz nekoliko godina vjerojatno će svi pomorci morati znati upravljati bespilotnim letjelicama radi sigurnosti - kako posade, tako i brodske tehnologije. Situacije u kojima će bespilotne letjelice unaprijediti sigurnosti brodske posade jesu:

- potraga i spašavanje čovjeka u moru

- pregled opasnih tereta, spremišta i visokih brodskih infrastruktura
- obavljanje uobičajenih radnji za vrijeme lošeg vremena ili velikih valova
- borba protiv piratstva
- dostava materijala i potrepština koje život znače
- poboljšanje svijesti o situacijama izvan broda
- sprječavanje požara i eksplozija.

Vrlo je važno napomenuti da djelovanjem više bespilotnih letjelica odjednom možemo pronaći rješenje u jako kratkom roku te spasiti ljudske živote, uštedjeti vrijeme pa i novac. Današnji trend je gradnja sve većih brodova, brodica velikih brzina i kontejnerskih brodova koji imaju brzinu do 28 čvorova. No upravo postojeći pomorski sustav ne može dostići ovu razinu. U isto vrijeme objektivni uvjeti vršenja pomorskih patrola su nedostatni. Time cjelokupna situacija je neznatna što omogućava učinkoviti i kontinuirani nadzor nad sigurnošću broda i posade. Uvođenjem dronova se može osigurati brza reakcija i pravovremena istraga radi sprječavanja napada na brod. Također imaju mogućnost pohranjivanja dokaza korištenjem kamere u vozilu s kojim se rukuje daljinski.

3.1.2. Unaprjeđenje, saniranje i obnavljanje brodova

Povrh sigurnosti brodske posade, uporaba bespilotnih letjelica u mnogočemu će pomoći samoj sigurnosti broda, brodske imovini i teretu. Osim što će bespilotne letjelice zamijeniti dio zadaća brodske posade one će ubrzati, olakšati, pojeftiniti i predvidjeti mnoge situacije, što će doprinijeti sveukupnom povećanju isplativosti broskog prijevoza. U budućnosti će se bespilotne letjelice koristiti za izbjegavanje opasnosti na moru. Na primjer, mogli bi ih koristiti na brodovima koji plove arktičkim i baltičkim vodama kako bi postigli bolji uvid o stanju leda i pritom izabrali najoptimalniji put za nastavak putovanja. Brodovi zahtijevaju razne oblike održavanja i popravaka [13].

Bespilotne letjelice ne mogu odstraniti kvarove, ali mogu pomoći pri njihovoj detekciji, pospješiti njihovo odstranjivanje i ubrzati vrijeme odstranjivanja kvarova. Vodeći se time da bespilotne letjelice mogu tamo gdje ljudi ne mogu tako lako, prikupljanje podataka u inspeksijske svrhe uvelike je olakšano uporabom tehnologije bespilotnih letjelica bilo da se radi o inspekciji brodske infrastrukture, nadzoru raznovrsnih tereta, pregledu i procjeni štete,

praćenju vremenskih neprilika ili praćenju pomorske regulacije, bespilotne letjelice mogu pomoću svojih senzora, zamjenjuju ljudske oči. Osim videosenzora, bespilotne letjelice mogu pomoću termosenzora detektirati nepoželjnu promjenu temperature i izvršiti predradnju kojom će moguća šteta biti uvelike umanjena.

O rasutim teretima senzori bespilotnih letjelica mogu brinuti tako da očitavaju vlagu u prostoriji i prate stanje tereta te detektiraju promjenu ili štetu na teretu. Sustav videonadzora je donekle zamijenio i olakšao nadzor. Bespilotne letjelice predstavljaju viši stupanj napretka za razliku od standardnih videonadzora. Ne samo što nadmašuju standardne kamere koje donekle mogu biti i pokretne, već bespilotne letjelice mogu služiti i kao diktafon, termometar ili dostavno sredstvo. Posebno valja izdvojiti prilagodljivo noćno snimanje i širok spektar djelovanja termokamera pri pronalasku slijepih putnika ili ilegalnih sredstava. Pored svih prednosti koje nam pružaju bespilotne letjelice one su ipak ograničene svojim nedostacima, npr. dimenzije, vrijeme trajanja leta, domet i dr.

Napretkom tehnologije i vremenom ti se nedostaci smanjuju. Moramo biti svjesni, pored svih olakšica koje nam pružaju bespilotne letjelice glede sigurnosti ipak tako se one mogu jednako koristiti i za kriminalne radnje čime se ugrožava brod, ali i brodska posada.

3.1.3. Potraga i spašavanje

Prema Konvenciji o sigurnosti života na moru i Međunarodnoj konvenciji o pomorskoj potrazi i spašavanju spašavanje ljudskih života na moru dužnost je svih država potpisnica. Uporaba dronova u akcijama potrage i spašavanja na moru može dovesti do ranijeg otkrivanja pomorskih nezgoda kao i sprječavanja istih. Pomorski sustav potrage i spašavanja radi identificiranja osoba u nevolji koristi povećani broj pomorskih spasilačkih jedinica čime se povećavaju financijski troškove prilikom njihovih angažmana kao i mogućnost angažiranja spasilačke posade koja traži one koje su u opasnosti tijekom pretraživanja područja ili pronalazi one koje se u nevolji [14].

Prethodna istraživanja koja su bila povezana s razvojem pomorskog sustava potrage i spašavanja se temelje se na ideji poboljšanja pretraživačkog sustava, smještaja i optimalizacije resursa u odnosu na vremenske uvjete

S obzirom na činjenicu da temperatura mora može biti manja od 4,5 stupnjeva čovjek može preživjeti manje od 1 vremena stoga su smjernice za razvoj pomorskog sustava potrage i spašavanja usmjerena na minimalizaciju vremena odazivu Centra za potragu i spašavanje što ukazuje na jasnu potrebu za analizom vremena kao ključnom varijablom u pomorskom

sustavu potrage i spašavanja. Na temelju toga možemo povezati primjenu tehnologije dronova i pomorskog sustava potrage i spašavanja čime bi se mogao uvelike poboljšati sustav potrage i spašavanja na moru. Iz svega navedenog može pretpostaviti da dostupno tehničko rješenje u obliku dronova je prihvatljivije u odnosu na uobičajena sredstva za potragu i spašavanje. Za razvoj učinkovitog sustava potrage i spašavanja na moru potrebna je suradnja svih sudionika sukladno međunarodnim i domaćim pravnim propisima te nužno je iskoristiti jedno od ponuđenih rješenja.

Jedno od mogućih rješenja je uporaba dronova kao nove tehnologije čije su mogućnosti znatno šire jer on može pokriti mnogo veća područja i samim time povećati uspjeh akcije potrage i spašavanja na moru. Izraz dron predstavlja letjelicu bez posade. Prvenstveno vojska je počela razvijati dronove s ciljem minimiziranja ljudskih žrtava i održavanja niskih troškova održavanja. Dronovi se uveli kao sredstvo u sustav potrage i spašavanja na moru, ali i za kopneni sustav. To je postignuto dizajniranjem upravljačke stanice na zemlji koja bi osiguravala naredbu i kontrolu nad dronovima. Također dronovi se koriste za obalne i priobalne akcije. S obzirom da je veći dio mora izrazito razveden primjena dronova u sustavu potrage i spašavanja predstavlja dobro rješenje. Trend razvoja baterija dronova koje traju do 30 minuta potiče njihovu uporabu u obalnim akcijama potrage i spašavanja na moru.

Kako bi se poboljšala učinkovitost sustava potrage i spašavanja na moru posebna pažnja se usmjerava na vrijeme reakcije na nastalu nesreću te smanjenje troškova i analizu korištenja raspoloživih resursa. Elementi koji mogu utjecati na vrijeme odaziva na nastalu nesreću su otkrivanje incidenata i provjera vremena predstavlja vrijeme između vremena kada se nesreća stvarno dogodila i vremena kada je ona otkrivena. Vrijeme raspoređivanja spasilačkog tima je vrijeme između identificiranja lokacije, vrste i ozbiljnosti nesreće i slanja prvog dostupnog tima za spašavanje, a vrijeme putovanja spasilačke ekipe do mjesta nesreće je vrijeme koje je potrebnu timu za spašavanje da dođe do mjesta događaja. Ako bilo koja od tri opisanih komponenti bude ispunjena smanjiti će se vrijeme odaziva.

U posljednje vrijeme napredna tehnologija bespilotnih letjelica predstavlja značajnu potporu za odvijanje operacije potrage i spašavanja. Njezine mogućnosti su velike. Tijekom potrage i spašavanja bespilotne letjelica ili zrakoplov može odmah izaći na teren i možete letjeti iznad broda s velikom brzinom. Također bespilotna letjelica može pronaći i brod kada nije vidljiv zbog svojeg senzora s infracrvenim svjetlom na električnoj optičkoj podlozi gdje je sve vidljivo pa može s lakoćom prepoznati živo biće od predmeta tijekom pretrage i spašavanja. Da bi se razlikovala boja osoba na ekranu senzora koji se nalazi na zemlji

crvenom bojom je označen objekt spašavanje čime se olakšava potraga i spašavanje koje je koordinirano organizirano od strane zapovjednika spasilačkog helikoptera ili mornaričkog broda. Također još jedna velika prednost je u tome da bespilotna letjelica može odoljeti brzini vjetra. Uz ove prednosti bespilotna letjelica može letjeti do opasnog područja gdje brod ne može. Također zbog bolje kvalitete visoke rezolucije videozapisa i slika brže se dolazi do traženih informacija što može ubrzati pretraživanje i spašavanje [15].

Mogućnosti razvoja elektroničke opreme zajedno s dronovima bez velikih troškova je učinila tehnologiju bespilotnih letjelica učinila još korisnijim. U slučaju provođenja operacije spašavanja npr. pad zrakoplova koriste se napredniji instrumenti za obradu slika širokog područja. Danas se koristi moderna napredna tehnologija što uključuje integraciju GPS sustava čija je uloga kreirati kartu u stvarnom vremenu kako bi se jasno vidjelo, gdje se točno nalaze cijevi, što je i kakav je bio put drona tijekom realizacije njegovog zadatka.

3.1.4. Zaštita od požara

Iako naše društvo i dalje napreduje prirodne katastrofe ili nepredviđene nesreće i dalje se povremeno događaju. Jedan od najrazornijih elemenata prirode razvoja i napretka čovječanstva je vatra, jer je ona brzo napreduje i š razvija se pa njezina sposobnost brzog širenja i brzog zahvaćanja šuma i zgrada čini jednom od najsmrtonosnijih prirodnih sila. Iako su svi građevinski materijali protupožarni, sposobnost čovječanstva da spriječe požar je napredovala no požari se i dalje pojavljuju. Iako se dalje vjerojatno događaju nesreće poput požara u kuhinji, paljenje logorske vatre ili vatrometa, na koje često utječu zapaljivi materijali. Vatrogasna edukacija i sigurnost još uvijek su najbolje sredstvo zaštite od požara no ipak, bez obzira na formalno obrazovanje o zaštiti od požara požari će se i dalje pojavljivati kao privremene neprilike [15].

Kako je čovječanstvo napredovalo nastale su mnoge različite tehnologije koje su dizajnirane za suzbijanje požara i njihovo brzo gašenje. Konvencionalna vatrogasna crijeva i vatrogasna vozila obično se postavljaju na mjesto požara i opremljeni su timom vatrogasaca obučanim za postupanje u opasnoj situaciji. U slučajevima kada se vatra proširi na više zgrada, ili na susjedno šumsko područje ili druge suha područja zračna pojačanja poput helikoptera i aviona obično ispuštaju vodu i kemikalije, a koje su otporne na vatru na područje požara s ciljem da ugase vatru.

Gašenje požara u udaljenim, nepristupačnim područjima zadatak je koji zahtijeva visokotehnološki, smišljeno rješenje jer vrijeme putovanja u područje koje je u opasnosti

može biti dugotrajno, npr. izbijanje požara u kemijskoj tvornici ili elektrani te ono predstavlja izazov. U tim slučajevima izvidnici požara su zračne jedinice koje prve pristižu na mjesto događaja. Uobičajene zrakoplovne jedinice za gašenje požara su avioni i helikopteri. Brodovi raspolažu vlastitom količinom vode ili kemijskih otopina koje mogu veliki dio korisnog opterećenja broda. Nažalost, nakon što ove jedinice potroše sredstva za gašenje požara oni se moraju vratiti po još sredstava za gašenje, a zatim i na mjesto požara za što treba dosta vremena u onim slučajevima kada je požar udaljen od zemlje. Dakle da bi se skratilo vrijeme i poboljšali rezultati glede sprječavanja ili gašenja požara počinju se koristiti dronovi.

Dronovi su namijenjeni gašenju požara iz zraka, a pri tome su povezani s zemljom putem priručnog sustava koji je predviđen za davanje struje i vode radi gašenja požara. Dron se ponajprije pokreće električnim pogonom i stabilizira se u zraku pomoću sistema žiroskopa koji je dizajnirani tako da radi zajedno s pokretnim elektromotorom radi suprotstavljanja sili izvlačenja kojoj je izložena dok voda izlazi iz mlaznice drona. Dron se pokreće putem komande i upravljačke jedinice. Kontrola i očitovanje senzora provodi kontrolor bez obzira da li se radi o čovjeku na zemlji ili da je riječ o automatskom upravljanju po mogućnosti unutar ili blizu kontrolne jedinice. To su dronovi koji su namijenjeni za gašenje požara.

Postojeći protupožarni dronovi sadrže svoj vlastiti rezervoar s kojim direktno ispuštaju vodu iznad požara. Također dronovi mogu se pričvrstiti na vatrogasno crijevo koje je pričvršćeno za izvor vode te se sredstvo ispušta iz aparata za gašenje putem cijevi mlaznice koja je montirana na dron radi gašenja vatre. U spremnicima dronova nalaze se sredstva za gašenje požara u obliku praška i to natrijev bikarbonat, kalijev bikarbonat ili fosfat koji se rasprše po vatri. Te kemikalije su učinkovite jer one gase požar.

Kada požar bukne nedaleko od zemljine površine potrebno je neko vrijeme da do njega stigne helikopter ili zrakoplov. Da bi se spriječio požar u što kraćem vremenskom roku uvode se dronovi koji imaju veću mogućnost nošenja sredstava za gašenje požara, ali i istodobno povezani s tlom čime bi se požari stavili pod nadzor ili bi potpuno nestali. Osnovna svrha dronova je u tome što oni mogu ostati duže vrijeme na mjestu požara sve dok se ne vatra *ugasi* ili dok ne bude pod čvrstim nadzorom.

3.1.5. Isporuca artikala

Dronovi se sve više istražuju kao rješenje na izazove transporta pošte, različite robe, a u posljednje vrijeme paletirane robe, robe u spremnicima i različitih životinja te medicinske robe pa čak i organa [17].

Uspješna provedba bilo koje promjene transportnog sustava oslanja se na složeni skup faktora. U slučaju dronova ne samo da će odabrana tehnologija biti primjerena potrebama prijevoza, težini i veličini prevoženih predmeta, već bi oni trebali djelovati u skladu s propisima, Ako se ovi aspekti ne uzmu u obzir, operacije mogu biti odgođene, neučinkovite ili potpuno uništene. Ukratko, kao i kod svake intervencije, utjecaja dronova na širi transportni sustav potrebno je razmotriti prije njegove primjene

Rutinska isporuka artikala putem dronova još je relativno nova. Razumijevanje potencijalnih rizika i koristi sustavne promjene važno je tijekom razmatranja i primjene nove tehnologije za procjenu održivosti i stvarnih troškova provedbe. O tome treba li sustav dronova postaviti paralelno ili integrirati u postojeće strukture i sustave je značajno pitanje. Kao i kod mnogih inovacija, postoji zabrinutost da integracija dronova u postojeće strukture oduzeti previše vremena.

Razmak između udaljenosti leta, količine, težine koju dronovi mogu prenijeti i troškovi predstavlja još jednu prepreku nekim aplikacijama za dronove. Prijave za isporuku robe u zemljama s niskim i srednjim dohotkom putem dronova ograničene su na vrlo lagane predmete (manje od 5 kg) i na relativno kratke udaljenosti (manje od 50 km). Međutim, tehnologija se neprestano poboljšava, tako da bi novi modeli dronova a mogli prenijeti težinu od 10 kg na udaljenost od 300 km. Trošak ovih tehnologija pozitivno je povezan s udaljenošću i korisnim opterećenjem, a vrijednost isporuke tek treba utvrditi.

Troškovi uređaja i troškovi njihovog rada i održavanja znatno se razlikuju. Modeli troškova morat će uzeti u obzir specifični sustav dronova koji se koristi kao i obuku osoblja za njegovo rukovanje i održavanje. Drugo, iako uvjeti na cesti neće biti glavni faktor operativnih troškova dronovi mogu biti vremenski uvjetovani. Poznavanje utjecaja vjetera, vlage, povišenja, oborina i temperature na operacije lanca opskrbe bit će presudno. Uz izravne troškove tehnologije i pružanja usluga, postoje i prigodni troškovi.

Jedan prioritetni problem upravljanja za upotrebu dronova općenito, nije specifičan za isporuku, je razvoj nacionalnih i međunarodnih propisa u kontekstu tehnologije koja se brzo razvija. Zračni prostor je reguliran od strane civilnih i međunarodnih zrakoplovnih vlasti. Predviđajući da će komercijalna i federalna upotreba dronova povećati broj zrakoplova u

zračnom prostoru regulatori zračnog prostora će morati osigurati da svi zrakoplovi i dronovi međusobno komuniciraju kao i zračna vlast radi sigurnosti provođenja operacija u zraku. Iako dronovi lete na mnogo nižim visinama od većine zrakoplova, svi zrakoplovi prolaze kroz prostor na maloj visini, što zahtijeva koordinaciju. Međunarodna organizacija civilnog zrakoplovstva Ujedinjenih naroda, kao i mnoge nacionalne organizacije civilnog zrakoplovstva, bave se regulatornim pitanjima (npr. na koji će se način bespilotni sustavi upravljanja zračnim prometom integritati s osobljem), razvijaju metode za daljinsko prepoznavanje dronova i njihovih operatera, standardiziraju propise o dronovima za humanitarni i razvojni sektor, određuju kome je dopušteno uklanjanje prijetnje od strane nepoznatog drona i kriterije za zone ne letenja i odlučuju u kojim uvjetima dronovi mogu letjeti izvan vidokruga operatera, ljudi ili noću.

3.1.6. Procjena štete i promatranje brodskog prometa

Donedavna tehnološka dostignuća pretvorila su današnje sustave dronove u realnu suvremenu metodu provođenja procjena štete i promatranje brodskog prometa iz zraka. Prednosti tehnologije dronova uključuju poboljšanu sigurnost obavljanja zadataka, ponovljivosti zadataka i smanjene operativne troškove. U kombinaciji s mnogo navedenih prednosti poput male težine, male veličine i niskih troškova te brzinu dronovi se sve više koriste za procjenu štete i vršenja pomorskog nadzora. Primjena korištenja dronova u pomorskom regulaciji raste ne samo u Sjedinjenim Američkim državama već i drugim razvijenim zemljama. Na području Europske unije također raste sve primjena dronova u pomorske svrhe [18].

Sjedinjene Američke države imaju najveći broj dronova koje koriste za rješavanje problema sa Somalijskim piratima za globalne brodske linije itd. Također dronovi se koriste kao pomoćno sredstvo u slučaju promatranja brodskog prometa.

Smanjujući potrebu za ljudskim inspekcijama, rutinski nadzor brodova se odvijati daljinskim putem, u stvarnom vremenu, pružajući trenutnu povratnu informaciju o plovilu ili posadi na plovilu. To zauzvrat smanjuje troškove, povećava učinkovitost i značajno smanjuje rizik gubitka ljudskog života tijekom osnovnog održavanja nadzora nad brodom. Vršiti pomorski nadzor označava provođenje operacije od strane obalne straže pomoću dronova koji će omogućavati nadzor bez ugrožavanja sigurnosti i zaštite daljinskim putem. Bez obzira da li

otkrivamo nezakonita ribarska plovila ili želimo poboljšati postupke granične kontrole, nadzorni bespilotni zrakoplovi pristupačna su i učinkovita alternativa onim misijama koje obavljaju zrakoplovi ili brodovi od strane obalne straže. Dronovi mogu letjeti u visinske ili opasne prostore kako bi provjerili cjelovitost plovila ili tereta. Dok je ranije ovaj visoko rizični posao obavljao član posade broda, sada bespilotni zrakoplov može letjeti do kontrolne točke, a putem video-povratne informacije visoke rezolucije u kontrolnom centru ćemo se smanjiti taj rizik na najmanju moguću mjeru u najkraće vrijeme. Od prvog pokusa u siječnju 2016. godine, kada je bespilotna letjelica obavila isporuku na moru pomorska industrija je tada počela koristiti dronove. Iako je samo letio na udaljenost od 247 metara u zrak te pokrenut s manjeg tegljača, a ne s obale, optimizam i obećavajući znakovi bili su prisutni tijekom letenja. No puno se toga moralo prevladati što uključuje poboljšanje udaljenosti koje dron mora prijeći te velika opterećenja, a do postizanja tih napretka tehnologija dronova je uglavnom trenutno usmjerena na pomorski nadzor i inspekciju brodova.

Svrha pomorskog nadzora je poboljšanje sigurnosti broda, ali i posade na brodu. Ključni element pokušaja zaštite života, okoliša i broda je sposobnost brzog raspoređivanja resursa. Iz toga razloga dronovi koji se koriste u pomorskom nadzoru se mogu primijeniti odmah jer oni mogu pokriti ciljno područje za manje vremena nego što je bilo potrebno pilotu zrakoplova za dovršetak provjere zrakoplova prije leta. Dronovi koriste daljinske senzore koji snimaju i prenose podatke u stvarnom vremenu, uključujući termičke snimke i slike visoke razlučivosti kako bi se omogućilo brže donošenje odluka, kada je vrijeme od presudne suštine.

Dronovi se koriste u slučajevima provođenja zakona prilikom trgovine ljudi i droga, granične kontrole ili kontrola ograničenih odnosno zaštićenih područja, ribarskog nadzora, prevencije piratstva, identifikacije plovila ako se ono nalazi na crnoj listi i sigurnosti plovidbe.



Slika 11. Pomorski nadzor putem dronova

Izvor: <https://grabancijas.com/vrhunski-dron-za-pomorsku-nadmoc-nadzire-jadran-video>

3.2. OPIS DRONOVA KOJI SE UPOTREBLJAVAJU U POMORSTVU

Bespilotne letjelice jedan od najvećih izuma u tehnološkom svijetu, pomažući nam da stignemo do mjesta do koje nikad prije nismo mogli. One mogu obavljati isporuke, slikati i snimati videozapise na različitim visinama i različitim uvjetima. Kako se bespilotne letjelice razvijaju sa svakim korakom i postaju još popularnije, one s vremenom dobivaju više zadaća. Točnije, mogu biti dizajnirane tako da mogu biti i otporne na različite vremenske uvjete [19].

Bespilotne letjelice koje su otporne na uvjete sadrže baterije duljeg trajanja radi duže uporabe i sigurnog slijetanja u hitnim slučajevima kada baterija ostane prazna. Bespilotne letjelice imaju dvije baterije. Dok bespilotna letjelica prilikom letenja koristi jednu bateriju, a kada snaga baterija postane mala bespilotna letjelica se prebacuje na drugu bateriju kako bi se osiguralo sigurno slijetanje i bez mogućnosti sudara. Druga funkcija se odnosi na bateriju koje omogućuju grijanje bespilotnih letjelica pa one mogu funkcionirati i kada je vani jaka zima. Isto tako bespilotne letjelice su opremljene dodatnom opremom što uključuje i korištenje programa traženja i spašavanja na moru.

Bespilotne letjelice koje su otporne na vremenske uvjete su otporne na magnetske smetnje i imaju ugrađeni Wi-Fi čip koji omogućava neprestanu vezu bez obzira pada li kiša,

sniježi ili je vjetrovito. Ove značajke zajedno čine bespilotne letjelice vrlo funkcionalnim i u slučaju oluje. Sličan operativni mehanizam možemo naći u uređajima s kojima pratimo signal mobilnih uređaja koji su usmjereni na uspostavljanje veze u područjima sa slabo pokriveni signalom. Ugrađeni Wi-Fi čip sadrži pojačala koji im omogućuju rad u lošim vremenskim uvjetima te je istodobno otporan je na negativne elektromagnetske valove

Lako je i u nekim slučajevima opravdano uzbuditi se zbog potencijala tehnologije dronova no mnoga se od tih predviđanja temelje na načinu na koji se dronovi mogu koristiti, To je ključno zašto se dronovi mogu koristiti u obalnim pomorskim službama.

Dronovi se koriste za dijagnosticiranje i oštećenja na brodu čime se riješiti problem dok brod plovi. Time se smanjuje vrijeme popravka dok je brod na moru kao i troškovi održavanja. Upravo korištenjem tehnologije dronova kojim se prikupljaju potrebni podaci za potrebe inspekcije pa relativni skromni troškovi mogu osigurati potencijalnu uštedu od nekoliko milijuna dolara dnevno. Potreba da se prikupe kritične informacije o strukturama pristaništa i brodova pa korištenjem jednog uređaja za snimanje svih tih podataka čime se stvoriti nevjerovatna vrijednost. No svi podaci koji se prikupljeni dronovima se ne upotrebljavaju samo za povećanje inspekcija već i u druge svrhe.

3.2.1. ViDAR

ViDAR (engl. visual detection and ranging) je trajni pomorski sustav širokog područja u obliku optičkog radara, a koji predstavlja noviju i napredniju varijantu pomorskog pretraživanja na širokom području u stvarnom vremenu. Pretraživanje oceana optičkim sensorima nalik je gledanju kroz slamku. Čak i kod senzora pune HD razlučivosti vidno polje jako je ograničeno, a pri tome se takva vrsta nadzora koristi u svrhe održavanja nadzora nad objektima fiksnog položaja [20].

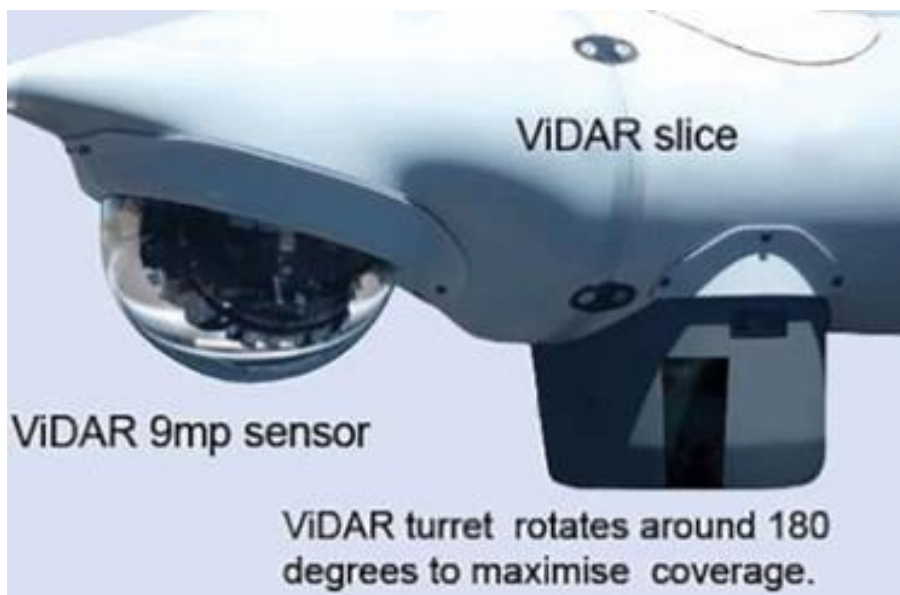
Objekte u pokretu možemo nadzirati pomoću radara. Međutim, radar je skup i može imati ograničenja za otkrivanje niza ciljeva koji su od velike važnosti za rješavanje problematičnih situacija, kao što su mali gumeni čamci ili brzo napadni brodovi. Optička pretraga ViDAR-a također je u potpunosti pasivna, što ga čini prikladnim za tajne operacije poput sprječavanja krijumčarenja droge. Koliko je teško pomorsko nadziranje, najbolje nam ilustrira nestanak malezijskog aviona Boeing 777-200ER (let MH370).

Pretraga velikih površina oceana za sitnim predmetima, poput krhotina, splavova ili ljudi u vodi, zahtijeva ogromne resurse, odvija se sporo, a s vremenom postaje sve teže za operatere i može utjecati na sposobnost spašavanja života.

ViDAR se sastoji od jedne ili više komercijalnih visoko razlučivih kamera koje kontinuirano skeniraju ocean na 180 stupnjeva ispred letjelice. Videozapis s ovih kamera obrađuje se autonomno u zrakoplovu u stvarnom vremenu. ViDAR-ovi algoritmi analiziraju piksele unutar svakog okvira kako bi otkrili objekte na površini oceana. ViDAR uočava odsjaje sunčeve svjetlosti i učinke sličnih karakteristika te ih odvaja od otkrivanja objekata. Umjesto da čitav videosnimka prosljeđujemo operateru, pa ga on potom pregledava, ViDAR za svako otkrivanje izvadi malu snimku. Mirna slika i njegove koordinate, koje su određene iz inercijalnog navigacijskog sustava zrakoplova, šalju se natrag operateru koji se može nalaziti u zemaljskoj kontrolnoj stanici za bespilotnu letjelicu ili na misijskoj konzoli na plovilu. Operater jednostavno pregledava slike i koordinatne lokacije na ekranu te odabire one od interesa za ispitivanje. Dok operater vrši provjeru, ViDAR nastavlja skenirati ocean autonomno šaljući daljnja otkrivanja operateru. ViDAR može locirati osobu u moru već na udaljenosti od 1,7 nautičkih milja, splav za šest osoba na 3,5 NM, a brzi brod pri udaljenosti od 9,1 nautičkih milja.

Uporabom bespilotnih letjelica opremljenih ViDAR-om za misije pretraživanja i spašavanja povećava se učinkovitost za 80%, u usporedbi s klasičnim izviđanjem helikopterske posade.

Korištenje ViDAR tehnologije za pretragu zajedno s bespilotnim letjelicama čini vrlo učinkovitu kombinaciju. Razlog je što oni mogu pokriti znatno veće područje od helikoptera u istom vremenskom intervalu što u konačnici čini početnu pretragu mnogo bržom. ViDAR se može konfigurirati na mnogobrojnim zračnim platformama i optimizirati za specifične profile misije. Konfiguriran je za okretanje kamere oko luka od 180 stupnjeva u nizu od više koraka. Svaki se korak obično održava 10 sekundi, dok se kamera pomiče oko pet položaja. Praznine između koraka vidnog polja popunjavaju se sljedećim koracima zrakoplovnog kretanja naprijed.



Slika 12. Vidar

Izvor: <https://www.photonicsonline.com/doc/vidar-optical-radar-installed-in-skeldar-v-unmanned-aerial-vehicle-0001>

3.2.2. Saab Skeldar

Budući da se više od 90% posto globalne trgovine obavlja morem, osiguranje provođenja operacija u morskom okruženju predstavlja veći izazov nego ikad. Sa Saabom Skeldarom imati ćemo pristup velikom broju sustava koji omogućuju veću sigurnost i učinkovitije poslovanje. Saab Skeldar je dugo bila pokretačka snaga u razvoju naprednih komunikacijskih usluga, robusnih sistemskih rješenja i stalne podrške sustava za širok spektar pomorskih operacija, kako vojnih tako i civilnih [21].

Saab Skeldar bespilotna letjelica predstavlja pomoćno sredstvo pomoću kojih možemo zaprimiti potrebne informacije radi procjene situacije i donošenje ključnih odluka bez riskiranja gubitka života te ostati jedan korak unaprijed u odnosu na ostale sudionike. Također može pomoći za precizno lociranje, praćenje i uništavanje ciljeva nakon donošenja konačne odluke.

Na temelju vodeće autonomne tehnologije Saab Skeldar bespilotna letjelica omogućava izvođenje svake faze operacije na moru, a pri tome neće dovesti u opasnost brod ili brodsku posadu.

Primjena Saab Skeldar bespilotna letjelica u pomorstvu je višestruka. Od pružanja u pomoći portage i spašavanja na moru, dostave paketa, pregleda pomorskog prometa, prikupljanje inspeksijskih podataka o plovilima, kontrole pomorskih nesreća, izviđanja vremenskih prilika i područja okovanih ledom, komunikacije među brodovima i istraživanja, kontrola nad neizravni požar i neposredna procjena bojna šteta danju i noću. Dostupne pomorske karte, signalizacija i način rada za široko područje omogućuje operatima uključivanje u pomorski nadzor visoke razine i otkrivanje pokretnih ciljeva danju i noći u svim vremenskim uvjetima Saab Skeldar bespilotna letjelica postaje zapovjednikovo najvažnije sredstvo. Time ovaj tip bespilotne letjelice odgovara trenutnim potrebama u pomorstvu.

Agilnim letom i komunikacijom između Saab Skeldar bespilotne letjelice i kontrole telekomunikacijske stanice na raznim brodovima se osigurava da se drži korak s pomorskom flotom i pruža informacije o isporuci na stvarnom vizualnom borbenom prostoru. Tijekom nadzora Saab Skeldar bespilotna letjelica leti autonomno i omogućuje operateru brže pregledanja onih točaka koji su u njegovom interesu jednostavno pokazujući na kartu. Ova tehnika upravljanja poznata je kao Pointand-See system. Budući da ovaj bespilotne letjelice relativno brza i s okretnim oblikom leta slike ugroženog područja su u doseg velike rezolucije. To omogućuje da brod drži podalje od opasnosti. Karakteristike ovoga tipa bespilotnih letjelica omogućuju što lakši pristup željenom području, ali istovremeno ih se ne može otkriti niti putem radara. S autonomnim svojim karakteristikama Saab Skeldar bespilotna letjelica također može

ograničiti komunikaciju i ograničiti primjenu kontrole zračnog prometa radi očuvanja tišine u pomorskoj komunikaciji. On ima mogućnost sporog kretanja ili mirovanja te se može kretati u formaciji s brodom i brodskom flotom ili kretati se vrlo brzo radi lakšeg prodiranja do neprijateljskih linija. Ako se ovaj sustav bespilotnih letjelica koristi radi napredovanja broda tijekom plovidbe brod će zajedno s UCS-om (eng. Unified Computing System) biti u pokretu, ali će omogućiti Saab Skeldar bespilotnoj letjelici prvenstveni red. To je kao Tethering Mode. Ako se brodovi i UCS moraju zaustaviti zbog bilo kojeg razloga, Saab Skeldar će letjeti.

U radu s Saab Skeldar bespilotnom letjelicom sudjeluje dvoje do četvero ljudi uključujući i računalnog operatera. Kako je jednostavan za uporabu, sustavom može upravljati i postojeće osoblje eliminirajući potrebu za dodatnim osobljem.



Slika 12. Saab Skeldar

Izvor: https://en.wikipedia.org/wiki/Saab_Skeldar

4. ZAKLJUČAK

Zanimljivo je promatrati razvoj dronova od 90-ih godina 20. stoljeća pa sve do danas. Prvenstveno njihov razvoj u borbene svrhe u mnogočemu slični na načinu kako je avion s početka 20. stoljeća uveden u borbenu uporabu. Uzorak je sličan sa s međusobnim odstojanjem od 90. godina. Prvi avioni su korišteni u ratnim djelovanjima imali su isključivo izvidničku namjenu, a zatim su korišteni za ručno ili mehaničko odbacivanje manjih bombi, a na kraju su odgovarajućim, strojnicama i sustavom sinkronizacije strojnica i propelera pretvoreni u lovačke avione. Slični razvojni put imali su i dronovi koji će se na kraju razviti kao najsloženiji oblik borbenog djelovanja. Brzina, visina djelovanja, pokretljivost, dolet, nosivost i preciznost sve su to pojmovi u razmišljanjima današnjih dizajna dronova kao što su ti pojmovi zaokupljali misli ljudi koji su se bavili razvojem klasičnih vojnih i civilnih aviona od braće Wright do danas. Ono što olakšava razvoj dronova je primjena dosadašnjih dostignuća ostvarenih u vremenu razvoja klasičnih aviona.

Bespilotne letjelice su samo jedan mali dio veće slagalice razvoja i preoblikovanja pomorske industrije. Postavlja se pitanje No što znamo o tome? Tehnologija bespilotnih letjelica u pravilu predstavlja važnu komponentu pomorske industrije čime se povećava njezina učinkovitost i sigurnost, a prvenstveno njezina izmjena.

Primjena bespilotnih letjelica u pomorstvu je različita. U pomorskom okruženju bespilotne letjelice se koriste za provjeru sigurnosti broda i ljudi na brodu, nadzor okoliša, za opskrbu plovila rezervnim dijelovima, za hitne misije poput pretraživanja i spašavanja te za pregled brodova i tereta.

Hoće li dronovi u potpunosti promijeniti naše poimanje modernog načina života? Mnogi trendovi koji se pojavljuju općenito u modernim društvima govore u prilog potvrdnog govora na ovo pitanje. Danas je trend da automatizacijski sustav odnosno robovi koji obavljaju posao umjesto ljudi. Dronovi imaju otvoren put doista obilježiti budućnost. Na žalost daljnjim razvojem dronova istovremeno će se smanjivati potreba za pilotima. Nije daleko trenutak kada će se obučavati piloti koji u svom životu neće provesti ni jedan u zraku. Zašto bi i kada će svoje zadatke obavljati bez potrebe da se odlijepe od zemlje daleko je područja gdje se događa prava akcija.

5. LITERATURA

- [1] <https://www.britannica.com/technology/unmanned-aerial-vehicle>
- [2] <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/unmanned-aerial-vehicles>
- [3] <https://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/drone>
- [4] Muljević, V. (2003). Baloni i zračni brodovi u svijetu i Hrvatskoj. Grafiks. Zagreb
- [5] Milanović, Đ. (1980). Od Ikara do Marsa. Rad. Beograd
- [6] Erceg, A., Erceg, Lj., Vasilj A. (2017). Unmanned aircraft systems in logistics legal regulation and worldwide examples toward use in Croatia. Osijek.
- [7] https://www.researchgate.net/publication/329422590_Unmanned_Aerial_Vehicle_Classification_Applications_and_Challenges_A_Review
- [8] <https://www.airforce-technology.com/projects/predator-uav>
- [9] <https://www.commercialuavnews.com/security/4-ways-drones-maritime-offshore-services>
- [10] <https://www.ship-technology.com/features/drones-deep-new-applications-maritime-uavs>
- [11] https://www.researchgate.net/publication/303835015_Possibilities_of_uas_for_maritime_monitoring
- [12] Grabovac, I. (2003). Plovidbeno pravo Republike Hrvatske, Književni krug, Split
- [13] <https://www.martek-marine.com/blog/drone-technology-maritime-industry>
- [14] <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7070659>
- [15] Medić D, Gudelj A, Kavran N. Overview of the Development of the Maritime Search and Rescue System in Croatia. Promet – Traffic & Transportation, Vol. 31, 2019, No. 2, 205-212
- [16] <https://patents.google.com/patent/US20130134254A1/en>
- [17] <https://www.rolandberger.com/en/Point-of-View/Cargo-drones-The-future-of-parcel-delivery.html>
- [18] <https://www.flightglobal.com/analysis/analysis-uavs-expand-into-maritime-surveillance/132190.article>
- [19] <https://www.planckaero.com/maritimedrone>
- [20] <https://www.techbriefs.com/component/content/article/tb/features/application-briefs>
- [21] <https://saab.com/air/airborne-solutions/unmanned-aerial-systems/skeldar-v-200-maritime>

POPIS ILUSTRACIJA

Slika 1. Dron.....	3
Slika 2. Kineski zmaj – letjelica.....	4
Slika 3. Bepilotna letjelica.....	7
Slika 4. Glavni dijelovi drona.....	10
Slika 5. Elbit Skylark.....	13
Slika 6. Obilježja RQ-1 Predator.....	14
Slika 7. MQ-1 Predator bepilotne letjelice.....	15
Slika 8. Obilježja QR – 4 Global Hawk.....	16
Slika 9. X- 45 bepilotne letjelice.....	17
Slika 10. Prikaz BL u letu iznad brodske palube.....	21
Slika 11. Pomorski nadzor putem dronova.....	32
Slika 12. Vidar.....	35
Slika 12. Saab Skeldar.....	37