

# Podvodni pregled trupa broda korištenjem ROV-a

---

**Afrić, Valentina**

**Master's thesis / Diplomski 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:187:440813>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-12**



**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**

**VALENTINA AFRIĆ**

**PODVODNI PREGLED TRUPA BRODA KORIŠTENJEM  
ROV-a**

**DIPLOMSKI RAD**

Rijeka, 2021.

**SVEUČILIŠTE U RIJECI  
POMORSKI FAKULTET**

**POD VodNI PREGLED TRUPA BRODA KORIŠTENJEM ROV-a  
UNDERWATER HULL SURVEY USING AN ROV's**

**DIPLOMSKI RAD**

Kolegij: Morske tehnologije

Mentor: dr.sc. Lovro Maglić

Studentica: Valentina Afrić

Studijski smjer: Nautika i tehnologija pomorskog prometa

JMBAG: 01120678326

Rijeka, rujan 2021.

## *Posveta i zahvala*

*Ponajprije zahvale mentoru dr.sc. Lovri Magliću. Hvala na entuzijazmu, savjetima i podršci tijekom pisanja ovog rada.*

*Najveću zahvalnost htjela bih iskazati svojim roditeljima, sestri i Miši koji su bili moja najveća podrška i oslonac tijekom cijelog obrazovanja i bez kojih ovo ne bi bilo moguće. Volim vas!*

*Hvala mojim najbližim prijateljicama koje su uvijek bile tu za mene!*

*Također hvala svima koji su mi na bilo koji način pomogli u pisanju ovog rada posebice djelatnicima Jadrolinije, Hrvatskog registra brodova u Rijeci, direktora tvrtke AquaSub-a te zapovjednika broda Scenic Eclipse.*

*Od srca HVALA svima!*

Studentica: Valentina Afrić

Studijski program: Nautika i tehnologija pomorskog prometa

JMBAG: 0112067832 6

## IZJAVA O SAMOSTALNOJ IZRADI DIPLOMSKOG RADA

kojom izjavljujem da sam diplomski rad naslovljen

„Podvodni pregled trupa broda korištenjem ROV-a“

izradila samostalno pod mentorstvom

dr.sc. Lovra Maglića.

U radu sam primijenila metodologiju izrade stručnog/znanstvenog rada i koristila se literaturom koja je navedena na kraju diplomskog rada. Tuđe spoznaje, stavove, zaključke, teorije i zakonitosti koje sam izravno ili parafrazirajući navela u diplomskom radu na uobičajen, standardan način citirala sam i povezala s fusnotama i korištenim bibliografskim jedinicama te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Rad je pisan u duhu hrvatskog jezika. Suglasna sam s trajnom pohranom diplomskog 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:

a) rad u otvorenom pristupu

b) pristup svim korisnicima sustava znanosti i visokog obrazovanja RH

c) pristup korisnicima matične ustanove

d) rad nije dostupan



Valentina Afrić

Istraživanje i izrada diplomskog rada *Podvodni pregled trupa broda korištenjem ROV-a* provedena je u suradnji sa edukacijsko-istraživačkim Centrom za morske tehnologije (CMT) Pomorskog fakulteta u Rijeci. Prilikom istraživanja korištena je daljinski upravljiva podvodna ronilica *Blueye Pioneer* u vlasništvu Pomorskog fakulteta u Rijeci.

## SAŽETAK

Tema ovoga diplomskog rada jest „Podvodni pregled trupa broda korištenjem ROV-a“. Rad je podijeljen u dva dijela. U prvom se dijelu, koji je ujedno i teoretski, daje uvid u pravni aspekt korištenja daljinski upravljivih ronilica u svrhu pregleda trupa broda. Nadalje je objašnjena uloga klasifikacijskih društava, a navode se i pravila klase te pravila za statutarnu certifikaciju. Predočeni su i uvjeti koje treba zadovoljiti uslužna tvrtka kako bi se smatrala ovlaštenom za provođenje podvodnih pregleda trupa broda korištenjem daljinski upravljivih ronilica. Osim toga prikazana je osnovna klasifikacija podvodnih ronilica te su opisane njihove karakteristike i njihova namjena.

Drugi je dio rada analitičko-eksperimentalni. U njemu su predstavljena dva provedena pregleda trupa broda pomoću ronilice *Blueye PIONEER*. Prezentirane su i značajke ronilice te su istaknuti njezini nedostaci koji su uočeni tijekom povodnih pregleda. SWOT analiza korištenja daljinski upravljivih ronilica u svrhu podvodnih pregleda brodova predstavlja srž analitičkog dijela kojim su obuhvaćene prednosti, nedostaci, prilike i prijetnje korištenja takve tehnologije. U završnom dijelu rada navode se konačni zaključci dobiveni na temelju provedenih istraživanja u cilju dokazivanja postavljene hipoteze, odnosno efikasnosti i isplativosti korištenja daljinski upravljivih ronilica u brodarskoj industriji.

**Ključne riječi:** daljinski upravljive ronilice, klasifikacijska društva, podvodni dron, podvodni pregled, trup broda.

## SUMMARY

The topic of this thesis is "Underwater hull survey using ROV's". The paper is divided into two main parts. In the first, theoretical part, an insight is given into the legal aspect of using remotely operated vehicle for the purpose of ship's hull inspection. Therefore, the role of classification societies as well as implementation of classification rules and statutory certification rules are explained. Furthermore, the requirements of service suppliers for the underwater hull inspection according with the Rules of the Croatian Register of Shipping are explained. Also, the basic classification of remotely operated vehicle is given as well as their characteristics.

The second part is analytical-experimental. Two underwater inspections of ship's hull using a Blueye PIONEER are presented. The performance of the remotely operated vehicle was presented, as well as its shortcomings that were noticed during the inspections.

SWOT analysis is the core of the analytical work which covers the strength, weakness, opportunities, and threats of using this technology. The conclusion of the paper presents the final results of the research in order to prove the hypothesis, the efficiency, and cost-effectiveness of the use of remotely operated vehicle in the shipping industry.

**Keywords:** classification societies, remotely operated vehicle, ship's hull, underwater dron, underwater survey.



# SADRŽAJ

<b>SAŽETAK .....</b>	<b>I</b>
<b>SUMMARY .....</b>	<b>I</b>
<b>1. UVOD .....</b>	<b>1</b>
1.1. PROBLEM, PREDMET I OBJEKT ISTRAŽIVANJA.....	2
1.2. RADNA HIPOTEZA.....	2
1.3. SVRHA I CILJEVI ISTRAŽIVANJA.....	2
1.4. ZNANSTVENE METODE.....	3
1.5. STRUKTURA RADA .....	3
<b>2. KLASIFIKACIJA I STATUTARNA CERTIFIKACIJA PREMA PRAVILIMA HRB-a .....</b>	<b>5</b>
2.1. KLASIFIKACIJA BRODOVA .....	5
2.2. STATUTARNA CERTIFIKACIJA .....	6
2.3. TEHNIČKI NADZOR.....	7
<b>2. SLUŽBENI POSTUPAK PREGLEDA TRUPA BRODA .....</b>	<b>11</b>
3.1. PREGLED TRUPA BRODA NA SUHOM– DOKOVANJE .....	11
3.1.1. Brodski vijak i osovina broskog vijka.....	11
3.1.2. Kormilo.....	13
3.1.3. Vanjska oplata .....	14
3.2. PODVODNI PREGLED .....	16
3.2.1. Ronioci.....	17
3.2.2. Daljinski upravljive ronilice – ROV.....	18
<b>3. PODVODNE RONILICE .....</b>	<b>21</b>
4.1. PODJELA PODVODNIH RONILICA .....	21
4.2. Vrste ROV-a .....	22
4.2. ClassNK.....	26

4.2.1. Klasifikacija ROV-a prema ClassNK-u .....	27
<b>4. TIPNA ODOBRENJA .....</b>	<b>29</b>
5.1.ODOBRENJE USLUŽNIH TVRTKI .....	29
5.1.1. Postupak izdavanja odobrenja .....	29
<b>5. ANALITIČKO-EKSPERIMENTALNI DIO .....</b>	<b>33</b>
6.1. KORIŠTENA OPREMA – <i>BLUEYE PIONEER</i> .....	33
6.1.1.Tehničke značajke .....	34
6.1.2. „Tri koraka za uspješan pregled” .....	38
6.2. PROVEDBA PREGLEDABRODA „KORNATI“ .....	40
6.3.PROVEDBA PREGLEDA BRODA „Scenic Eclipse“ .....	49
<b>7. SWOT ANALIZA .....</b>	<b>55</b>
<b>ZAKLJUČAK.....</b>	<b>63</b>
<b>LITERATURA .....</b>	<b>65</b>
<b>KAZALO KRATICA.....</b>	<b>67</b>
<b>POPIS SLIKA .....</b>	<b>68</b>

## 1. UVOD

U jedno od najvažnijih dostignuća podvodne robotike ubrajaju se podvodne ronilice. Podvodne ronilice „otvorile” su mogućnost istraživanja nepristupačnih lokacija na velikim dubinama. Osim istraživanja tehnološki naprednije podvodne ronilice imaju mogućnost prikupljanja podataka i obavljanja radova, čime se opseg njihove primjene povećava.

U okviru ovog rada ističe se korištenje podvodnih ronilica u svrhu podvodnog pregleda trupa broda. Klasifikacijska društva odgovorna su, između ostalog, za propisivanje pravila prema kojima se obavljaju pregledi brodova, uključujući i one podvodne. Klasifikacijska društva podvodne preglede brodova mogu izvršiti samostalno ako imaju osposobljene djelatnike i potrebnu opremu. U većini slučajeva klasifikacijska društva za izvršenje podvodnih pregleda brodova traže usluge od ovlaštenih tvrtki. Tvrtka će se smatrati ovlaštenom nakon zadovoljavanja niza tehničkih i kadrovskih uvjeta koje je postavilo klasifikacijsko društvo. Za podvodni pregled trupa broda uslužna tvrtka mora posjedovati tipno odobrenje kojim se posvjedočuje sposobnost obavljanja pregleda te vrsta pregleda – ronionicima ili podvodnom ronilicom. Osim tipnog odobrenja uslužnih tvrtki, tipna se odobrenja dijele još na tipno odobrenje proizvođača te tipno odobrenje proizvoda. U radu je istaknuto hrvatsko klasifikacijsko društvo, odnosno Hrvatski registar brodova (dalje u tekstu: HRB), i prikazan je osvrt na njihov stav glede korištenja podvodnih ronilica pri podvodnom pregledu trupa broda.

U hrvatskoj se literaturi za podvodne ronilice upotrebljavaju različiti termini, poput *daljinski upravljivih vozila* i *podvodni dronovi*. Vidljivo je da nazivi za isti pojam nisu ujednačeni i svugdje jednako prihvaćeni. U nastavku ovog rada upotrebljava se termin *daljinski upravljiva ronilica* (engl. *Remotely Operated Vehicle*), dalje u tekstu: ROV. Podvodne ronilice dijele se u dvije osnovne kategorije: podvodne ronilice sa posadom i podvodne ronilice bez posade. Nadalje se podvodne ronilice bez posade dijele na već navedene daljinski upravljive te na autonomne podvodne ronilice (engl. *Autonomous Underwater Vehicle*), dalje u tekstu: AUV. Detaljnija podjela, kao i prednosti i nedostaci ROV-a u pogledu podvodnog pregleda trupa broda prikazani su u nastavku rada.

## **1.1. PROBLEM, PREDMET I OBJEKT ISTRAŽIVANJA**

Na osnovi relevantnih činjenica o problematici znanstvenog istraživanja može se definirati problem istraživanja, a on glasi: *učinkovitost podvodnog pregleda trupa broda korištenjem ROV-a.*

Relevantne spoznaje o problematici i problemu istraživanja predstavljaju znanstvenu podlogu za definiranje predmeta istraživanja, a on podrazumijeva sljedeće: istražiti zahtjeve klasifikacijskog društva za izdavanje tipnog odobrenja tvrtkama, istražiti zahtjeve glede pregleda trupa broda, odrediti prednosti i nedostatke korištenja ROV-a, ocijeniti njegovu efikasnost na temelju provedenog istraživanja te predložiti konkretne mjere u svrhu unapređenja ROV-a i njegove primjene u broderskoj industriji.

Problem i predmet istraživanja odnose se na dva međusobno povezana objekta istraživanja, a to su pregled trupa broda i korištenje ROV-a.

## **1.2. RADNA HIPOTEZA**

Postavljena hipoteza glasi: Korištenje je ROV-a u broderskoj industriji, konkretnije u svrhu podvodnog pregleda broda, učinkovito.

Tako postavljena radna hipoteza implicira više pomoćnih hipoteza (kr. P. H.):

P.H. 1.: ROV-om se na brz i jednostavan način može provjeriti stanje trupa broda.

P. H. 2.: Korištenje je ROV-a u pojedinim slučajevima isplativije i sigurnije od korištenja usluge ronioca.

## **1.3. SVRHA I CILJEVI ISTRAŽIVANJA**

Svrha je rada istraživanje i prikaz rezultata istraživanja o zahtjevima klasifikacijskog društva glede izdavanja tipnog odobrenja tvrtkama za podvodne preglede trupa broda, o prednostima i nedostacima ROV-a prilikom podvodnog pregleda trupa broda te smjernicama za poboljšanje i češće korištenje. Cilj je rada testirati ROV te dokazati da se može uspješno upotrebljavati za podvodni pregled trupa broda.

U ovom radu, primjenom znanstvenih metoda, potrebno je dati odgovore na brojna pitanja, a najvažnija su sljedeća:

- Što obuhvaća podvodni pregled trupa broda?
- Na temelju kojih se zahtjeva taj pregled provodi?
- Kakav je stav HRB-a glede korištenja podvodnih ronilica za pregled trupa broda?
- Za koje se vrste pregleda ROV najčešće upotrebljava?
- U čemu je razlika između pregleda trupa korištenjem ROV-a i korištenjem usluga ronioca?
- Koje su prednosti i nedostaci korištenja ROV-a, a koje korištenja usluge ronioca?

#### **1.4. ZNANSTVENE METODE**

Prilikom istraživanja korištene su u odgovarajućim kombinacijama sljedeće znanstvene metode: metoda analize i sinteze, metoda indukcije i dedukcije, metoda specijalizacije i generalizacije, komparativna metoda, metoda klasifikacije, metoda deskripcije, metoda kompilacije, metoda anketiranja (intervjuiranja) i testiranja.

#### **1.5. STRUKTURA RADA**

Rezultati istraživanja predočeni su u nekoliko međusobno povezanih dijelova.

U prvom dijelu – „Uvodu” – navedeni su problem, predmet i objekt istraživanja, radna hipoteza i pomoćne hipoteze, svrha i ciljevi istraživanja, znanstvene metode te je obrazložena struktura rada. Naslov je drugog dijela rada „Klasifikacija i statutarna certifikacija brodova prema pravilima HRB-a“. U tom je dijelu analizirana uloga klasifikacijskog društva te pravila klasifikacije i statutarne certifikacije. U trećem je dijelu opisan službeni postupak pregleda trupa broda i naglašena je razlika između pregleda trupa u suhom doku i podvodnog pregleda trupa broda. Četvrti dio rada odnosi se na temeljne informacije o podvodnim ronilicama. U tom je dijelu predočena podjela ronilica te osnovni opis. Također su analizirane daljinski upravljive ronilice, predočena je razdioba, kao i klasifikacija prema ClassNK. Peto se poglavlje tiče tipnih odobrenja uslužnih tvrtki za izvršavanje podvodnih pregleda brodova sukladno zahtjevima HRB-a.

Nadalje je u šestom poglavlju opisan istraživački dio, točnije dva pregleda trupa broda korištenjem ROV-a *Blueye PIONEER*. U svrhu povećanja učinkovitosti navedenog ROV-a pri podvodnom pregledu trupa broda dane su preporuke za korištenje i unaprjeđenje izvedbi takvih ronilica. Na temelju provedenih istraživanja elaborirane su prednosti, nedostaci, prilike i prijetnje korištene ronilice prikazanih u obliku SWOT analize. Zaključak predstavlja sintezu rezultata istraživanja kojima je dokazivana postavljena radna hipoteza.

## **2. KLASIFIKACIJA I STATUTARNA CERTIFIKACIJA PREMA PRAVILIMA HRB-a**

### **2.1. KLASIFIKACIJA BRODOVA**

Klasa (klasifikacija) je stupanj povjerenja koje brodu pridaje određeni klasifikacijski zavod na temelju svojih pravila, a koji ovisi o čvrstoći, upotrebljivosti materijala i konstrukciji broda, odnosno o tehničkoj kvaliteti njegovih uređaja, strojeva i opreme.[1]

Pravila klasifikacijskog društva temeljena su na međunarodno prihvaćenim pomorskim standardima. Klasifikacijom broda postavljaju se standardi vezani za trup, strojni dio, opremu i uređaje koji se ugrađuju na brod te standardi za rukovanje brodom sa stajališta sigurnosti.

Klasifikacijski zavodi provode pregled i nadzor brodova u ime vlade dotične zemlje. U ime Vlade Republike Hrvatske navedene poslove obavlja HRB. Osnovne aktivnosti HRB-a su klasifikacija brodova, statutarne certifikacije brodova, statutarne certifikacije opreme, statutarne certifikacije brodova za razonodu te certifikacija sustava upravljanja kvalitetom (ISO 9001).

Glavni je cilj klasifikacijskih društva unaprjeđenje pomorske sigurnosti, sprječavanje onečišćenja mora s brodova te zaštita života i imovine. U tu je svrhu HRB uspostavio sustav pravila za klasifikaciju brodova sukladno kojima brod mora biti nadziran tijekom gradnje. Time su direktno obuhvaćene sljedeće aktivnosti: [2]

- odobrenje tehničke dokumentacije;
- nadzor kod proizvođača tijekom proizvodnje materijala, strojeva, uređaja i opreme koja će se ugraditi na brod;
- nadzor tijekom gradnje u brodogradilištu;
- nadzor tijekom obavljanja završnih ispitivanja i pokusne plovidbe.

Zahtjev za klasifikaciju Registru podnosi brodovlasnik ili kompanija broda. Prije početka gradnje broda brodovlasnik je dužan dati na uvid cjelokupnu tehničku dokumentaciju klasifikacijskom društvu. Pregled dokumentacije izvršava za to ovlaštena osoba koja, naposljetku, dokumentaciju odobrava potpisom te pečatom Registra. Nakon odobrenja može se započeti s gradnjom broda.

Tijekom procesa gradnje brodogradilište u dogovoru s brodovlasnikovim registrom mora izvoditi sustavno ispitivanje komponenti koje se ugrađuju na brod.

Nadzor gradnje broda također provodi ovlaštena osoba kako bi se provjerila usklađenost izvedenih radova s Pravilima.

Po završetku nadzora HRB-a i zadovoljavanju svih propisa HRB izdaje svjedodžbu o klasi u trajanju od pet godina. U tom se razdoblju obavljaju godišnji pregledi i međupregledi kako bi se procijenila sposobnost broda za plovidbu koji pritom ne predstavlja opasnost za živote ljudi, imovinu i okoliš. [2]

## 2.2. STATUTARNA CERTIFIKACIJA

Statutarna certifikacija je postupak utvrđivanja udovoljavanja broda međunarodnim i nacionalnim propisima, a obuhvaća zahtjeve kojima moraju udovoljiti brodovi i kompanije, način obavljanja tehničkog nadzora te postupak za izdavanje propisanih svjedodžbi, zapisa i knjiga brodovima i kompanijama. [3]

Pravilima za statutarnu certifikaciju HRB-a propisani su opći tehnički zahtjevi kojima podliježu plovila hrvatske državne pripadnosti. U pravni sustav i pomorsko zakonodavstvo Republike Hrvatske prenose se odredbe međunarodnih ugovora i dokumenata Međunarodne pomorske organizacije (engl. *International Maritime Organisation*–IMO).

Države zastave (engl. *Flag State*) koje su članice IMO-a prihvaćaju odrednice konvencija te su ih dužne implementirati u nacionalno zakonodavstvo. Zahtjevi konvencija predstavljaju temelj statutarnih pravila. Države zastave imaju pravo donošenja dodatnih zahtjeva i tumačenja, stoga se zahtjevi država međusobno mogu razlikovati. Države zastave provode tehnički i inspekcijski nadzor brodova. Tehnička pravila za statutarnu certifikaciju brodova izrađuju klasifikacijska društva, odnosno u ovom je slučaju to HRB.

Pravila se za statutarnu certifikaciju pomorskih brodova bez obzira na područje plovidbe primjenjuju na: [4]

- nove brodove;
- postojeće teretne brodove, bez obzira na to kada su građeni, kad se preinačuju u putničke brodove;
- postojeće brodove koji mijenjaju namjenu i područje plovidbe ili na kojima su obavljani popravci, izmjene, preinake ili obnova strukture trupa, strojnog uređaja i ostalih uređaja;
- plutajuće objekte, u opsegu koliko to odobri priznato klasifikacijsko društvo.



### 2.3. TEHNIČKI NADZOR

Tehničkim se nadzorom posvjedočuje sposobnost broda za plovidbu, a obavlja ga HRB sukladno tehničkim pravilima. HRB pregled obavlja samoinicijativno (sukladno Pravilima i propisima), na zahtjev inspekcije države luke ili druge zainteresirane osobe.

Tehnički nadzor broda (engl. *Ship Survey*) obuhvaća: [3]

- odobrenje tehničke dokumentacije na temelju koje se brod gradi ili preinačuje;
- tipno ili pojedinačno odobrenje strojeva, uređaja i opreme namijenjene za ugradnju u brod;
- nadzor nad izradbom materijala, strojeva, uređaja i opreme namijenjene za ugradnju u brod u radionicama proizvođača;
- odobrenje proizvođača i uslužnih tvrtki;
- nadzor nad gradnjom trupa i strojeva, uređaja i opreme u brodogradilištu;
- ocjenjivanje sustava upravljanja sigurnošću kompanije i broda;
- verifikaciju sigurnosne zaštite broda;
- ocjenu sukladnosti brodice za sport i razonodu ili jahte duljine do 24 m za vrijeme gradnje kod graditelja;l
- pregled, ocjene i verifikacije postojećih brodova.

Pravilima za tehnički nadzor brodova propisani su obvezni pregledi koji se moraju provesti. Dijele se u pet osnovnih kategorija: [4]

- osnovni pregled
- redoviti pregledi
- postupni pregled
- pregled podvodnog dijela trupa broda
- ostali pregledi

**Osnovni pregled** je obavezan pregled stavki kojem podliježe postojeći brod, bez obzira na njegovu veličinu ili područje plovidbe prigodom prvog upisa u odgovarajući upisnik Republike Hrvatske, prije početka stavljanja u službu kada mu se prvi put izdaju odgovarajuće isprave. [2]

Osnovni se pregled provodi ako je došlo do promjene namjene broda, granica područja plovidbe ili drugih svojstava broda na koja se odnose odredbe tehničkih pravila.

**Redoviti se pregledi** obavljaju u vremenskim intervalima sukladno pravilima za Statutarnu certifikaciju brodova. Redovitim pregledima podliježe svaki postojeći brod. Ova kategorija obuhvaća sljedeće preglede: [4]

- **Godišnji pregled** je opći pregled stavki koje se odnose na pojedinu svjedodžbu, a u svrhu utvrđivanja da se one održavaju i ostaju u zadovoljavajućem stanju s obzirom na namjenu broda. Godišnji se pregled može obaviti u periodu od tri mjeseca prije do tri mjeseca nakon svake godišnjice dospijeća pregleda odnosno svjedodžbe.

- **Međupregled** je pregled određenih stavki koje se odnose na pojedinu svjedodžbu, a u svrhu utvrđivanja da se one održavaju i ostaju u zadovoljavajućem stanju s obzirom na namjenu broda.

Međupregled se može obaviti umjesto jednog od godišnjih pregleda u periodu od tri mjeseca prije ili tri mjeseca nakon druge ili treće godišnjice dospijeća pregleda odnosno svjedodžbe.

- **Periodični pregled** je pregled određenih stavki koje se odnose na Svjedodžbu o sigurnosti radioopreme teretnog broda i Svjedodžbu o sigurnosti opreme teretnog broda, a u svrhu utvrđivanja da su one u zadovoljavajućem stanju i prikladne za uporabu s obzirom na namjenu broda.

Periodični se pregled može obaviti u periodu od tri mjeseca prije do tri mjeseca nakon druge ili treće godišnjice dospijeća pregleda Svjedodžbe o sigurnosti opreme teretnog broda, odnosno umjesto drugoga ili trećega godišnjeg pregleda za istu svjedodžbu.

- **Obnovni pregled** je pregled određenih stavki koje se odnose na pojedinu svjedodžbu. Pregledi, ispitivanja i provjere stavki provode se detaljno kako bi se moglo utvrditi da oni udovoljavaju zahtjevima s obzirom na namjenu broda za sljedeći period valjanosti svjedodžbe.

Nakon obavljenoga obnovnog pregleda brodu se izdaju nove svjedodžbe za razliku od ostalih redovnih pregleda nakon kojih se brodu potvrđuju postojeće svjedodžbe. Obnovni se pregled mora obaviti prije isteka valjanosti odnosno svjedodžbe.

**Postupni se pregled**, na zahtjev kompanije, (engl. *Recognized Organization*), dalje u tekstu: RO, može odobriti u zamjenu za obnovni pregled kako bi se trup broda i oprema trupa i/ili strojni uređaj i/ili rashladni uređaj pregledavali po sustavu postupnih pregleda, što znači da se umjesto odjednom (prilikom obnovnog pregleda) svake godine izvrši pregled 20 – 25% stavki (prema odobrenoj listi RO-a).

Uvjet je da se do završetka valjanosti izdane svjedodžbe brodu pregledaju sve stavke. Najveći dozvoljeni razmak između dvaju pregleda pojedine stavke iznosi pet godina (uz mogućnost odgode do tri mjeseca).

Brodovi kod kojih se trup i oprema trupa i/ili strojni uređaj i/ili rashladni uređaj pregledavaju po sustavu postupnih pregleda nisu oslobođeni obaveze obavljanja godišnjih pregleda i međupregleda. Kod brodova starijih od deset godina balastni se tankovi pregledavaju iznutra dvaputu razdoblju valjanosti Svjedodžbe o sigurnosti konstrukcije teretnog broda i to jednom kao dio međupregleda te jednom kao dio postupnog pregleda (kao zamjena za obnovni pregled trupa).

**Pregled podvodnog dijela trupa broda** kod svih čeličnih brodova provodi se najmanje dvaput u svakom petogodišnjem razdoblju valjanosti Svjedodžbe o sigurnosti konstrukcije teretnog broda ili, gdje je primjenljivo, Svjedodžbe o sposobnosti broda za plovidbu. Pregled podvodnog dijela trupa na suhom može se odgoditi za tri mjeseca uz uvjet da od prethodnog pregleda (uključujući i tri mjeseca produljenja) nije prošlo više od 36 mjeseci.

Za teretne brodove građene od čelika ( $GT \geq 500$ ) jedan od dvaju obveznih pregleda trupa mora se obaviti za vrijeme ili nakon četvrtoga godišnjeg pregleda kao dio obnovnog pregleda Svjedodžbe o sigurnosti konstrukcije teretnog broda ili, gdje je primjenljivo, Svjedodžbe o sposobnosti broda za plovidbu.

Kod putničkih brodova koji plove u međunarodnoj plovidbi pregled podvodnog dijela trupa obavlja se svake godine. Najveći dozvoljeni razmak između dvaju pregleda trupa na suhom iznosi 36 mjeseci. Umjesto pregleda trupa na suhom (u godinama kada nije obavezan pregled trupa na suhom), potrebno je obaviti pregled podvodnog dijela trupa u vodi.

Pregled podvodnog dijela trupa putničkih brodova starijih od petnaest godina te ro-ro putničkih brodova koji ne plove u međunarodnoj plovidbi mora se obavljati svake godine, s time da se dva takva pregleda moraju obaviti kao pregled trupa na suhom (dokovanje). Umjesto pregleda trupa na suhom (u godinama kada nije obavezan pregled trupa na suhom), potrebno je obaviti pregled podvodnog dijela trupa u vodi.

**Izvanredni (prigodni) pregled** je obvezni pregled kojem podliježe postojeći brod:

- nakon što pretrpi nezgodu, nesreću, havariju ili se pronađu nedostaci koji mogu utjecati na sposobnost broda za plovidbu;
- prigodom popravaka ili obnove dijelova broda;
- prilikom odgode redovnih pregleda;
- kada je brod u raspremi dulje od jedne godine;
- prigodom privremene promjene namjene ili područja plovidbe;
- kada to za određeni brod zahtijeva Ministarstvo ili RO, kao dodatak redovnim pregledima.

Osim izvanrednih pregleda, u istu se kategoriju ubrajaju pregledi popravka za vrijeme plovidbe te pregledi brodova u raspremi (privremeno stavljenih izvan službe).

## **2. SLUŽBENI POSTUPAK PREGLEDA TRUPA BRODA**

U poglavlju „Klasifikacija i statutarna certifikacija brodova prema pravilima HRB-a“ istaknuta su pravila prema kojima se provodi ta vrsta pregleda broda. U ovom poglavlju riječ je o načinu odnosno postupku pregleda trupa brodova. Pregled trupa broda može se obaviti kada je brod u suhom doku ili kada je u moru (podvodni pregled). Kod podvodnog pregleda najčešće se koriste usluge ronioca, dok se u manjoj mjeri upotrebljava oprema poput ROV-a.

### **3.1. PREGLED TRUPA BRODA NA SUHOM– DOKOVANJE**

Kako bi se pregledali podvodni dijelovi broda, pregled provodi nadležno klasifikacijsko društvo u pratnji predstavnika brodovlasnika i brodogradilišta. Naglasak je na pregledu kormila, brodskog vijka, osovine brodskog vijka, udubina, oštećenja, stanja antivegetativnog premaza, korozije, lomova, stanja zavara i oplatnih priključaka. Uočeni nedostaci koji utječu na klasnu notaciju broda moraju se otkloniti tijekom dokovanja broda. Međutim manji nedostaci, za koje klasifikacijsko društvo ne zahtijeva popravak, mogu biti otklonjeni prema izboru i dogovoru s brodovlasnikom. [5]

Kao što je već naznačeno, razdoblje između dvaju dokovanja ili pregleda trupa broda na suhom propisuju klasifikacijska društva. Pregledi broda na suhom provode se periodično osim kada se takav pregled ubraja u specijalne preglede. Dakle, prema pravilima klasifikacijskog društva i SOLAS konvencije, svaki se brod mora dokovati najmanje dvaputa unutar razdoblja od pet godina. Maksimalni razmak između dvaju dokovanja ne smije iznositi više od tri godine (u osnovi zbog pregleda podvodnih dijelova koje provodi klasifikacijsko društvo). Ako je uočen bilo kakav nedostatak koji utječe na klasu broda, on mora biti saniran prema Pravilima u razumnom vremenu.

#### **3.1.1. Brodski vijak i osovina brodskog vijka**

Sustav propulzije broda u širem smislu čine brodski stroj, osovinski vod, propulzor i trup broda, dok se u užem smislu podrazumijeva samo uređaj kojim se neposredno ostvaruje propulzija. Propulzor pretvara snagu stroja u porivnu silu.

Propulzori mogu biti izvedeni kao brodski vijci ili mlazni propulzori, a najčešća je izvedba u obliku brodskih vijaka. Brodski se vijak sastoji od glavine i krila. Najčešća je izvedba brodskih vijaka s trima ili četirima krilima koja su pričvršćena za glavinu. Brodovi su najčešće jednovijčani ili dvovijčani.

Promjer i korak su najvažnije geometrijske veličine koje opisuju brodski vijak. Promjer vijka je promjer kružnice koja prolazi vrhovima krila, a uspon je udaljenost koju vijak prijeđe za jedan puni okretaj. Korak predstavlja linearni pomak koji vijak napravi u jednom okretu (360 stupnjeva). [6]

Osovina broskog vijka na svom stražnjem dijelu „nosi” brodski vijak, a na prednjem je spojena s ostalim dijelovima osovinskog voda. Ima veći promjer od međuosovina te je opterećena tlačnim i vlačnim silama, kao i momentom savijanja. Stoga mora biti pouzdano zaštićena od morske vode. Brončana navlaka štiti je od djelovanja mehaničkog trošenja. Nakon oštećenja ili dotrajalosti potrebno ju je zamijeniti. [7]

- **Demontaža broskog vijka i osovine vijka**

Prema pravilima HRB-a pregled i izvođenje remonta broskog vijka s njegovom osovinom treba se provesti najmanje jednom u razdoblju od pet godina. Prilikom demontaže brodske osovine izvršava se pregled ležajeva statvene cijevi iznutra. Mjerenje istrošenosti bijelog metala ležaja i pada osovine provodi se posebnom mjernom napravom (mikrometrom). Postoje dva osnovna razloga za demontažu broskog vijka. Prvi je razlog oštećenje broskog vijka, dok se drugi razlog odnosi na slabe radne karakteristike. [7]

Jedan je od glavnih razloga trošenja krila broskog vijka kavitacija. Ona nastaje na krilu vijka kada tlak na podtlačnoj strani padne, pa pri manjoj temperaturi voda isparava, pri čemu se stvaraju mjehurići koji implodiraju na krilu vijka te ga mehanički razaraju. Kavitacija se javlja pri velikim brzinama, odnosno pri velikom protoku vode. Prije stvaranja kavitacije javljaju se šumovi i vibracije na koje treba obratiti pozornost kako bi oštećenja te, naposljetku, cijena popravka bili što manji. [6]

Pri demontaži broskog vijka izvode se sljedeće radnje: [7]

- skida se kapa broskog vijka koja služi za zaštitu matice broskog vijka i navoja osovine;
- skida se matica broskog vijka;

- posebno predviđenim rupama na glavini broskog vijka tlači se ulje čime se dobiva sila potrebna za izvlačenje broskog vijka;
- pomoću transportnih sredstava brodski se vijak diže i lagano spušta na pod.

Ovo je jedan od pregleda koji je moguće provesti isključivo kada je brod u suhom doku. Podvodni pregled ograničava mogućnosti pregledavanja, testiranja i popravaka ovako složenog sustava.

Nakon demontaže obavljaju se potrebne korektivne radnje, primjerice brušenje i poliranje te korekcije manjih oštećenja. Klasifikacijsko društvo nadgleda sve radove te, naposljetku, izdaje odobrenje za ponovnu montažu broskog vijka.

### **3.1.2. Kormilo**

Kormilo omogućava upravljanje brodom. Osnovni zahtjevi koje kormilo treba ispuniti su sljedeći:

- održavanje broda u željenom kursu, posebice u navigaciji;
- osigurati potrebnu promjenu kursa u željenom smjeru.

Na učinkovitost kormila najviše utječe oblik kormila te njegova površina. Prema obliku poprečnog presjeka dijele se na strujna i plosna. S obzirom na smještaj, kormila se dijele na nebalansna, polubalansna te balansna ovisno o tome gdje se nalazi list u odnosu na osovinu kormila. [6]

- **Pregled i demontaža kormila**

Obična su kormila vezana za brodski trup preko osovine kormila i jednog ili više ležaja na krmenoj statvi. Pregled kormila, njegovih osovina i ležajeva izvodi se kako bi se ustanovila zračnost u ležajevima i pad kormila. Potrebno je kontrolirati sljedeće: [7]

- Zračnost štenca kormila – kontrolira se zbog provjere veličine trošenja i ovalnosti ležajeva, i to unakrsno u smjerovima lijevo-desno te pramac-krma.
- Pad kormila – kontrolira se zbog provjere veličine dotrajalosti štenca i spuštanja kormila prema dolje. Pad kormila i osovine broskog vijka kontrolira se pomoću mjernih listića (sondi) ili pomičnim mjerilom.

- Zračnost struka kormila – kontrolira se trošenje ležaja mjerenjem zračnosti, i to u smjeru a-a te b-b. Smjer a-a predstavlja mjerenje u smjeru lijevo-desno, dok smjer b-b predstavlja mjerenje u smjeru pramac-krma.

Prilikom demontaže i remonta kormila također se provodi provjera struka kormila. Struk kormila se transportira u radionicu i postavlja na tokarski stroj. Ako se uoče bilo kakva oštećenja ili dotrajalosti struka kormila, pristupa se njegovoj reparaciji i obradi na tokarskom stroju. Kontrola zračnosti konusa štenca i kormila izvodi se kako bi se utvrdila njegova dotrajalost ili eventualno oštećenje. Remont konusa izvodi se navarivanjem i obradom konusa lista kormila i štenca tako da štenac prilikom montaže normalno nasjeda na svoju prethodnu poziciju. Pri kontroli nalijeganja konusa štenca na konus lista kormila potrebno je konus štenca namazati plavilom (blaga tempera u ulju) i staviti u list kormila kako bi se pojavljivanjem sitnih točkica na površini konusa lista kormila utvrdilo prijanjanje konusa unutar lista kormila. Ako se na površini konusa nalaze veće točkice, njih je potrebno odstraniti brušenjem. Takav je način kontrole nalijeganja obavezan pri predaji sistema kormila klasifikacijskom društvu.

Zbog kompleksnosti, detaljan se pregled kormila sa svim popratnim komponentama provodi jednostavnije i efikasnije ako je brod u suhom doku.

### **3.1.3. Vanjska oplata**

Primarna je svrha oplata sprječavanje prodiranja vode u unutrašnjost broda. Drugim riječima, oplata čini brod vodonepropusnim. Oplata broda može se okarakterizirati kao plašt koji obavija strukturalne elemente broda. Ona predstavlja vezu između brodskih rebara zbog čega je vrlo važan element u pogledu čvrstoće trupa.

Kada pri dokovanju broda nije potrebno izvršiti popravke trupa, izvodi se samo pregled, čišćenje i ponovno nanošenje boje na vanjskom dijelu trupa broda. Najčešći problemi koji se javljaju na vanjskoj oplati podvodnog dijela broda su obraštanje te korozija.

Povećanje otpora trenja te smanjenje brzine broda i veće potrošnje pogonskog goriva posljedica su obraštanja, stoga su nužni pregledi tog dijela trupa te poduzimanje preventivnih ili korektivnih radnji. Problem korozije očituje se u degradiranju opće i lokalne čvrstoće



trupa broda. Smanjenje debljine stijenke brodske strukture pažljivo pregledava klasifikacijsko društvo prilikom inspekcijskog pregleda.

Nakon što je brod u suhom doku slijedi temeljito čišćenje brodskog trupa i priprema metalnih površina za bojanje. Pregled i ocjena oštećenja brodskog trupa ili defektacija brodskog trupa odvija se nakon pripreme površine brodskog trupa. Opseg mjerenja utvrđuje vještak klasifikacijskog društva u pratnji predstavnika brodovlasnika i brodogradilišta. Defektacija može biti kontrolna, djelomična i potpuna. Mjesta defektacije određuje vještak klasifikacijskog društva koji posebnu pozornost posvećuje dotrajalosti strukture u području tankova goriva i balasta, koferdama, kaljužnih zdenaca i usisnih košara. Nakon obavljene defektacije trupa broda i unošenja podataka u posebne tablice i nacрте (oplate, palube, krova dvodna) uspoređuju se oštećenja s dopuštenim veličinama.[8]

Pritom inspektori klasifikacijskog društva s predstavnicima brodovlasnika i tehničkom kontrolom brodogradilišta definiraju: [7]

- koje limove brodskog trupa treba zamijeniti;
- na kojim limovima se može postaviti podvostručenje i za koji vremenski period to vrijedi;
- koji limovi se mogu ravnati na licu mjesta;
- koji dio brodske strukture treba demontirati, odnijeti u radionicu, izravnati i djelomično zamijeniti te ponovo ugraditi na njegovo mjesto na brodskom trupu.

Pritom treba u obzir uzeti sljedeće:

- Ako su veličine opće istrošenosti nekog lima brodskog trupa veće od dozvoljenih, taj lim treba pojačati ili potpuno zamijeniti.
- Dijelovi limova vanjske oplata čija je površina zahvaćena korozijom u manjoj mjeri mogu se uz suglasnost inspektora klasifikacijskog društva popraviti navarivanjem odgovarajućim elektrodama.
- Zavareni spojevi koji ne zadovoljavaju kriterije čvrstoće i nepropusnosti moraju se izlijebiti do zdravog metala i ponovno zavariti.
- Ulegnuća ograničenih dimenzija, s omjerom najvećeg progiba i najmanje dimenzije ulegnuća od najviše 1/20, mogu se ostaviti bez ravnjanja plamenikom.
- Oštećenja vanjske oplata i palube mogu se ispraviti udvostručenjem, ali samo za određeno vremensko razdoblje. [7]

### 3.2. PODVODNI PREGLED

Podvodni pregled trupa provodi se poglavito u godinama kada nije obavezan pregled trupa broda na suhom, to jest dokovanje broda. O vrsti broda i području plovidbe ovisi kada će se takav pregled izvršiti. Već je naglašeno kako se prilikom dokovanja broda može kvalitetnije i detaljnije procijeniti stanje trupa te identificirati oštećenja. Zbog toga je prilikom obnove klase broda pregled na suhom obavezan.

Podvodni pregled se najčešće ubraja u međupreglede, odnosno provodi se između dokovanja. Za obavljanje te vrste pregleda klasifikacijska društva imenuju uslužne tvrtke koje su ovlaštene provoditi podvodne preglede trupa broda sukladno Svjedodžbi uslužnih tvrtki. Valja naglasiti kako su početni investicijski troškovi uslužnih tvrtki iznimno veliki te ih stoga u Republici Hrvatskoj postoji nekoliko desetaka. Uobičajeno podvodne preglede brodova obavljaju ronionci ovlaštene uslužne tvrtke, dok se ROV upotrebljava rijetko ili se ne upotrebljava uopće u tu svrhu.

Sukladno Pravilima HRB-a podvodni pregled mora biti obavljen u vodi gdje sile morske struje i vidljivost ne ograničavaju provedbu samog pregleda. Osim ronionca, prema Pravilima, za podvodni pregled trupa mogu se upotrebljavati i druge tehnologije, poput ROV-a. Sve uključene strane unaprijed definiraju opremu i postupke pregleda. Osim toga Pravila propisuju da sva oprema koja se namjerava upotrijebiti treba biti prethodno testirana. Pregled provodi za to odobrena uslužna tvrtka s odobrenom opremom, odnosno opremom koja posjeduje tipno odobrenje. Predstavnik HRB-a zadužen je za nadzor pregleda kako bi se on proveo na način koji je propisan Pravilima.

Nakon pregleda uslužna tvrtka podnosi izvještaj predstavniku HRB-a u pismenom obliku s pripadajućim videozapisima i/ili fotografijama. Ako se pregledom ustanove znatnija oštećenja i nepravilnosti trupa, predstavnik HRB-a, koji je nadgledao pregled, može zahtijevati dodatni pregled broda u suhom doku. [4]

### 3.2.1. Ronioci

Obnovni pregled mora se obaviti prilikom suhog dokovanja broda, no međupregled se može provesti dok je brod na vezu ili sidru. Način na koji će se pregled izvršiti ovisi, prije svega, o odluci kompanije broda. Mnogo čimbenika utječe na tu odluku, no uvijek je presudno vrijeme potrebno za provedbu takvog pregleda. Stoga je brodovlasniku u interesu upotrijebiti metodu kojom će se uštedjeti na vremenu.

Ronioci su jedan od najvažnijih resursa, ako ne i najvažniji, kada se govori o podvodnom pregledu trupa broda. Uslužna tvrtka dužna je omogućiti osposobljavanje, odnosno edukaciju roniocima kako bi mogli obavljati naveden posao efikasno i sigurno. Osim toga dužna je osigurati opremu za ronjenje koja treba biti certificirana. Prema smjernicama Međunarodne udruge podvodnih izvođača radova (engl. *Interational Marine ContractorAssociation–IMCA*) sva oprema koja se upotrebljava pri izvođenju podvodnih radova mora imati svoj certifikat, a svi certifikati zajedno tvore „knjigu“ kompletnog sustava ronilačke opreme. Posebna je pozornost posvećena dijelovima opreme pod tlakom, kao što su visokotlačni spremnici zraka ili plinova, fleksibilne cijevi i manometri. Navedeni dijelovi opreme pod tlakom moraju biti pregledani i ispitani u skladu sa smjernicama IMCA-e, a ispitivanja provode neovisne akreditirane agencije. Jedini zakonski akt kojim je u Republici Hrvatskoj regulirano područje opreme pod tlakom koju koriste ronioci jest Pravilnik o pregledima i ispitivanju opreme pod tlakom u kojem su propisane vrste te rokovi za pregled boca i opreme za disanje. [9]

Za podvodni pregled trupa broda uobičajeno se koriste usluge ronioca. Osim u brodarskoj industriji, njihove su usluge neophodne i u odobalnoj industriji. Razlika između ronjenja u svrhu pregleda trupa broda i pregleda odobalnih objekata (cjevovoda, postolja, platformi i slično) jest u dubini.

Naime prilikom pregleda trupa broda dubina ronjenja ovisi o gazu broda i ona u pravilu ne prelazi nekoliko desetaka metara, što se procjenjuje kao dubina koja ne predstavlja potencijalni rizik za ronioce. S druge strane, na odobalnim postrojenjima ronjenja se izvode na mnogo većim dubinama, čime dolazi do povećanja tlaka te samim time i rizika kojem su izloženi ronioci. Povodni pregled trupa broda i odobalnih postrojenja korištenjem usluge ronioca svrstava se u tehničko ronjenje. Tehničko ronjenje razlikuje se od rekreativnog ronjenja. Tehničko se ronjenje može okarakterizirati kao profesionalno ronjenje i pružanje željenih usluga.

Nadalje tehničko se ronjenje može definirati kao aktivnost koja uključuje barem jedno od navedenog: ronjenje na dubini većoj od 40 metara, ronjenje s dekompresijskom bocom, ronjenje u nadsvođenim objektima na dubini većoj od 40 metara, ronjenje s bocom s kisikom za kraći dekompresijski zastanak i uporabu više mješavina plinova u jednom zaronu. [10]

Usluga ronioca koristi se za sve vrste podvodnih pregleda brodova. Najvažniji razlog su ispitivanja i popravci koji se moraju napraviti tijekom samog pregleda. Osim toga postoje poslovi koje je gotovo nemoguće izvesti bez asistencije ronioca, primjerice provjeravanje zračnosti kormila ili pad osovine. Ovisno o veličini broda, takav pregled u prosjeku traje nešto više od sat vremena. Kao i kod pregleda broda na suhom, prilikom podvodnog pregleda trupa vizualno se promatraju i ispituju svi dijelovi i oprema trupa sukladno propisanim Pravilima HRB-a. Uobičajeno pregled kreće od krme broda gdje se najprije pregledava cijeli vijak te kormilo. Nadalje se odabire desna ili lijeva strana broda te pregled kreće u smjeru pramac gdje se pregledava ljuljna kobilica, usisne košare, pramčani porivnici (ako ih brod ima) te *bulb* profil. Nakon toga se izvršava pregled varova po sredini broda te se prelazi na suprotnu stranu. Valja napomenuti da se pregledava i stanje žrtvenih anoda koje su iznimno važne u pogledu antikorozivne zaštite čvrstoće trupa, to jest njegovog trošenja. [11]

Ako je potrebno učiniti „manji popravak”, ronioni su ga uglavnom u mogućnosti napraviti, čime se značajno štede vrijeme i resursi. Pod manjim popravcima ili radovima podrazumijeva se čišćenje usisne košare, zamjena žrtvenih anoda i slično. Uobičajeno pregled trupa broda izvode tri ronioca. [11]

No ronioni su „samo ljudi” fizičkih ograničenja koja je potrebno uzeti u obzir. Osim toga pojedina mjesta ili uvjeti predstavljaju opasnost po zdravlje ili život ronioca, čime dolazi do potrebe za alternativnim načinom pregleda broda ili drugoga podvodnog objekta.

### **3.2.2. Daljinski upravljive ronilice – ROV**

Primjena ROV-a prilikom međupregleda trupa broda nije česta praksa u Republici Hrvatskoj. Korištenje je ROV-a najčešće u odobalnoj industriji, odnosno prilikom pregleda platformi, podvodnih naftnih polja ili pregleda podvodnih cjevovoda. Više je puta istaknuto da se daljinski upravljive ronilice, konkretno u Hrvatskoj, ne upotrebljavaju u svrhu podvodnog pregleda trupa broda. U razgovoru sa predstavnicima HRB-a neisplativost je istaknuta kao najveći nedostatak korištenja ROV-a. [12]

Općenito postupak pregleda ronilicom ne razlikuje se bitno od pregleda koje obavljaju ronionci. Prilikom korištenja ROV-a dovoljna je jedna osoba (operator) koja obavlja pregled trupa. Po potrebi može biti još jedna osoba koja pazi na pupkovinu (engl. *Umbilical*), to jest odmotava je kako bi ROV mogao nesmetano „obavljati” pregled.

ROV se najčešće upotrebljava samo za vizualni pregled podvodnog trupa broda te spada u motrilački tip ROV-a. Dakle ako se uoči određeni problem na trupu ili opremi broda, ROV-om se on neće moći popraviti, već će se zahtijevati intervencija ronionca ili vađenje broda na suho. Ovdje može doći do nerazumijevanja jer se naizgled čini kako je usluga korištenja ROV-a skupa i neisplativa za podvodni pregled broda s obzirom na to da ronionci u svakom slučaju moraju napraviti pregled, to jest izvršiti popravke.

Naime prema stavu i iskustvu HRB-a većina uslužnih tvrtki, koje obavljaju podvodne preglede broda, posjeduje motrilačke tipove ROV-a. Razlog je, prije svega, tržišna cijena koja je daleko niža u odnosu na ostale složenije tipove. Motrilačkim ROV-om moguće je obaviti samo vizualni pregled trupa, no s obzirom na to da gotovo uvijek postoji potreba za korektivnim radnjama i ispitivanjima opreme, potrebna je i usluga ronionca. To znači da ROV predstavlja „nepotrebn” dodatni trošak. Isplativije je obaviti cjelokupan pregled trupa broda korištenjem usluga ronionca koji prilikom zarona mogu pregledati trup vizualno i provesti potrebna ispitivanja i popravke. U Republici Hrvatskoj se ROV poglavito upotrebljava u odobalnoj industriji, dakle upotrebljava se za one preglede kod kojih se ne može koristiti usluga ronionca zbog dubine vode te dugotrajnosti pregleda koji nerijetko na takvim postrojenjima iznose petnaestak dana. Kao drugi značajni nedostatak HRB navodi ograničenja korištenja ROV-a u pogledu hidrometeoroloških uvjeta. Motrilački ROV mase je svega nekoliko kilograma (uglavnom manje od deset kilograma) zbog čega njegovo korištenje nije moguće prilikom jakih morskih struja, visokih valova i slično. [12]

Može se zaključiti da se podvodni pregled trupa broda u Hrvatskoj gotovo uvijek provodi na „tradicionalan” način, odnosno korištenjem usluge ronionca, a upotreba se ROV-a u tu svrhu smatra nepraktičnom te u jednu ruku i nepotrebnom. Stoga se iz razgovora s predstavnicima HRB-a može zaključiti da će se ovakva praksa nastaviti i u bliskoj budućnosti.

No postavlja se pitanje imaju li ostale uslužne tvrtke i klasifikacijska društva isto stajalište kao HRB ili se korištenje ROV-a u tu svrhu smatra prednošću.

Podvodni je pregled trupa broda ponekad potrebno napraviti *ad hoc*, primjerice kada se sumnja na krijumčarenje zabranjenih supstancija. Osim toga potrebno je provoditi međupreglede u zadanim vremenskim intervalima.

Erik Dyrkoren, izvršni direktor tvrtke *BlueyeRobotics*, prednost korištenja ROV-a vidi upravo u mogućnosti lakog i ekonomičnog pregleda u bilo kojem trenutku. To bi značilo da bi brodovi u budućnosti bili opremljeni motrilačkim ROV-om te da bi obučena posada broda mogla obaviti preglede trupa broda kada god se za tim ukaže potreba. Iako je njihov broj neznatan, valja napomenuti da već postoje trgovački brodovi opremljeni ROV-om. Osim toga Dyrkoren ističe kako bi se na taj način potencijalni problemi trupa i njegove opreme riješili prije nego li postanu stvarni problemi. ROV omogućava preventivno i proaktivno djelovanje, pa se tako štede novac i vrijeme koji bi inače bili utrošeni za popravke. [13]

*Verreaul Navigation* je kanadska tvrtka koja u svom vlasništvu ima remontno brodogradilište u kojem se popravci i održavanje broda odvijaju u suhim dokovima. Oni upotrebljavaju ROV, no u nešto drukčije svrhe od onih dosad spomenutih. Naime motrilački ROV upotrebljava se za pregled trupa broda s namjerom da se utvrdi kako na trupu broda nije prisutan led s obzirom na to da je riječ o vodama u višim geografskim širinama gdje takve pojave nisu rijetkost. Također upotrebljavaju ROV kako bi provjerili položaj broda na potkladama prije ispumpavanja vode iz doka. Ako je u prošlosti postojala sumnja da plovilo nije sigurno smješteno na potkladama, bila je potrebna intervencija ronionca. Vidljivo je da ROV u tom pogledu pruža veću autonomiju te bržu intervenciju, što znači manje utrošenog vremena i samim time „izgubljenog” novca. [14]

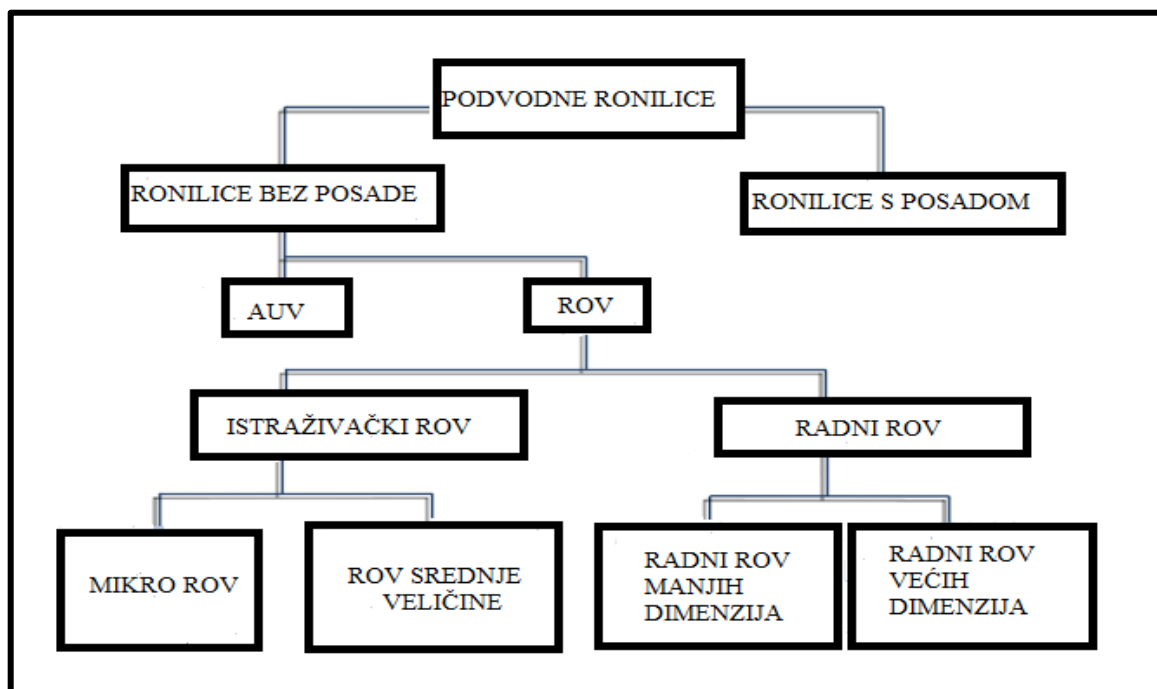
Klasifikacijsko društvo *American Bureau of Shipping* godine 2019. izdaje preporuke za uporabu tehnologija za daljinsku inspekciju (engl. *The Use of Remote Inspection Technologies*). U navedenim preporukama naznačena su područja primjene spomenute tehnologije, kao i smjernice za provođenje pregleda. U obzir je uzet i podvodni pregled trupa broda, što ukazuje na sve veću zainteresiranost javnosti za takvim načinom pregleda i sve češću primjenu ROV-a u te svrhe. [15]

Dakle može se zaključiti da ROV svoju primjenu u RH ima u odobalnoj industriji, dok se u svijetu upotrebljava i kod podvodnog pregleda trupa broda gdje su se određeni tipovi ROV-a pokazali iznimno efikasnim i praktičnim.

### 3. PODVODNE RONILICE

Istaknuto je da podvodne preglede, istraživanja i radove uglavnom obavljaju roniaci. No zbog njihovih fizičkih i sigurnosnih ograničenja dolazi do potrebe za osmišljavanjem alternativnog načina izvođenja prije spomenutih radnji. Sredinom 20. stoljeća, napretkom i razvojem podvodne robotike, proizvedene su prve bespilotne ronilice koje su se mogle samostalno kretati kroz vodu pomoću vlastitog pogona i upravljačkih sastavnica. Dva glavna predstavnika podvodnih ronilica bez posade (engl. *Unmanned Underwater Vehicles–UUV*) su ROV i AUV. Korištenje ROV-a započelo je 70-ih godina prošlog stoljeća, a prva komercijalna daljinski upravljana ronilica bila je RCV-225 (engl. *Remotely Controlled Vehicle*) proizvođača *Hydro Products*. Osim daljinski upravljivih podvodnih ronilica bez posade, razvijaju se i one autonomne, a prethodnik takvih ronilica bio je torpedo. [16]

#### 4.1. PODJELA PODVODNIH RONILICA



**Dijagram 1. Podjela podvodnih ronilica**

Izvor: *Inaspection – Class Remotely Operated Vehicle – A Review*, Journal of Marine Science and Engineering. [17]

Iz dijagrama je vidljivo da je osnovna podjela povodnih ronilica na one s posadom i bez posade. Predmet istraživanja su ronilice bez posade, točnije daljinski upravljive ronilice povezane pupkovinom. Osim ROV-a postoje i AUV ronilice, odnosno autonomne podvodne ronilice, no one nisu predmet istraživanja. Istraživački ROV dijeli se s obzirom na veličinu u dvije kategorije: mikro ROV i ROV srednje veličine. Radne se ronilice također dijele u dvije kategorije, a s obzirom na veličinu razlikujemo radni ROV manjih dimenzija te radni ROV većih dimenzija.

ROV predstavlja ronilicu bez ljudske posade. Jedina je veza između ROV-a i površine (plovilo ili kopno) na kojoj se nalazi operator vezni kabel ili pupkovina. Putem tog kabla operator s broda upravlja ROV-om, a ROV šalje podatke u stvarnom vremenu.

AUV je podvodna ronilica koja također nema posadu. Osnovna je razlika između AUV-a i ROV-a u tome što je AUV u potpunosti autonoman, to jest nije povezan ni na koji način s brodom ili operatorom. Nakon što je AUV uronjen u vodu, on započinje s pretraživanjem unaprijed određenog područja te se vraća na unaprijed određenu poziciju. Kako bi se mogle obaviti tako složene zadaće, AUV ima ugrađenu umjetnu inteligenciju. Autonomne komercijalne ronilice uglavnom se proizvode za potrebe pretraživanja, inspekcije i nadzora ponajprije morskoga dna. Trenutno je fokus komercijalnog tržišta u najvećoj mjeri usmjeren k proizvodnji i usavršavanju ROV-a pomoću kojeg operator može izvoditi razne podvodne radove. [17]

## **4.2. Vrste ROV-a**

ROV je slobodni plivajući uređaj koji se kroz vodu kreće pomoću vlastitih propulzora. Valja naglasiti da postoji čitav niz podjela navedenih ronilica sukladno namjeni i svrsi uporabe. Uobičajeno se daljinski upravljivom ronilicom smatra ronilica koja je povezana s matičnim brodom pomoću veznog kabla ili takozvane pupkovine. Na površini se nalazi sustav za upravljanje ronilicom. Pupkovina služi za prijenos podataka između broda, odnosno operatora i same ronilice. Njome je ronilica spojena na izvor napajanja na brodu, čime je omogućen rad propulzora, to jest kretanje ronilice. Putem pupkovine operator daje upravljačke naredbe ronilici. S druge strane, ronilica putem pupkovine šalje informacije operatoru u realnom vremenu. Osim navedenih postoje ronilice koje imaju vlastiti izvor napajanja. Danas je najčešća uporaba električnih ronilica koje kao izvor energije imaju standardne akumulatore.



Taj je način napajanja i dalje najjeftiniji te najjednostavniji, a omogućava rad u trajanju od nekoliko sati do jednog dana za veće ronilice. Bolje rješenje dobiva se korištenjem alkalnih baterija pomoću kojih veće ronilice mogu prijeći i do 250 kilometara. Budući da se danas stavlja veliki naglasak na obnovljive izvore energije, solarno napajanje se i ovdje pojavljuje kao jedan od mogućih izbora. [16]

ROV se upotrebljava pri izvođenju operacija koje predstavljaju prijetnju ili opasnost za ronioce, primjerice ronjenje na velikim dubinama. Ovisno o namjeni mogu biti opremljeni različitim alatima, odnosno nastavcima, no osnovna je oprema svakog ROV-a kamera te svjetlo. Nedostatak je spomenutih ronilica ograničenost manevarskog prostora zbog dužine same pupkovine i opterećenja koje proizvodi prilikom gibanja ronilice. Kod fizičkog prekida pupkovine dolazi do gubitka prijenosa signala i gubi se upravljačka sposobnost nad ronilicom, što može rezultirati gubitkom ronilice.

Uspoređujući izgled današnjih daljinski upravljivih ronilica s onima korištenih 80-ih godina prošlog stoljeća, uviđa se velika razlika. Zbog napretka tehnologije izgrađuju se ronilice manjih dimenzija, a sukladno tome smanjuju se komponente poput baterije za napajanje, kamere, elektropropulzora i slično. Osim toga dolazi do pojeftinjenja zbog korištenja plastike kao primarnog materijala izgradnje. S obzirom na pristupačne cijene, ronilice se počinju ubrzano proizvoditi u komercijalne svrhe. Iako se veličina ronilica smanjila, napretkom se tehnologije njihova pouzdanost i preciznost izvršavanja naredbi unaprijedila.

### **Mikro ROV**

Mikro ROV je ronilica koja primarno služi za motrenje odnosno istraživanje. Upotrebljava se prilikom istraživanja podmorja, pregledavanja cjevovoda, brodova i ostalih podvodnih objekata i infrastrukture. Manjih je dimenzija, odnosno dužine oko 0,5 metara i težine 10 kilograma. Zbog svoje veličine, od raspoloživih alata, većinom je opremljen videokamerom i podvodnim svjetlom. Mala se dimenzija tih ronilica u većini slučajeva izdvaja kao prednost. To je posebice izraženo kod pretraživanja skučenih i nepristupačnih podvodnih lokacija gdje je primjena mikro ROV-a vrlo česta. Transport mikro ROV-a vrlo je jednostavan, prije svega, jer ne zauzima mnogo prostora u transportnom sredstvu, a zbog relativno male mase gotovo je svaka osoba u mogućnosti njime rukovati.

Operativna dubina direktno ovisi o duljini pupkovine (kod većine mikro ROV-a ona iznosi oko 300 metara), ali i izvedbi svih ostalih komponenti jer su svi materijali, brtve i spojevi građeni i testirani upravo za tu operativnu dubinu. [17]

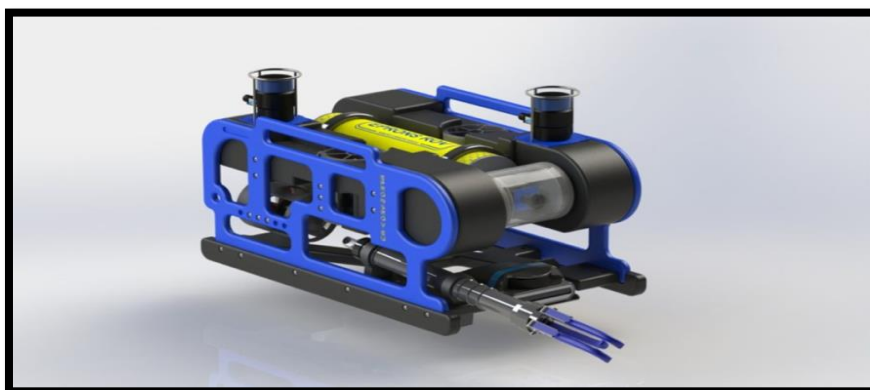


**Slika 1. Mikro ROV 1**

Izvor: *Remote Operated Vehicle Production EPRONS- ALPHAROV D150* [18]

### **ROV srednje veličine**

Osim na Mikro ROV ronilice, istraživačka kategorija ROV-a dijeli se i na ROV srednje veličine. Takav ROV označava ronilice mase između 30 i 120 kilograma. Upotrebljava se većinom na dubinama od 300 metara. Oprema se sastoji od preciznih navigacijskih sustava, svjetla te kamere visoke razlučivosti kako bi podvodno snimanje, fotografiranje i mapiranje bilo što preciznije i jasnije. Iako su i te ronilice primarno motrilačke, postoji mogućnost montiranja dodatnih senzora i alata, čime se omogućava izvršavanje jednostavnijih zadataka, poput čišćenja podvodnog objekta. [17]



**Slika 2. ROV Srednje veličine**

Izvor: *Remote Operated Vehicle Production EPRONS- ALPHAROV PROF D20* [18]

### **Radni ROV manjih dimenzija**

ROV manjih dimenzija označava kategoriju ronilica mase do 100 kilograma. Upotrebljava se za obavljanje podvodnih poslova u umjereno dubokim vodama čija je dubina približno 100 metara. Može se reći daje ova vrsta ROV-a zapravo zamjena za ronioce. Drugim riječima, radni ROV manjih dimenzija obavlja poslove koji su predodređeni za ronioce. U takvu vrstu posla podrazumijevaju se ispitivanja različitih vrijednosti te manje zahtjevni popravci pojedinih komponenata i slično. [17]

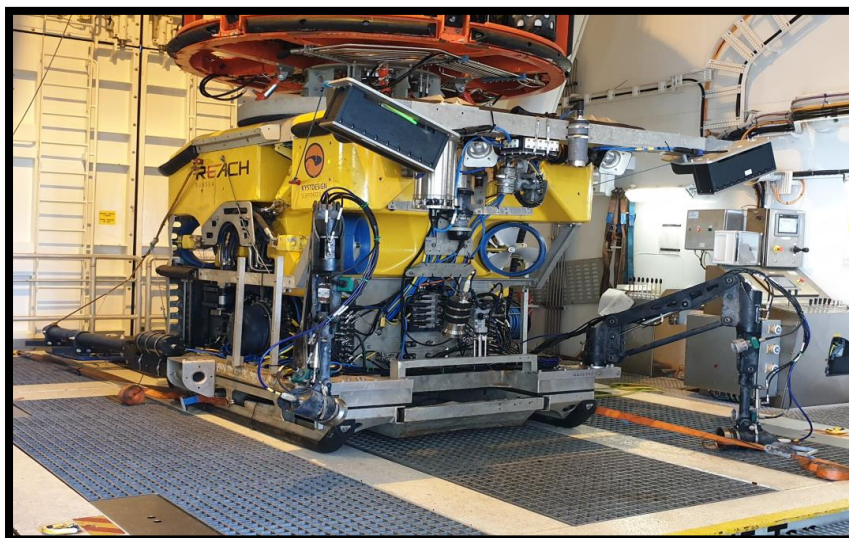


**Slika 3. Radni ROV manjih dimenzija**

Izvor: [ROV Systems | Oceanengineering](#) [19]

### **Radni ROV većih dimenzija**

Radni ROV većih dimenzija obuhvaća kategoriju ronilica mase nekoliko tona, ovisno o njezinoj namjeni. Operativna dubina iznosi više od 6000 metara, što je daleko više od dubina na kojima se upotrebljava motrilački ROV. Radni ROV većih dimenzija poglavito se upotrebljava na odobalnim postrojenjima, točnije na postrojenjima namijenjenima istraživanju, crpljenju te preradi nafte i zemnog plina. Dimenzije tog ROV-a iznimno su velike: masa mu je nekoliko tona, a visina često prelazi 2 metra. Zbog velikih dimenzija najčešće se postavlja na palube brodova. Sastoji se od tijela ronilice te većeg prostora za dodatnu opremu, poput senzora, manipulatora i drugih specijaliziranih alata koji se montiraju na ronilicu sukladno potrebama. Osim dodatne opreme, takve ronilice odlikuju električni i hidraulički podsustavi, propulzori, razni senzori i čvrsta mehanička konstrukcija. [17]



**Slika 4. Radni ROV veći dimenzija**

Izvor: <https://reachsubsea.no/assets/supporter/> [20]

#### **4.2. ClassNK**

ClassNK je kratica za Nippon Kaiji Kyokai, odnosno japansko klasifikacijsko društvo. ClassNK donio je smjernice za korištenje i primjenu ROV-a/AUV-a (engl. *Guidelines for ROV/AUV*) u brodarskoj industriji.

Iako je korištenje ROV-a/AUV-a u porastu, još nije donesena standardizacija takvih tehnologija. Stoga je ClassNK donio smjernice kojim se utvrđuju zahtjevi vezani za opremu i općenito radne karakteristike ROV-a/AUV-a. Osim toga dane su smjernice glede sigurnosnih mjera, mjera opreza i ostale relevantne stavke koje je nužno poznavati prije rukovanja spomenutim tehnologijama.

Smjernice se sastoje od dvaju dijelova: prvi se dio odnosi na klasifikaciju ROV-a/AUV-a, dok se drugi dio odnosi na postupke prijave za podvodni pregled broda ronilicama. Donesene smjernice temeljene su na rezultatima provedenih podvodnih pregleda trupa brodova korištenjem navedenih tehnologija. [21]

#### 4.2.1. Klasifikacija ROV-a prema ClassNK-u

Klasifikacija ROV-a prema ClassNK-u sistematizirana je u tri kategorije koje se odnose na dubinu rada, veličinu ROV-a i način rada.

Uz navedenu su podjelu ClassNK-om definirana i osnovna svojstva kojima ROV treba udovoljavati kako bi se smatrao pouzdanim za korištenje. Osim klasifikacije ROV-a prema ClassNK-u, postoje i druge podjele poput Norveškog standarda. [21]

S obzirom na dubinu rada, ROV je podijeljen u tri klase prikazane u Tablici 1.

**Tablica 1. Klasifikacija s obzirom na radnu dubinu**

DUBINA	KLASA
200 m ili manje	ROV za plitke vode
Veća od 200m, ali manja od 2000m	ROV za duboke vode
2000m ili veća	ROV za ultraduboke vode

Izvor: *Guidelines for ROV/AUV*, ClassNK.

Načelno, što je dubina rada veća ili posao koji treba obaviti složeniji, to je ROV veći, pa zbog toga postoji klasifikacija s obzirom na veličinu prikazana u Tablici 2.

**Tablica 2. Klasifikacija s obzirom na veličinu**

VELIČINA (DUŽINA)	KLASA
Manji od 50cm	Mikro ROV
Veći od 50 cm, ali kraći od 1 m	Mini ROV
1 m (ili više), ali kraći od 2 m	Standardni (engl. <i>General</i> ) ROV
2 m (ili više), ali kraći od 5 m	ROV za obavljanje jednostavnijih radova
5 m ili više	ROV za obavljanje složenijih radova

Izvor: *Guidelines for ROV/AUV*, ClassNK.

ROV se upotrebljava za obavljanje triju osnovnih zadataka te se sukladno tome dijeli kako je prikazano u Tablici 3.

**Tablica 3. Klasifikacija s obzirom na način rada**

OSNOVNE ZADACÉ
Ronilice za motrenje
Ronilice za obavljanje podvodnih radova
Ronilice za obavljanje radova na morskom dnu

Izvor: *Guidelines for ROV/AUV*, ClassNK.

Da bi ROV mogao ispuniti zadacé, potrebno je zadovoljavanje osnovnih svojstava prikazanih u Tablici 4.

**Tablica 4. Osnovna svojstva**

OSNOVNA SVOJSTVA	PRIMJER
Operabilnost	Jednostavno upravljanje (primjerice kontrolerom).
Kontrolabilnost	Jednostavna kontrola kretanja, to jest pomaka ROV-a.
Operabilnost za zahtijevanim dubinama	Materijali moraju biti otporni na pritisak koji se povećava s porastom dubine.

Izvor: *Guidelines for ROV/AUV*, ClassNK

## 4. TIPNA ODOBRENJA

U brodarskoj industriji korištenje ROV-a nije često, posebice u Republici Hrvatskoj. No potencijal ROV-a u svrhu pregleda trupa broda dolazi do izražaja posljednjih godina, a posebno se praktičan pokazao u vrijeme pandemije kada je daljinski pregled trupa bio jedini mogući izbor. U nastavku su poglavlja istaknuti uvjeti koje mora zadovoljiti uslužna tvrtka kako bi se smatrala ovlaštenom za izvođenje podvodnog pregleda trupa.

### 5.1. ODOBRENJE USLUŽNIH TVRTKI

Uslužna tvrtka je tvrtka koja obavlja mjerenja, testiranja i održavanje sigurnosnih sustava i opreme ponajprije brodova. Dobiveni rezultati utječu na konačnu odluku glede statutarne certifikacije broda. No kako bi se neka tvrtka smatrala ovlaštenom tvrtkom za obavljanje navedenih poslova, ona prvo treba zadovoljiti zahtjeve određenoga klasifikacijskog društva, a nakon toga joj se izdaje svjedodžba. Taj se dio Klasifikacijskih pravila primjenjuje na čitav niz tvrtki, no u okviru ovog rada naglasak se stavlja na tvrtke koje obavljaju podvodne preglede trupa brodova i odobalnih objekata upotrebljavajući ROV.

#### 5.1.1. Postupak izdavanja odobrenja

Pod pojmom *odobrenje* misli se na izdavanje svjedodžbe koju uslužnoj tvrtki dodijeli klasifikacijsko društvo, a u ovom je slučaju to HRB. Prije izdavanja svjedodžbe tvrtka mora ispuniti preduvjete propisane pravilima za statutarnu certifikaciju pomorskih brodova HRB-a. Uslužna tvrtka dužna je zatražiti prijavu za odobrenje u pismenom obliku te priložiti potrebnu dokumentaciju.

Pisani zahtjev treba sadržavati: [22]

- osnovne podataka o tvrtki i podružnicama;
- popis ovlaštenih eksperata;
- dokument koji svjedoči o iskustvu tvrtke u određenom području pružanja usluga;
- popis operatora, nadzornika i tehničara s podacima i klasifikacijama s priznatim nacionalnim, međunarodnim ili industrijskim normama;

- opis i specifikaciju korištene opreme;
- priručnik vezan za korištenje opreme;
- dokumentaciju glede osposobljavanja operatora, tehničara i inspektora;
- liste provjere te izvješća prikupljenih rezultata;
- priručnik za kvalitetu i/ili dokumentirane postupke koji pokrivaju zahtjeve sustava kvalitete;
- postupke komunikacije s posadom prije početka rada;
- podatke o ostalim aktivnostima koji mogu predstavljati sukob interesa;
- zapise o pritužbama klijenata;
- popise i dokumentaciju o licencama odobrenim od proizvođača opreme.

Pružatelj usluga mora dokazati da posjeduje kompetencije te da udovoljava propisanim zahtjevima ovih Pravila. Pružatelj usluga također ima obvezu omogućiti zaposlenicima osposobljavanje sukladno nacionalnim i međunarodnim standardima. Zaposlenici moraju biti upoznati s opremom kojom se koriste te moraju imati minimalno jednu godinu iskustva u obavljanju tog posla. Pružatelj usluga dužan je voditi evidenciju operatora, tehničara i inspektora kojom se daje uvid u njihovo formalno obrazovanje, dob, osposobljenost i iskustvo u poslu koji obavljaju. Osim vođenja evidencije zaposlenih, uslužna tvrtka dužna je voditi evidenciju o opremi kojom se koristi za pružanje usluga. Evidencija se sastoji od podataka glede održavanja opreme te njezine ispravnosti. Navedeni podaci moraju biti dostupni klasifikacijskom društvu koje na temelju njih potvrđuje ili odbacuje daljnju uporabu pregledane opreme.

Pružatelj usluga mora imati dokumentirane radne postupke koji pokrivaju sve pružene usluge. Dužan je provjeriti jesu li sve pružene usluge u skladu s propisima klasifikacijskog društva. Nakon pruženih usluga uslužna tvrtka dužna je sastaviti izvještaj. Izvještaj se priprema u obliku obrazaca prema unaprijed određenim zahtjevima Registra. U izvještaju treba detaljno opisati rezultate pregleda, mjerenja, ispitivanja, održavanja i/ili izvršenih popravaka.



**Tablica 5. Odobrene uslužne tvrtke u RH za podvodne preglede brodova ROV-om**

<b>PROIZVOĐAČ</b>	<b>TIP I OPIS PROIZVODA</b>
<b>AQUA SUB d.o.o.</b>	Područje odobrenja: podvodni pregledi brodova i pokretnih odobalnih objekata pomoću ronioca ili daljinski upravljane ronilice.
<b>JRS</b>	Podvodni pregledi brodova i pokretnih odobalnih objekata pomoću ronioca ili daljinski upravljane ronilice.
<b>NEPTUN-SUB</b>	Područje odobrenja: Podvodni pregledi brodova i pokretnih odobalnih objekata pomoću ronioca ili daljinski upravljane ronilice.
<b>PODVODNI RADOVI</b>	Podvodni pregled brodova s videozapisom, ronilačkim tehnikama i ROV-om. Podvodno čišćenje broskog trupa, listova kormila, brodskih vijaka i usisa mora.
<b>RON-TEH d.o.o.</b>	Podvodni pregledi brodova i pokretnih odobalnih objekata pomoću ronioca ili daljinski upravljane ronilice.

**Izvor:** Autorica, prilagođeno prema *Odobrene uslužne tvrtke*. [22]

Iz priložene tablice vidljivo je da u RH postoji pet odobrenih uslužnih tvrtki koje posjeduju certifikat za provođenje podvodnog pregleda brodova korištenjem daljinski upravljivih ronilica. Valja napomenuti da neke od navedenih tvrtki posjeduju odobrenje iako ga one u praksi nikad ne upotrebljavaju, što je potvrdio i HRB tijekom intervjua. To ukazuje na manjak potražnje za uslugama ROV-a na hrvatskom tržištu.

Valjanost je svjedodžbe uslužne tvrtke četiri godine, osim za tvrtke koje se bave mjerenjem debljine – tada je valjanost svjedodžbe tri godine. Uobičajeno je da tri mjeseca prije isteka svjedodžbe Registar šalje uslužnoj tvrtki podsjetnik u pismenom obliku.

Dužnost je pružatelja usluga poslati prijavu najmanje mjesec dana prije isteka zbog ponovne procjene za obnavljanje valjanosti potvrde o odobrenju dobavljača usluga.

Odobrenje se uslužnim tvrtkama može otkazati u sljedećim slučajevima: [19]

- ako je utvrđeno da je usluga bila nepropisno izvršena ili da su rezultati usluge nepropisno objavljeni;
- ako je utvrđeno da su napravljene izmjene Sustava kvalitete tvrtke bez prethodno poslani obavijesti Registru;
- ako su utvrđeni nedostaci u operativnom sustavu;
- ako su utvrđeni namjerni propusti i pogreške;
- ako se utvrdi lažno predstavljanje uslužne tvrtke u bilo kojem pogledu.

Uslužna tvrtka kojoj je poništeno odobrenje može podnijeti zahtjev za ponovno odobrenje nakon razdoblja od šest mjeseci, pod uvjetom da je pružatelj usluga ispravio nesukladnosti koje su rezultirale otkazivanjem.

## 5. ANALITIČKO-EKSPERIMENTALNI DIO

Za potrebe rada i istraživanja dogovorena su i odrađena dva podvodna pregleda brodova korištenjem ROV-a: jedan na ro-ro putničkom brodu „Kornati” broдача Jadrolinije te jedan na putničkom brodu „Scenic Eclipse” broдача Scenic. Podvodni su se pregledi brodova odvijali uz prisustvo zapovjednika brodova i predmetnog nastavnika te autorice ovog rada, odnosno bez prisustva člana klasifikacijskog društva brodova. Valja naglasiti da pregledi i rezultati istraživanja nisu upotrijebljeni za potrebe klasifikacijskog društva, već isključivo za potrebe ovog rada i dokazivanja postavljene hipoteze. Oba su pregleda izvršena 21. svibnja 2021. Za brod „Kornati“ pregled je obavljen na pristaništu trajekata u luci Valbiski na otoku Krku, dok je pregled broda „Scenic Eclipse“ obavljen u riječkoj luci.

Svrha je pregleda bila testiranje praktičnosti i učinkovitosti ROV-a, točnije ronilice *Blueye PIONEER* koja je u vlasništvu Pomorskog fakulteta u Rijeci. Ronilicom je upravljala autorica. Navedenim pregledima prethodilo je uvježbavanje za upravljanje ronilicom koje je uključivalo proučavanje uputa proizvođača, upoznavanje i rukovanje sa sastavnim dijelovima te probna ronjenja ronilicom na sigurnim područjima. Iako se govori o relativno kratkom periodu vremena, stečeno je iskustvo bilo dovoljno za obavljanje spomenutih pregleda brodova. No to ne znači da je ono dostatno za provedbu složenijih pregleda. Drugim riječima, cijeli bi se postupak pregleda znatno skratio redovitim korištenjem i povećanjem stečenog iskustva.

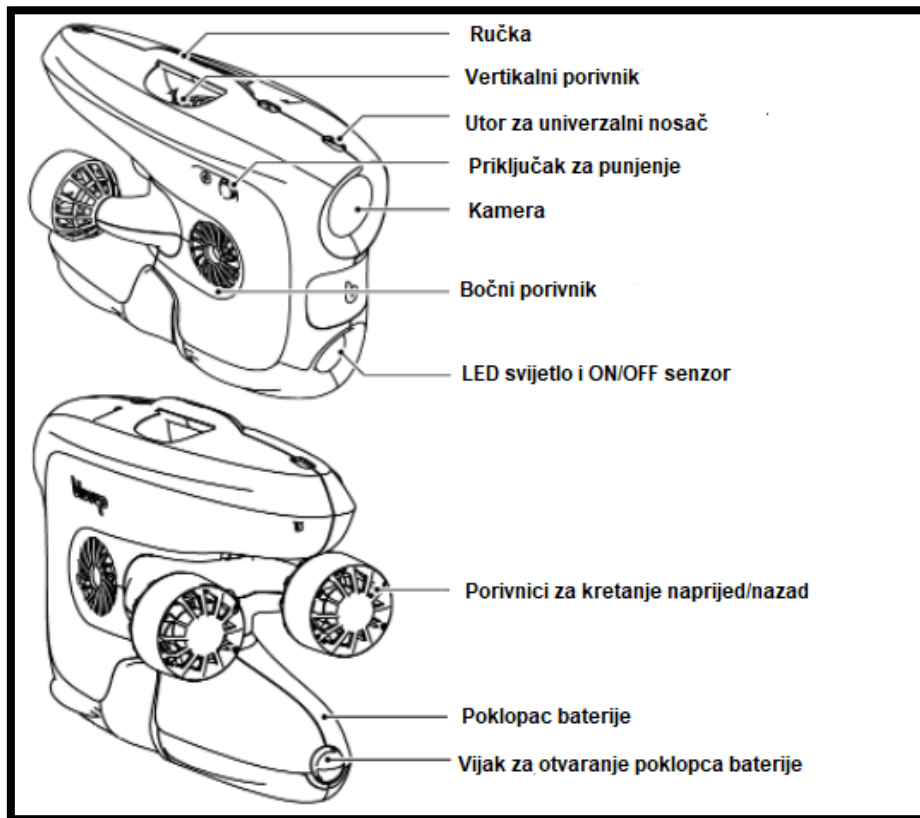
### 6.1. KORIŠTENA OPREMA –*BLUEYE PIONEER*

*Blueye PIONEER* profesionalna je daljinski upravljiva ronilica čiji je proizvođač norveška tvrtka *Blueye Robotics*. Cilj je ove tvrtke bio dizajnirati „alat” čije će korištenje biti moguće u svim vodama (od arktičkih do tropskih) u bilo kojem trenutku. Primarna svrha ronilice *Blueye PIONEER* bila je istraživanje oceanskih dubina i podvodnog svijeta; no jednostavnost korištenja (engl. *user friendly*), hidrodinamička svojstva, izdržljivost baterije te radna dubina do 150 metara omogućile su njezinu primjenu i u drugim industrijama, poput odobalne i brodarske.

### 6.1.1. Tehničke značajke

Značajke poput automatskog podešavanja dubine i smjera upravljanje čine jednostavnim, pa nije potrebna opsežna obuka osobe koja upravlja ROV-om. Kamera snima videozapise u punoj HD kvaliteti čak i u uvjetima bez prirodne svjetlosti – zahvaljujući LED svjetlima. Korisnici podešavaju postavke putem mobilne aplikacije *Blueye*. Ronilica je opremljena žirokompasom i akcelerometrom. Osim toga opremljena je i dubinomjerom, termometrom te barometrom. Baterija traje dva sata, što osigurava dovoljno vremena za obavljanje većine potrebnih pregleda trupa broda. *Blueye PIONEER* ima jedinstven izgled u prvom redu zbog hidronimačkog aspekta. Postizanje zadovoljavajuće stabilnosti vrlo je kompleksan posao, posebice uzimajući u obzir malu masu referentne ronilice koja se treba oduprijeti silama, prije svega morskim strujama. U tu svrhu *Blueye PIONEER* ima nisku točku težišta (zbog utega koji se nalazi na dnu ronilice), a vrlo visoku točku uzgona (zbog uzgorskog elementa u gornjem dijelu ronilice), što ga čini iznimno stabilnim. Takvim rasporedom točke težišta i uzgona eliminirano je zakretanje ronilice oko poprečne i uzdužne osi, odnosno eliminirani su nagib i trim. [23]

Dimenzije su ROV-a sljedeće: duljina je 485 milimetara, širina je 275 milimetara, a visina 354 milimetra. Masa iznosi 8,6 kilograma, što ga čini iznimno jednostavnim za prenošenje i rukovanje. Brzina napredovanja u optimalnim radnim uvjetima iznosi 1,5 m/s (3 čvora). *Blueye PIONEER* se može upotrebljavati ako je temperatura vode na određenom području u rasponu od  $-5$  do  $+35$  °C. [23]

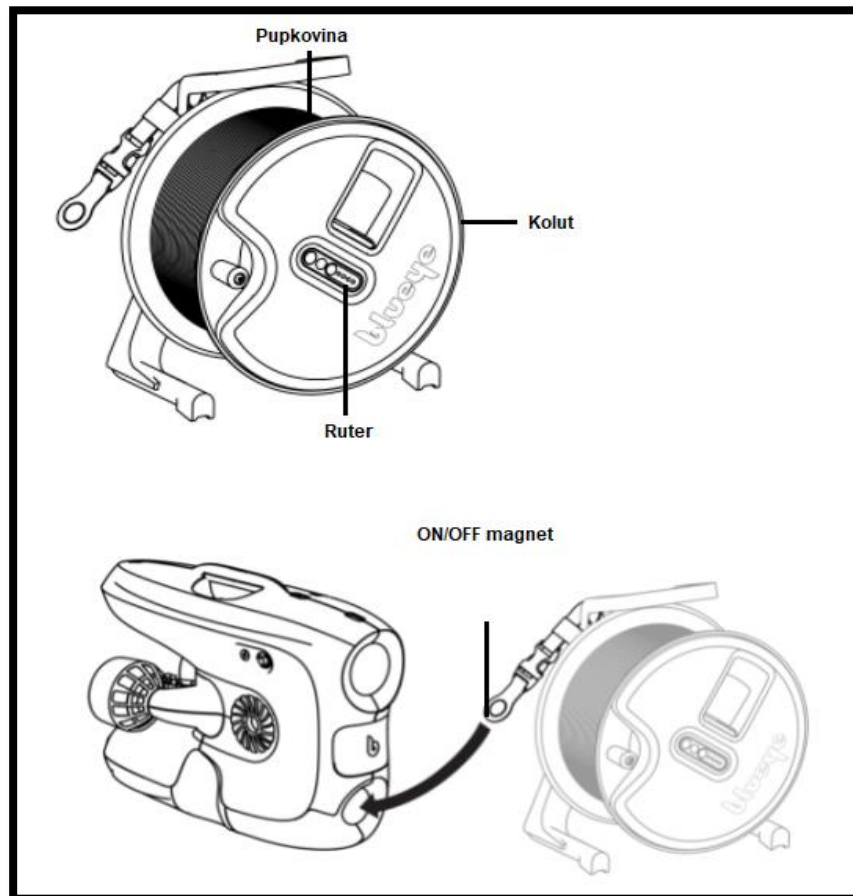


**Slika 5. Izgled i dijelovi ronilice Blueye PIONEER-a**

Izvor: Autorica, prilagođeno prema *Tehničke karakteristike Blueye PIONEER-a*. [23]

Osim samog ROV-a, standardni je dio opreme i kolut koji služi za namotaj/ skladištenje pupkovine. Boja je pupkovine žuta kako bi se što lakše mogla locirati, posebice prilikom zahtjevnijih radnih operacija. Njezin pozitivan uzgon eliminira mogućnost zaplitanja s ROV-om.

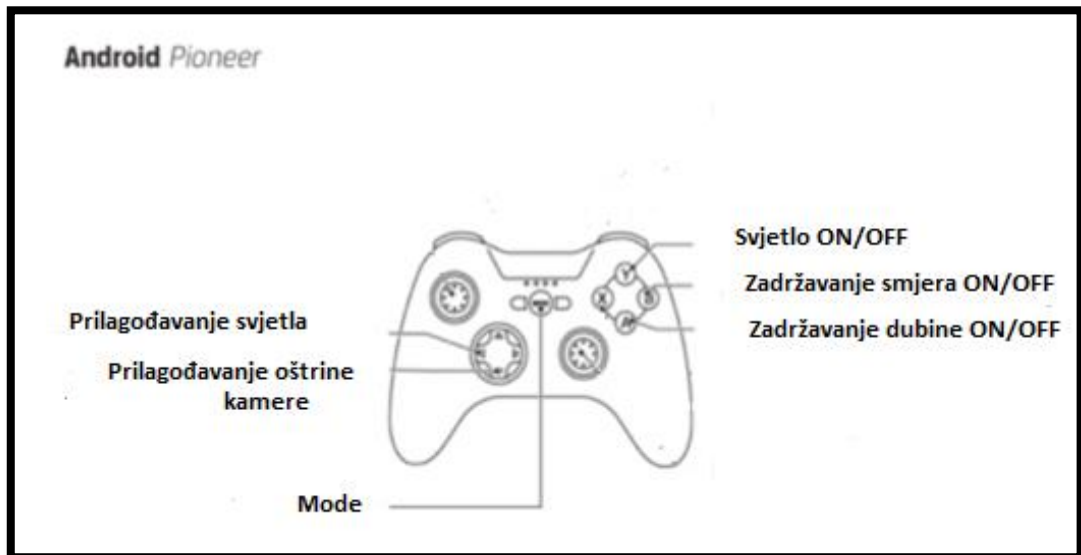
Osim toga na kolutu se nalazi pričvršćeni magnet koji služi za uključivanje ili isključivanje ROV-a, na način da se magnet prisloni na ROV, točnije na LED svjetlo gdje se ujedno nalazi i senzor za uključivanje/isključivanje ROV-a. U kolut je ugrađen ruter koji omogućuje bežično povezivanje ROV-a i aplikacije *Blueye*, odnosno mobilnog uređaja i kontrolera.



**Slika 6. Kolut s pupkovinom i ON/OFF magnetom**

Izvor: Autorica, prilagođeno prema *Tehničke karakteristike Blueye PIONEER-a*. [23]

Ronilicom *Blueye PIONEER* upravlja se putem *joysticka*, to jest kontrolerom na koji se pričvrsti mobilni uređaj. Kontroler i mobilni uređaj međusobno su povezani *Bluetoothom*. Valja naglasiti da se prije korištenja opreme treba provjeriti stanje baterije ROV-a, mobilnog uređaja te povezanost svih uređaja međusobno.

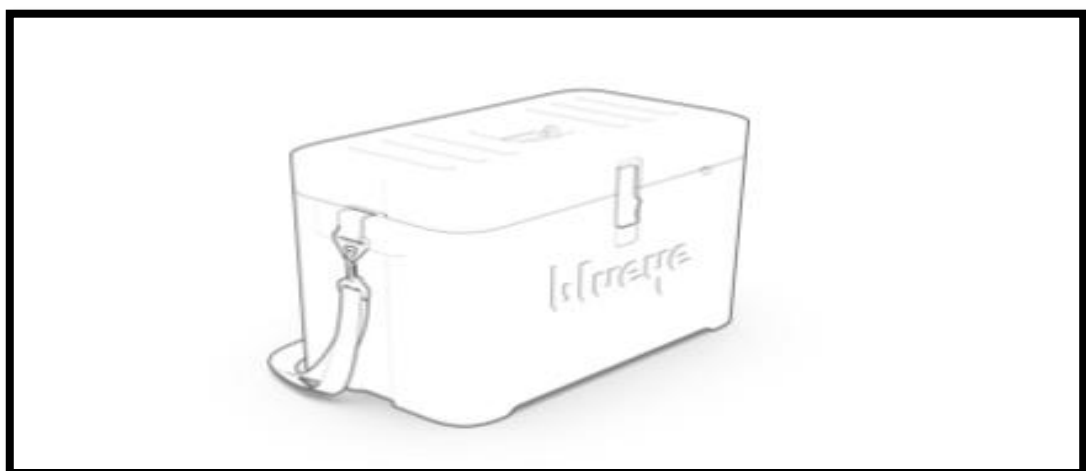


**Slika 7. Kontroler**

Izvor: Autorica, prilagođeno prema *Tehničke karakteristike Blueye PIONEER-a*. [23]

U ostalu opremu ronilice *Blueye PIONEER* ubraja se baterija, rezervna baterija, punjač i pripadajući kabeli za punjenje baterija. Osim toga opremu čine i osnovni rezervni dijelovi te alati potrebni za popravke.

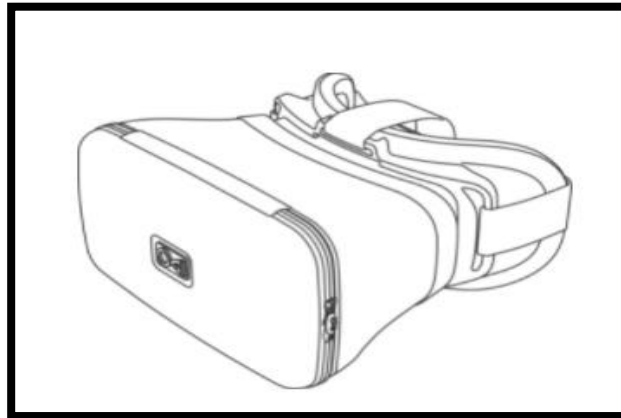
Kako ne bi došlo do oštećenja prilikom transporta ROV-a (primjerice automobilom), valja ga skladištiti u namjenskoj zaštitnoj kutiji koja je pričvršćena na pojas, pa je tako olakšano prenošenje.



**Slika 8. Transportna kutija**

Izvor: Autorica, prilagođeno prema *Tehničke karakteristike Blueye PIONEER-a*. [23]

U dodatnu se opremu ubraja *MovieMask Premium Blueye*. Maska je namijenjena za olakšano gledanje u mobilni uređaj. Mobilni uređaj se postavi unutar maske, čiji sustav s jednom lećom stvara trodimenzionalno panoramsko okruženje. Osim boljeg doživljaja, maska uvelike olakšava upravljanje ROV-om, posebice za vrijeme jakog sunca.



**Slika 9. Maska**

Izvor: Autorica, prilagođeno prema *Tehničke karakteristike Blueye PIONEER-a*. [23]

### **6.1.2. „Tri koraka za uspješan pregled”**

Podvodni će pregled biti uspješan ako se slijede tri osnovna koraka: [23]

- **Priprema**

Priprema podrazumijeva izradu plana pregleda te definiranje onog što se konkretno namjerava pregledati. U slučaju podvodnog pregleda trupa broda može se primjerice pregledati samo vijak i kormilo. Prije zarona nužna je provjera stanja baterija cjelokupne opreme, posebice ROV-a, te je preporučljivo da iznosi 100% na početku pregleda. Kalibriranje kompasa ROV-a također je potrebno kako bi prikupljeni podaci bili što točniji. Od posebne je važnosti provjera svih priključnih otvora na ROV-u. Naime oni moraju biti čvrsto zatvoreni kako bi se osigurala vodonepropusnost.

Osim toga potrebno je uzeti u obzir hidrometeorološke čimbenike koji mogu ograničiti provođenje planiranog pregleda. Ovisno o tim čimbenicima razrađuje se plan i način pregleda.



Preporuka je napraviti procjenu rizika prije svakog zarona. Procjena rizika temelji se na odgovaranju sljedećih pitanja:

- Kakva je podvodna vidljivost? Je li voda bistra ili mutna?
- Koja je jačina morske struje? Hoće li otežavati upravljanje ROV-om?
- Postoje li poznate prepreke smještene ispod površine vode?
- Postoji li mogućnost zaglavlivanja pupkovine i što učiniti u tom slučaju?

Dakle potrebno je definirati što će se konkretno pregledati (primjerice koji dio trupa broda) te na koji način. Presudno je imati nacrt broda na kojem se obavlja podvodni pregled trupa kako bi unaprijed bili upoznati s položajem opreme, čime se bitno skraćuje vrijeme pregleda. Preporučljivo je također da dvije osobe rade na podvodnom pregledu: jedna je osoba zadužena za upravljanje ROV-om i prikupljanje podataka, dok je druga zadužena za kontroliranje duljine ispusta pupkovine.

- **Pregled**

Pregledpodrazumijeva vizualno motrenje željenog objekta ili područja. Prilikom dolaska na poziciju valja promotriti okruženje u kojem se ROV nalazi. Ako postoje objekti koji mogu biti potencijalne prepreke, potrebno je zabilježiti njihovu poziciju kako ne bi došlo do zaglavlivanja pupkovine ili ROV-a. Loša vidljivost može biti rezultat mutne vode ili nedostatka prirodne svjetlosti. Iako je ROV opremljen LED svjetlom, u mutnoj vodi njegovo korištenje nije preporučljivo zbog refleksije sa suspendiranih čestica, stoga se ono koristi kada ROV stigne neposredno do objekta kojeg se planira snimiti ili fotografirati. Pregled se bilježi u obliku videozapisa, a za potrebe izvješća koja zahtijevaju slikovne prikaze pregledanog objekta ROV ima mogućnost fotografiranja.

- **Izvješće**

Izvješće sastavlja klasifikacijsko društvo ili ovlaštena uslužna tvrtka koja je ugovorena za obavljanje konkretnoga podvodnog pregleda broda. Pregledu uobičajeno prisustvuju inspektor klasifikacijskog društva, koji obavlja klasifikacijski nadzor, brodovlasnik (ili njegov predstavnik) te operator ronilice.

Nakon završetka pregleda piše se izvješće koje mora sadržavati sljedeće podatke:

- vrijeme i datum
- opis i svrhu pregleda
- ime inspektora/klijenta i lokaciju

- daljinski prikupljene podatke
- relevantna opažanja (primjerice oštećenja trupa)
- priložene fotografije i videozapise.

## 6.2. PROVEDBA PREGLEDA BRODA „KORNATI“

M/B „Kornati“ je ro-roputnički brod izgrađen 2014. Brod je dužine 99,8 metara, širine 17,5 metara, a gaz iznosi 2,4 metra. Namijenjen je za prijevoz putnika, a kapacitet mu je 616 ljudi te za prijevoz osobnih vozila (kapacitet mu je 145 vozila).



**Slika 10. Brod Kornati**

Izvor: Autorski

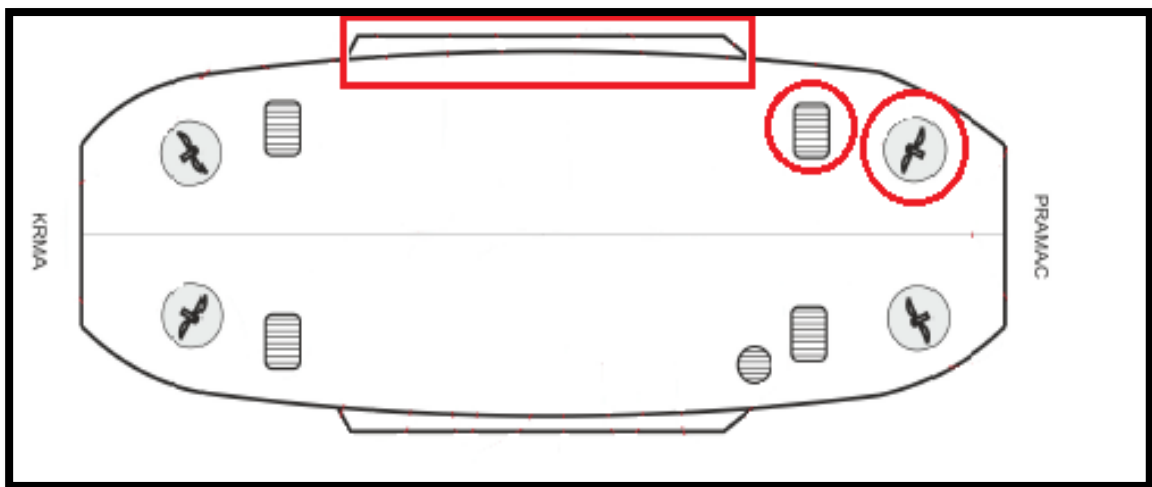
Snimanje i fotografiranje podvodnog dijela trupa navedenog broda odrađeno je u luci Valbiska na otoku Krku 21. svibnja 2021. s početkom u 9:51.

M/B „Kornati“ bio je privezan desnom stranom boka na obalu zbog čega je dogovoreno kako će biti odrađen pregled samo lijeve strane broda, gledajući od uzdužnice. Razlog je tome nedovoljan prostor između boka broda i obale za manevriranje ROV-om, kao i jačina morskih struja koje su otežavale rukovanje njime.

Plan je bio pregledati redom:

1. Lijevi vijak sa svih strana (360 stupnjeva)
2. Usisnu košaru
3. Ljuljnu kobilicu
4. Katodnu zaštitu (žrtvene anode).

Na Slici 11. crvenom su bojom označeni pregledani dijelovi broda "Kornati" korištenjem ROV-a.



**Slika 11. Nacrt broda Kornati**

Izvor: Autorica, prilagođeno AquaSub d.o.o., *Izveštaj br. 60/2020- Podvodni pregled na M/T "Kornati"*. 2020. [24]

Pregled ro-ro putničkog broda „Kornati” započeo je u 9:51 i trajao 30 minuta na dubini od 0 do 2 metra. Pregled je izvršen nakon provedenoga trodnevnog „upoznavanja“ i vježbanja pomoću ROV-a. Sukladno dogovorenom planu, najprije je uslijedio pregled lijevog vijka. ROV je vijku prilazio iz smjera pramca.

Nakon lociranja lijevog vijka, zbog jačine morskih struja, potrebno je bilo pokretanje automatskog održavanja smjera i dubina kako bi ROV bio mirniji tijekom upravljanja. Stabilnost i mirnoća ROV-a važna je prilikom fotografiranja željenih dijelova trupa, dok je jednostavnost upravljanja važna prilikom snimanja primjerice vijka, gdje lopatice predstavljaju potencijalu opasnost za zapetljavanje pupkovine ROV-a.

Na slikama 12. – 17. prikazano je stanje lijevog vijka. Vidljivo je obraštanje koje zahvaća veći dio vijka.

Treba istaknuti kako se podvodni pregled ROV-om izvršio neposredno prije odlaska referentnog broda u dok, stoga taj stupanj obraštanja nije iznenađujući. Iz krupnijeg plana krila vijka na fotografiji 13. vidljivo je kako na krilima vijka nije izraženo obraštanje. To je ponajviše zahvaljujući vrtnji vijka, odnosno krila pri čemu vodene strujnice određenom brzinom oko njih odstranjuju većinu nakupina.



**Slika 12. Prilaz lijevom vijku**

Izvor: Autorski



**Slika 13. Lijeva strana vijka**

Izvor: Autorski



**Slika 14. Glavina i krila vijka**

Izvor: Autorski



**Slika 15. Glavina**

Izvor: Autorski



**Slika 16. Lica krila vijka (krupniji plan)**

Izvor: Autorski



**Slika 17. Desna strana vijka**

Izvor: Autorski

Prema planu pregleda sljedeća je na redu bila jedna od usisnih košara. Stanje fotografirane usisne košare (Slika 18.) izrazito je loše. Vidljive nakupine s vanjske strane usisne košare upućuju na to da je stanje jednako loše u njezinoj unutrašnjosti. Naime ispravnost, odnosno protočnost usisne košare od izuzetne je važnosti za rad brodskog motora jer je na nju spojen usisni cjevovod mora za rashlađivanje motora, kao i pumpe protupožarne zaštite. Dakle umanjena protočnost, odnosno nemogućnost neometanog usisa morske vode može biti uzrok kvara ili nepravilnog rada motornog sustava.

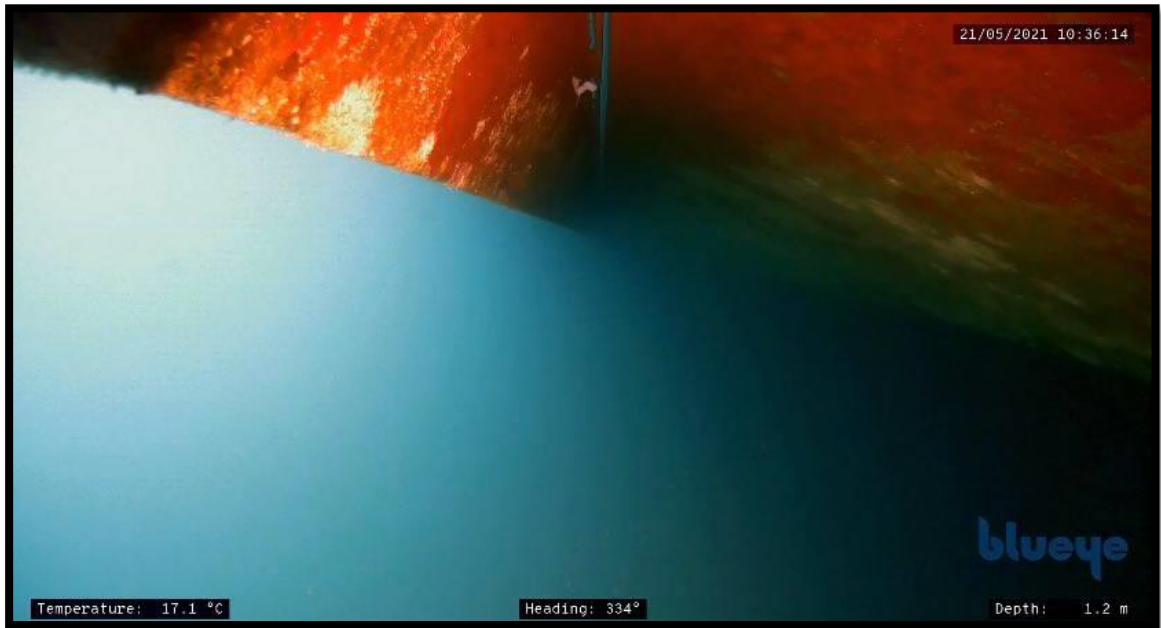


**Slika 18. Usisna košara**

Izvor: Autorski

Nakon toga uslijedio je pregled ljuljne kobilice. Najjednostavnije je rješenje za ublažavanje ljuljanja broda na valovima ugradnja ljuljne kobilice. Uporaba te vrste stabilizatora vrlo je česta, prije svega, zbog jednostavnosti konstrukcije. Osim toga troškovi održavanja su zanemarivi, kao i utjecaj kobilice na brzinu broda. Pregledana su vanjska i unutrašnja strana ljuljne kobilice cijelom dužinom. Vidljivo je na slikama 19. i 20. da je unutrašnja strana manje obrasla od vanjske.





**Slika 19. Ljuljna kobilica (unutrašnja strana)**

Izvor: Autorski



**Slika 20. Ljuljna kobilica (vanjska strana)**

Izvor: Autorski

Posljednja stavka pregleda bile su žrtvene anode. To je jedna od mogućih metoda zaštite plovila od korozije koja je kategorizirana kao pasivni sustav zaštite. Pasivna zaštita djeluje na principu galvanski povezana dva različita metala uronjena u elektrolit, gdje onaj s negativnijim potencijalom (anoda) gubi ione metala u elektrolitu (moru). Pritom treba imati na umu da u realnim situacijama, primjerice u podvodnom dijelu plovila, u toj korozijskoj interakciji obično sudjeluje više od dvaju različitih metala. Prvi se troši onaj s najnižim elektrodnom potencijalom, zatim onaj sljedeći na ljestvici i tako dalje. Na Slici 21. vidljivo je da je žrtvena anoda u relativno dobrom stanju, odnosno nije istrošena, no prisutno je obraštanje te će biti potrebno poduzimanje adekvatnih radnji čišćenja.



**Slika 21. Žrtvena anoda na ljuljnoj kobilici**

Izvor: Autorski

Kao što je već naznačeno, pregled trupa broda „Kornati“, točnije njegovoga lijevog boka, trajao je 30 minuta. Pripremanje opreme prije zarona trajalo je 15 minuta, kao i rasporemanje. Ukupno vrijeme pripreme, pregleda i rasporemanja iznosilo je sat i 30 minuta. Iz toga se može zaključiti kako bi pregled cijeloga podvodnog dijela broda trajao približno tri sata. Naravno, treba napomenuti kako bi pregled ovakvog opsega profesionalni operatori ROV-a izveli znatno brže.

Prilikom pregleda pojavili su se čimbenici koji su utjecali na rad, poput značajnog utjecaja morskih struja, loše vidljivosti, to jest mutne vode te male udaljenosti boka broda od pristaništa. Zbog navedenog je pregled bio ograničen samo na lijevu stranu broda. Unatoč smanjenoj vidljivosti, fotografije zabilježene ronilicom *Blueye PIONEER* vrlo su dobre razlučivosti. Također je bilo izvedivo prikupiti željene podatke čak i s vrlo malo stečenog iskustava u pogledu rukovanja ROV-om unatoč jakoj struji i potrebi za konstantnim ispravljanjem položaja ronilice.

### **6.3. PROVEDBA PREGLEDA BRODA „Scenic Eclipse“**

M/B „Scenic Eclipse“ je polarni istraživački putnički brod izgrađen 2019. Duljina broda iznosi 166,1 metar, širina 21,5 metara, a kapacitet broja putnika je 228 (ne uključujući posadu koju čini 176 ljudi).

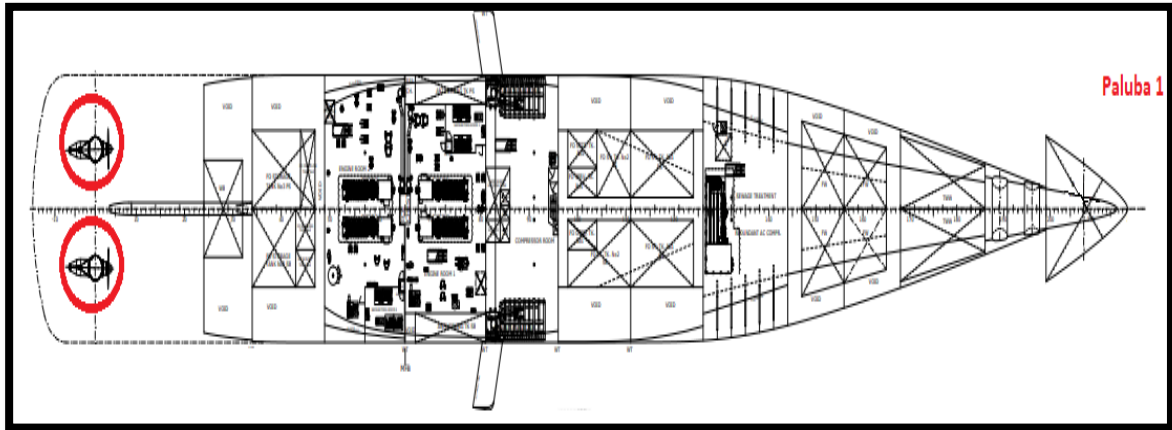


**Slika 22. Brod Scenic Eclipse**

Izvor: Autorski

Snimanje i fotografiranje podvodnog dijela trupa navedenog broda odrađeno je u riječkoj luci 21. svibnja 2021. s početkom u 15 sati.

Prilikom podvodnog pregleda trupa broda „Scenic Eclipse” pregledani su i fotografirani azipodi. Na nacrtu broda (vidi Sliku 23.) crvenim su krugovima označeni pregledani dijelovi broda.



**Slika 23. Nacrt plana broda Scenic Eclipse**

Izvor: Plan broda „Scenic Eclipse“ [25]

Podvodni pregled započeo je u 15 sati i trajao je petnaestak minuta na dubini od oko 3 metra. Položaj azipoda u trenutku pregleda bio je 90° okomito na uzdužnicu broda. Drugim riječima, vijci su bili okrenuti jedan prema drugom. Položaj azipoda iz strojarnice prikazan je na Slici 26. Takav položaj ograničio je prostor za manevriranje ROV-om, odnosno fotografiranje nije bilo moguće provesti na dovoljnoj udaljenosti pa da cijeli vijak bude u „kadru“. Slike 24. i 25. prikazuju prednje strane pregledanih azipoda. Slika 27. prikazuje u krupnijem planu jedno od krila vijka gdje je vidljivo da nema većih obraštanja ni oštećenja. Nadalje je fotografirana usisana košara (vidi Sliku 29.). Usisna košara nema nakupina i u vrlo je dobrom stanju. Slika 30. prikazuje žrtvenu anodu i tu je vidljivo da ona nije istrošena te se njezino stanje može okarakterizirati kao vrlo dobro.

U obzir treba uzeti činjenicu da je brod relativno nov (izgrađen 2019.) te je stoga tako dobro stanje azipoda, ali i ostatka podvodnog dijela broda očekivano (iako to nije uvijek pravilo).



**Slika 24. Lijevi azipod**

Izvor: Autorski



**Slika 25. Desni azipod**

Izvor: Autorski



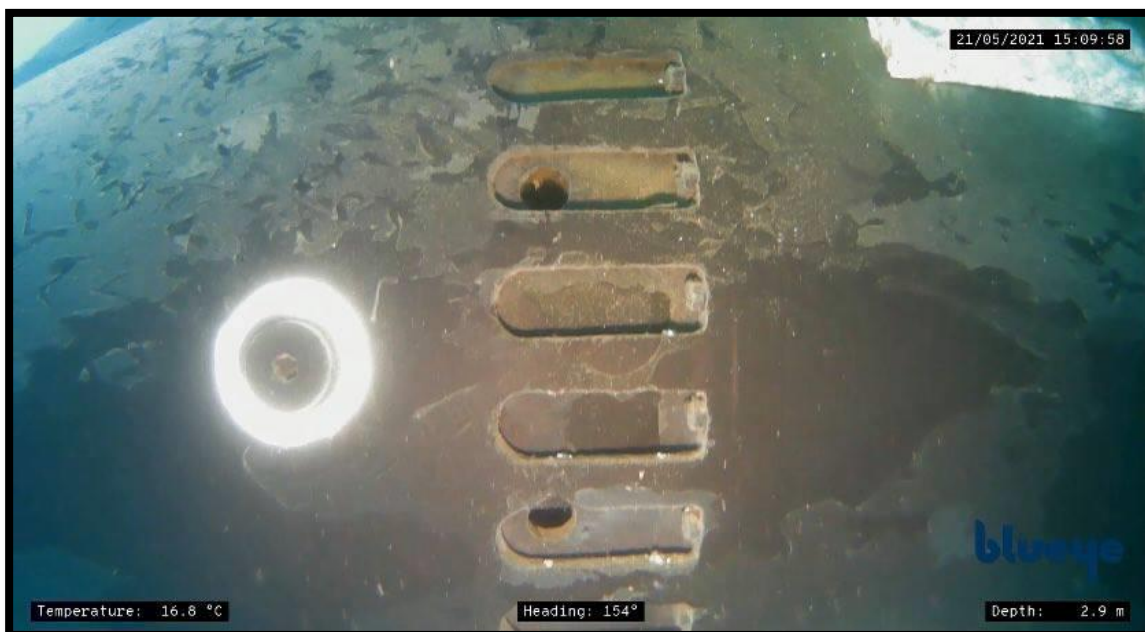
**Slika 26. Položaj azipoda iz strojarnice**

Izvor: Autorski



**Slika 27. Krila vijka i žrtvene anode**

Izvor: Autorski



**Slika 28. Detalji na boku azipoda**

Izvor: Autorski



**Slika 29. Usisna košara**

Izvor: Autorski



**Slika 30. Žrtvena anoda**

Izvor: Autorski

Na temelju prikupljenih fotografija vidljivo je da je stanje azipoda vrlo dobro te da obraštanja gotovo i nema. Naglasak je tijekom ovog pregleda bio na detaljima koji se nalaze na azipodima.



## 7. SWOT ANALIZA

Kratica SWOT (engl. *Strength, Weakness, Opportunities, Threats*) analitička je metoda pomoću koje se analiziraju sadašnje i buduće prednosti, slabosti, prilike i prijetnje poslovanja tvrtke. Osim toga SWOT predstavlja analizu vanjskih i unutrašnjih čimbenika okoline na tvrtku i njihovu međuovisnost. Rezultati dobiveni SWOT analizom predstavljaju polaznu točku za formiranje strategije poslovanja. [26]

Iako se navedena metoda najčešće upotrebljava pri analiziranju uspješnosti poslovanja tvrtki, ona je primjenjiva na gotovo sve vrste sustava ili organizacija. U okviru je ovog rada SWOT analiza upotrijebljena je u svrhu prepoznavanja te obrazloženja prednosti i nedostataka ronilice *Blueye PIONEER* prilikom provođenja podvodnih pregleda brodova.

Prednosti i Slabosti predstavljaju analizu „unutrašnjih“ čimbenika samog sustava. U ovom slučaju uključuju čimbenike koji utječu na učinkovitost rada referentnog ROV-a. Prednosti predstavljaju značajke ROV-a koje ga čine konkurentnim na tržištu. Drugim riječima, to su posebnosti koje pozitivno utječu na performanse ROV-a. Svaki proizvod ima nedostatke, pa tako i *Blueye PIONEER*. Slabosti predstavljaju nedostatke koji su prepoznati tijekom korištenja ronilice te koje valja uzeti u obzir za razvoj te ronilice ili odabira druge ronilice za slične radove.

Prilike i Prijetnje predstavljaju analizu vanjskog okruženja, odnosno okoline koja može pozitivno ili negativno utjecati na učinkovitost rada. Na Prilike utječu vanjski čimbenici, kao što su potražnja za određenim proizvodom, zahtjevi kupaca i slično. Kako bi neki proizvod bio konkurentan na tržištu, poželjno je prikupiti i analizirati iskustva kupaca (ako je proizvod plasiran na tržište), odnosno njihove konstruktivne kritike te ih iskoristiti kao smjernice za poboljšanje postojećeg proizvoda. Prijetnje predstavljaju direktnu opasnost za proizvod, to jest ROV te je u tom kontekstu potrebno proaktivno djelovanje. Pod proaktivnim djelovanjem podrazumijeva se poznavanje mogućnosti i nedostataka ROV-a te „uklanjanje“ nedostataka prije nastanka izvjesnih problema.

UNUTRAŠNJI ČIMBENICI	
<p style="text-align: center;"><b>PREDNOSTI</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mala masa</li> <li>• mala dimenzija</li> <li>• jednostavno rukovanje</li> <li>• jednostavno održavanje</li> <li>• dostatnost baterije i moguća zamjena</li> <li>• trenutna dostupnost</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>SLABOSTI</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• neprilagodljiva kamera</li> <li>• nedostatak kamere na stražnjem dijelu ronilice</li> <li>• neergonomičnost maske</li> <li>• pupkovina</li> <li>• značajan utjecaj morske struje</li> </ul>
VANJSKI ČIMBENICI	
<p style="text-align: center;"><b>PRILIKE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• brzina provođenja pregleda</li> <li>• sigurnost ljudi</li> <li>• daljinsko izvođenje pregleda</li> <li>• izvođenje većine operacija bez prekida</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>PRIJETNJE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• vidljivost</li> <li>• sila morske struje</li> <li>• sila valova</li> <li>• temperatura vode</li> <li>• pravni aspekt</li> </ul>

**Prikaz 1. SWOT analiza korištenja ROV-a (*Blueye PIONEER*)**

Izvor: Autorski

## **PREDNOSTI**

Prednosti korištenja motrilačkog ROV-a za navedenu vrstu pregleda očituju se, prije svega, u dimenzijama i masi ronilice. Kao što je rečeno, njegova mala masa čini ga idealnim za transport. Rukovati ronilicom (pripremiti ronilicu, spustiti je u more, upravljati njome te je podignuti iz mora) može samo jedna osoba samostalno. Osim toga zbog malih dimenzija pogodna je za obavljanje pregleda skučenih prostora i prostora kojima ronionci nisu fizički u mogućnosti pristupiti.

Prednost je tehnologije *Blueye PIONEER* jednostavnost upravljanja ronilicom. Zbog detaljno razrađenih priručnika te pripadajućih videomaterijala i izvedbe, upotreba ronilice ne zahtijeva prethodnu obuku. Proizvođačima tog ROV-a bilo je u cilju osmisliti i dizajnirati ronilicu koja će moći biti korištena i u rekreativne i u profesionalne svrhe. Kada se govori o jednostavnosti rukovanja, valja započeti s pokretanjem ROV-a koje je iznimno jednostavno. Naime potrebno je samo prisloniti magnet na za to predviđeni senzor. Jedini uvjet, koji valja zadovoljiti prije početka bilo kakve operacije ROV-om jest dostatna napunjenost baterije uređaja (ROV-a, mobilnog uređaja, rutera) te njihova međusobna povezanost. Kada su svi uređaji pokrenuti i međusobno povezani, ROV je spreman za korištenje. ROV-om se upravlja kontrolerom koji je spojen na mobilni uređaj putem *Bluetootha*, to jest aplikacije *Blueye PIONEER*. Dizajn i funkcije kontrolera prethodno su detaljnije objašnjeni, no valja istaknuti da je raspored upravljačkih ručica i dugmadi na kontroleru postavljen na način da operator vrlo brzo stekne „osjećaj“ za upravljanje ronilicom.

Prednost je ovog ROV-a samostalno napajanje te trajanje baterije otprilike dva sata, što je dostatno za obavljanje većine podvodnih pregleda brodova. Ako je baterija unutar ronilice prazna, moguće ju je zamijeniti. Naime u standardnu opremu ronilice *Blueye PIONEER* ubraja se i rezervna baterija. Rezervna baterija dolazi sa svim pripadajućim alatima kako bi njezina zamjena bila moguća bilo kada i bilo gdje, što je, dakako, prednost. Iz stečenog iskustva zamjena baterije pokazala se također vrlo jednostavnom. Zamjena traje svega nekoliko minuta, a nakon toga je *Blueye PIONEER* bio ponovno spreman za korištenje.

*Blueye PIONEER* najčešće se koristi za različite vrste podvodnih pregleda u slanim vodama, stoga je potrebno adekvatno održavanje svih komponenti.

Posebnu pozornost treba posvetiti održavanju komponenti koje se uranjaju u vodu, dakle ronilici i pupkovini. I u pogledu održavanja taj je ROV iznimno jednostavan. Dovoljno je nakon korištenja isprati ronilicu i pupkovinu slatkom vodom te ostaviti da se osuši.

Trenutna je dostupnost još jedna odlika tog ROV-a. Drugim riječima, ako je potreban hitan pregled određenog dijela trupa, neovisno o tome gdje se brod u danom trenutku nalazi, spuštanjem ROV-a u vodu dobivaju se točni podaci u stvarnom vremenu. Većina brodova nije opremljena ROV-om, stoga brod mora čekati dolazak u najbližu luku te tražiti usluge ronioca. Evidentno je da je uporaba ROV-a u tom slučaju praktičnije rješenje, odnosno „rješenje“ kojim se štedi vrijeme i novac.

### **NEDOSTACI**

Kao nedostatak valja izdvojiti pupkovinu. Pupkovina je definirana kao vitalna veza između ronilice i operatora, no unatoč tome njezina duljina predstavlja ograničavajući faktor prilikom podvodnih pregleda. U pogledu pregleda trupa broda duljina pupkovine ne predstavlja problem jer gaz broda nikad ne premašuje duljinu pupkovine. Duljina pupkovine može predstavljati problem kod brodova znatnih duljina gdje se operator mora pomicati po brodu ili obali kako bi se proveo pregled cijelog broda.

Pregledi se izvode i na većim dubinama i na mjestima koja su nepristupačna ronionicima ili potencijalno opasna za njih. Nepristupačnost označava najčešće skućeni prostor koji ograničava prostor za manevriranje ROV-om. Osim toga vrlo su često prisutni određeni podvodni objekti i strukture oko kojih se pupkovina može omotati, što obično rezultira njezinim oštećenjem ili odvajanjem od ronilice. Prilikom pregleda broda „Kornati“, zbog slabijih uvjeta i manjka iskustva, došlo je do zapetljanja pupkovine oko krila vijka (vidi Sliku 31.).



**Slika 31. Zapetljanje pupkovine**

Izvor: Autorski

Ono što je potrebno istaknuti kao problem, posebice kada se govori o manevriranju koje zahtijeva veliku preciznost i točnost, nedostatak je kamere na stražnjem dijelu ROV-a. Drugim riječima, u gore prikazanom slučaju, gdje se pupkovina zapetljala oko krila vijka, operator mora precizno rukovati ROV-om između vijka, to jest krila i trupa broda te pri tome nastojati izbjeći oštećenja ROV-a i pupkovine. Prostor za manevriranje je ograničen, operator vidi samo ono što se nalazi ispred njega, dakle nije u mogućnosti istovremeno provjeriti što se nalazi iza ROV-a. U ovom slučaju operator ne može provjeriti na kojoj je udaljenosti ROV od trupa broda. Stoga operator mora okrenuti cijelu ronilicu da bi sigurno mogao poduzeti sljedeću radnju. Kada bi ROV imao kameru na stražnjem dijelu, ne bi bilo potrebe za tim, već bi operator u bilo kojem trenutku mogao provjeriti što se nalazi iza ROV-a bez njegovog pomicanja.

Nedostatak je opreme ronilice *Blueye PIONEER* neprilagodljiva kamera. Kamera te ronilice uvijek snima/fotografira pod istim kutom. Stoga je nemoguće prikupiti fotografije/videe pojedinih dijelova trupa (poput usisne košare) iz odgovarajućeg, odnosno izravnog kuta.

U dodatnu opremu ubraja se maska. Kao što je naznačeno, maska pruža 3D doživljaj, ali i olakšava upravljanje ronilicom jer operator izvršava pregled iz perspektive prvog lica. Kao nedostatak testirane maske treba istaknuti neergonomičnost.

Dijelovi maske koji dolaze u doticaj s licem operatora trebali bi biti „mekši“ kako bi operatoru maska bila ugodna za nošenje i kako bi pridonijela kvaliteti provođenja pregleda, a ne predstavljala opterećenje odnosno smetnju.

### **PRILIKE**

U prilike korištenja ROV-a za podvodne preglede brodova ubraja se brzina izvođenja pregleda. Kao što je naznačeno u prednostima, trenutna dostupnost ROV-a pridonosi brzini samog pregleda. Pregled ronionica, s druge strane, „oduzima“ više vremena. Razlog je tome potrebno vrijeme za osmišljavanje plana pregleda, koordinaciju svih uključenih ronilaca, provjeru opreme, zaron i dolazak do mjesta pregleda. Osim toga pregledi korištenjem ROV-a vrlo se rijetko prekidaju, posebice ako su zadovoljena „tri koraka za uspješan pregled“, dok su kod pregleda ronilaca izvjesniji problemi zbog fizičkih preopterećenja i nepredvidivih situacija koje predstavljaju opasnost za ronioce što znači češći prekidi i/ili odgode pregleda.

Kao najznačajniju priliku valja istaknuti neizlaganje ronionica opasnostima. Dakle ROV se može upotrijebiti kada se na temelju procjene rizika donese odluka kako pregled predstavlja razinu opasnosti za ronioce iznad dopuštene.

Kao priliku valja istaknuti i mogućnost provođenja pregleda na daljinu. Korištenjem ROV-a otvara se mogućnost provođenja pregleda podvodnog dijela trupa broda bez „stvarnog“ prisustva inspektora. Drugim riječima, prikupljene videozapise i fotografije pregleda moguće je poslati inspektor, a onda on na temelju njih donosi konačan zaključak o stanju trupa i radnjama koje treba poduzeti. Takav način razmjene informacija posebice se korisnim pokazao u posljednje dvije godine kada su zbog pandemije putovanja bila otežana pa samim time i dolazak inspektora u pojedine luke.

### **PRIJETNJE**

U vanjske čimbenike ubrajaju se temperatura, vidljivost, sila morske struje i valovi koji se ujedno mogu definirati i kao prijetnje.

Vidljivost je definirana kao zajednički problem podvodnih pregleda neovisno o tehnologiji koja se primjenjuje. Stoga ako je voda iznimno mutna, kao što je bilo slučaj kod podvodnog pregleda broda „Kornati“, prikupljanje podataka ROV-om ili pomoću ronilaca biti će otežano. Prikupljeni podaci neće biti vjerodostojni pokazatelj stvarnog stanja trupa broda.

Iako je pregled broda „Kornati” proveden na maksimalno 2,5 metra dubine, vidljivost prema desnoj strani broda „Kornati” (kojom je brod pristao uz obalu) bila je izuzetno nepovoljna. U ovoj situaciji od pomoći nije bilo ni LED svjetlo. Dapače, uz korištenje svjetla vidljivost je bila još i slabija zbog refleksije (vidi Sliku 32.). Treba također napomenuti da je brod „Kornati” neposredno prije početka pregleda pristao, pa je voda uokolo bila iznimno mutna i nepogodna za snimanje ROV-om. Loša kvaliteta prikupljenih materijala nije isključivo nedostatak ROV-a. Naime slaba vidljivost i mutna voda predstavljaju poteškoću prilikom podvodnog pregleda bez obzira na to koja se tehnologija primjenjuje. Isti problem imali bi ronionci, stoga se može zaključiti da je slaba vidljivost zajednički problem podvodnog pregleda.



**Slika 32. Vidljivost**

Izvor: Autorski

Sila morske struja je vanjski čimbenik koji najviše utječe na upravljanje ronilicom i izvođenje pregleda. Naime ronilica je cijelom svojom površinom izložena djelovanju sile morske struje. Ako sila morske struje prelazi 2 čvora, pregled je nemoguće provesti jer ronilica ne može izvršiti naredbe operatora. Mala masa ROV-a predstavlja mali otpor sili morske struje koja djeluje na nju.

Prilikom fotografiranja ili snimanja nekog detalja na brodskom trupu potrebna je mirnoća kako bi prikupljeni podaci bili što kvalitetniji i vjerodostojni pokazatelj brodskog trupa. Prilikom pregleda podvodnog dijela broda „Kornati” najveću prepreku predstavljala je sila morske struje koja je utjecala na upravljanje ROV-om. Upravlјivost i rukovanje ROV-om najbolja je u dobrim hidrometeorološkim uvjetima. Upravlјanje ROV-om postaje otežano prilikom veće sile morske struje i valova. Relativno mala težina u odnosu na jaku morsku struju znači nedostatak koji, naposljetku, rezultira lošijom kvalitetom prikupljenih podataka. Posebno se zahtjevnim pokazao pregled lijevog vijka na brodu „Kornati“, konkretnije kruženje oko njega (360°), jer ROV nije mogao zadržati potreban smjer, stoga je bila prisutna konstantna potreba za korekcijom pozicije.

Valovi se također ubrajaju u vanjske faktore koji ograničavaju upravlјanje ronilicom. No valovi djeluju na ronilicu samo prilikom njezinog spuštanja i podizanja te snimanja blizu površine vode. Nakon zarona na veće dubine ronilica je izložena samo djelovanju sile morske struje. Iako je djelovanje valova znatno kraće, ono se ipak treba uzeti u obzir jer nemirno more može rezultirati odvajanjem pupkovine prilikom spuštanja ronilice u vodu te, naposljetku, njezinim gubitkom.

Vodeća klasifikacijska društva unazad nekoliko godina u svoja su postojeća pravila vezana za izvođenje podvodnih pregleda brodova pomoću ronilaca implementirala i pravila za izvođenje navedene vrste pregleda pomoću ROV-a. Prema pravilima za statutarnu certifikaciju pomorskih brodova HRB-a uslužne tvrtke dužne su udovolјiti nizu zahtjeva. Prije svega, uslužna tvrtka mora dokazati da ima stručno osoblje i opremu kojom planira izvršavati podvodne preglede brodova. Investicijski su troškovi za pružanje takve vrste usluge veliki pa ta činjenica, uz veliki broj zahtjeva klasifikacijskog društva, pridonosi slaboj zainteresiranosti javnosti, barem kada je riječ o Republici Hrvatskoj. To je razlog postojanja malog broja uslužnih tvrtki ovlaštenih za pružanje usluga podvodnih pregleda korištenjem ROV-a. Treba istaknuti da postoji nekolicina brodova opremljena ROV-om iako većina brodara ne planira u bliskoj budućnosti ROV uvrstiti u standardnu opremu brodova. Razlog je što svaka oprema koja se nalazi na brodu predstavlja trošak, a riječ je, prije svega, o trošku kupnje same opreme. Osim toga potrebno je njezino održavanje i testiranje koje također košta, ali i „oduzima” vrijeme posadi. S pravnog stajališta valja pretpostaviti da ako ronilice postanu standardna oprema, pomorci će biti dužni pohađati za to predviđene tečajeve, biti će dužni voditi dnevnik provjere ispravnosti ronilice (dodatana papirologija). Sve navedeno predstavlja prijetnju tome da se ROV češće ne upotrebljava u svrhu podvodnih pregleda trupa broda.



## ZAKLJUČAK

Radna je hipoteza ovog rada da je korištenje daljinski upravljivih ronilica učinkovito. Polazišna točka za razumijevanje problematike bio je pravni aspekt koji se ponajprije referirao na Hrvatski registar brodova i donesena pravila za klasifikaciju, kao i statutarnu certifikaciju brodova. Vidljivo je da se posljednje izmjene navedenih pravila, između ostalog, tiču i pregleda brodova korištenjem podvodnih ronilica bez posade, što jasno ukazuje na to da se uz uobičajenu praksu podvodnog pregleda trupa pomoću usluga ronilaca sve češće upotrebljavaju i navedene ronilice. Treba naglasiti da se u Republici Hrvatskoj za podvodne preglede gotovo uvijek upotrebljavaju usluge ronilaca, dok se u svijetu upotrebljava i ROV. Takvu vrstu pregleda obavlja uslužna tvrtka koju je odobrilo klasifikacijsko društvo. Uslužna tvrtka smatrat će se odobrenom ako posjeduje svjedodžbu kojom se dokazuje da ima stručno osoblje, opremu s tipnim odobrenjem i iskustvo u pružanju istih ili sličnih usluga. U Republici Hrvatskoj postoji tek nekoliko uslužnih tvrtki koje posjeduju podvodne ronilice bez posade, no one se poglavito upotrebljavaju u odobalnoj industriji. Iz razgovora s predstavnicima HRB-a i jedne uslužne tvrtke može se zaključiti da se u Republici Hrvatskoj gotovo nikada ne upotrebljavaju takve ronilice, već isključivo usluge ronilaca. U svijetu je korištenje navedenih ronilica u porastu iako se ne može reći da postoje naznake kako će ronilice ubrzo zamijeniti ronioce. No činjenica je da je određeni broj brodova opremljen ROV-om te da neka klasifikacijska društva (poput ClassNK-a) „promiču“ njihovo korištenje.

Za podvodne preglede brodova najčešće se upotrebljava motrilački tip ROV-a. U teoriji prednost korištenja tog tipa su male dimenzije i masa. Osim toga njegovo je korištenje moguće kad god se za time ukaže potreba. Valja istaknuti da je nedostatak ovisnost o hidrometeorološkim uvjetima te ograničena manevrabilnost zbog pupkovina.

Kao što je već istaknuto, za podvodne preglede brodova „Kornati“ i „Scenic Eclipse“ korišten je ROV *Blueye PIONEER*. Gore navedene prednosti i nedostaci potvrđeni su empirijskim putem. Naime ROV-om se zbog malih dimenzija može manevrirati u skućenim prostorima, a mala masa pogodna je prilikom transporta. S druge strane, evidentirani nedostaci ponajprije se tiču nemogućnosti zadržavanja smjera i dubine kada na ronilicu djeluje veća sila morske struje. Osim toga pupkovina, odnosno njezino zapetljavanje,

predstavlja potencijalnu opasnost, posebice ako operator nema dovoljno iskustva u provođenju takve vrste pregleda.

Dakle daljinski upravljive ronilice mogu biti učinkovite pri podvodnim pregledima trupa broda zbog brzine izvođenja pregleda, jednostavnosti rukovanja i kvalitete prikupljenih podataka. Jedan je od argumenata protiv korištenja navedenih ronilica taj što se njima ne mogu izvršiti ispitivanja ili popravci te je intervencija ronilaca često potrebna. Iako su početna ulaganja u navedene ronilice značajna, dugoročno gledajući one su jeftinije od korištenja usluga ronilaca za potrebe samog pregleda. Valja zaključiti kako se je ronilica *Blueye PIONEER* pokazala dostatnom za obavljanje vizualnog pregleda trupa broda. No ukoliko se planira takve vrste ronilica češće koristiti u svrhu podvodnih pregleda brodova potrebna će biti nadogradnja alata za ispitivanja i provedbe popravaka na trupu na brodova.

## LITERATURA

- [1] Polić-Ćurčić, V., 1996, 'Uloga i odgovornost klasifikacijskih društava', *Basler Vericherungs Gasellschaft*, Basel.
- [2] Hrvatski registar brodova, 'Klasifikacija',  
online: [www.crs.hr-hr/data/usluge/nadzornadgradnjom/klasifikacija.aspx](http://www.crs.hr-hr/data/usluge/nadzornadgradnjom/klasifikacija.aspx) (20.5.2021.)
- [3] Frančić, V., 2021, 'Predavanja iz kolegija Međunarodni sustav pomorske sigurnosti', Pomorski fakultet u Rijeka.
- [4] *Pravila za statutarnu certifikaciju pomorskih brodova – Prvi dio – Odjeljak 5.–Pregled postojećih brodova*, 2011, Hrvatski registar brodova, Split.
- [5] Radulić, R., 2013, 'Dodatni program (Mornarske vještine)', Zadar.
- [6] Mohović, R., 2020, 'Predavanja iz kolegija stabilnost broda', Pomorski fakultet u Rijeci.
- [7] Perić, Z., 'Održavanje i remont broda',  
online: [https://zorrapericsplit.weebly.com/1/2/4/9/249169/remontni\\_radovi.pdf](https://zorrapericsplit.weebly.com/1/2/4/9/249169/remontni_radovi.pdf)  
(19. 6. 2021.)
- [8] Knificić, Ž., Komadina, P., Ivče, R., 2015, 'Značenje uporabe zaštitnih premaza u održavanju trupa broda', *Pomorski zbornik*, vol. 49–50 no. 1, p. 117–125.
- [9] Smodlaka, M., Veljačić, L., Hranilović, M., 2020, 'Sigurnost u izvođenju podvodnih radova u Hrvatskoj', *Sigurnost: časopis za sigurnost u radnoj i životnoj okolini*, vol. 62 no. 2, p. 161–167.
- [10] *Tehičko ronjenje*, online: <https://www.blueplanet-diving.com/ponuda/go.tec/>  
(23. 6. 2021.)
- [11] Direktor agencije *AquaSub*, Osobni intervju. (25. 5. 2021.)
- [12] Stariji inspektor u riječkoj podružnici Hrvatskog registra brodova. Osobni intervju..  
(13. 5. 2021.)
- [13] *Underwtaer drone facilitates hull inspection*, 2017, online:  
<https://safety4sea.com/underwater-drone-facilitates-hull-inspections/> (20. 6. 2021.)

- [14] Verreault Navigation, online: <https://www.verreault.navigation.com> (20. 6. 2021.)
- [15] *The use of Remote Inspection Technologies*, 2019, American Bureau of Shipping.
- [16] Matika, D., Liović, I., 2014, 'Suvremene bespilotne ronilice (podvodna vozila)', *Polytechnic & Design*, vol. 2 no. 2.
- [17] Capocci, R., Dooly, G., Omerdic, E., Coleman, J., 2017, 'Inspection Class Remotely Operated Vehicles – A Review', *Journal of Marine Science and Engineering*.
- [18] <https://eprons.lv/en/rov.production/> (19.6.2021.)
- [19] <https://www.oceanering.com> (19.6.2021.)
- [20] <https://reachsubsea.no/asset/supporter/> (20.6.2021.)
- [21] *Guidelines for ROV/AUV*, 2021, ClassNK.
- [22] *Pravila za klasifikaciju brodova – Prvi dio – Opći zahtjevi – Poglavlje 4. – Odobrenje proizvođača i uslužnih tvrtki*, 2020, Hrvatski registar brodova, Split.
- [23] Blueye Robotics, online: <https://blueyrobotics.com> (20. 6. 2021.)
- [24] AquaSub d.o.o., Izvještaj br.60/2020- Podvodni pregled na M/B “Kornati”. 2020.
- [25] Tehnička dokumentacija M/B “Scenic Eclipse”- Izvadak.
- [26] Sabbaghi, A., Vaidyanathan, G., 2014, 'SWOT Analysis and Theory of Constraint in Information Technology Projects', *Information System Education Journal*, vol. 2 no. 23.

## KAZALO KRATICA

<b>Kratika</b>	<b>Puni naziv na engleskom jeziku</b>	<b>Tumačenje na hrvatskom jeziku</b>
<b>AUV</b>	Autonomous Underwater Vehicle	autonomna podvodna ronilica
<b>IMCA</b>	International Marine Contractor Association	Međunarodna udruga podvodnih izvođača radova
<b>IMO</b>	International Maritime Organisation	Međunarodna pomorska organizacija
<b>RO</b>	Recognised Organisation	priznata organizacija
<b>ROV</b>	Remotely Operated Vehicle	daljinski upravljiva ronilica
<b>SOLAS</b>	The International Convention for Safety of Life at Sea	Međunarodna konvencija o zaštiti života na moru
<b>SWOT</b>	Strength, Weakness, Opportunities, Threats analyse	analiza prednosti, nedostataka, prilika i prijetnji

## POPIS SLIKA

SLIKA 1. MIKRO ROV 1 .....	24
SLIKA 2. ROV SREDNJE VELIČINE .....	24
SLIKA 3. RADNI ROV MANJIH DIMENZIJA .....	25
SLIKA 4. RADNI ROV VEĆII DIMENZIJA .....	26
SLIKA 5. IZGLED I DIJELOVI RONILICE BLUEYE PIONEER-A.....	35
SLIKA 6. KOLUT S PUPKOVINOM I ON/OFF MAGNETOM .....	36
SLIKA 7. KONTROLER .....	37
SLIKA 8. TRANSPORTNA KUTIJA .....	37
SLIKA 9. MASKA .....	38
SLIKA 10. BROD KORNATI.....	40
SLIKA 11. NACRT BRODA KORNATI.....	41
SLIKA 12. PRILAZ LIJEVOM VIJKU.....	42
SLIKA 13. LIJEVA STRANA VIJKA.....	43
SLIKA 14. GLAVINA I KRILA VIJKA .....	43
SLIKA 15. GLAVINA .....	44
SLIKA 16. LICA KRILA VIJKA (KRUPNIJI PLAN).....	44
SLIKA 17. DESNA STRANA VIJKA .....	45
SLIKA 18. USISNA KOŠARA .....	46
SLIKA 19. LJULJNA KOBILICA (UNUTRAŠNJA STRANA).....	47
SLIKA 20. LJULJNA KOBILICA (VANJSKA STRANA).....	47
SLIKA 21. ŽRTVENA ANODA NA LJULJNOJ KOBILICI.....	48
SLIKA 23. NACRT PLANA BRODA SCENIC ECLIPSE.....	50
SLIKA 24. LIJEVI AZIPOD.....	51
SLIKA 25. DESNI AZIPOD.....	51
SLIKA 26. POLOŽAJ AZIPODA IZ STROJARNICE .....	52
SLIKA 27. KRILA VIJKA I ŽRTVENE ANODE.....	52
SLIKA 28. DETALJI NA BOKU AZIPODA .....	53
SLIKA 29. USISNA KOŠARA .....	53
SLIKA 30. ŽRTVENA ANODA .....	54
SLIKA 31. ZAPETLJANJE PUPKOVINE .....	59
SLIKA 32. VIDLJIVOST.....	61

## **POPIS TABLICA**

TABLICA 1. KLASIFIKACIJA S OBZIROM NA RADNU DUBINU .....	27
TABLICA 2. KLASIFIKACIJA S OBZIROM NA VELIČINU .....	27
TABLICA 3. KLASIFIKACIJA S OBZIROM NA NAČIN RADA .....	28
TABLICA 4. OSNOVNA SVOJSTVA .....	28
TABLICA 5. ODOBRENE USLUŽNE TVRTKE U RH ZA PODVODNE PREGLEDE BRODOVA ROV- OM .....	31