

# Primjena daljinski upravljanih vozila (ROV) u pomorstvu

---

**Maletić, Stjepan Šime**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2017**

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:164:930062>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-24**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository - Faculty of Maritime Studies - Split - Repository - Faculty of Maritime Studies Split for permanent storage and preservation of digital resources of the institution](#)



**SVEUČILIŠTE U SPLITU**

**POMORSKI FAKULTET**

**STJEPAN ŠIME MALETIĆ**

**PRIMJENA DALJINSKI UPRAVLJANIH  
VOZILA (ROV) U POMORSTVU**

**ZAVRŠNI RAD**

**SPLIT, 2017.**

**SVEUČILIŠTE U SPLITU**  
**POMORSKI FAKULTET**  
**STUDIJ: POMORSKA NAUTIKA**

**PRIMJENA DALJINSKI UPRAVLJANIH  
VOZILA (ROV) U POMORSTVU**

**ZAVRŠNI RAD**

**MENTOR:**

**Prof .dr .sc. Josip Kasum**

**STUDENT:**

**Stjepan Šime Maletić**  
**(MB:0171267971)**

**SPLIT, 2017.**

## SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. ISTRAŽIVANJE PODMORJA.....	2
2.1. RAZVOJ POMORSKOG ISTRAŽIVANJA.....	2
2.2. CILJEVI ISTRAŽIVANJA PODMORJA.....	3
2.2.1. OFFSHORE TEHNOLOGIJA.....	3
2.2.2. HIDROGRAFIJA.....	4
2.2.3. PODVODNA ARHEOLOGIJA.....	5
3. ISTRAŽIVAČKI BRODOVI.....	7
3.1. OPĆENITO O ISTRAŽIVAČKIM BRODOVIMA.....	7
3.2. ISTRAŽIVAČKI BRODOVI U HHI.....	7
3.2.1. HIDRA.....	8
3.2.2. PALAGRUŽA.....	9
3.3. VRSTE ISTRAŽIVAČKIH BRODOVA.....	9
3.3.1. BRODOVI ZA HIDROGRAFSKA ISTRAŽIVANJA.....	9
3.3.2. BRODOVI ZA ISTRAŽIVANJE OCEANA.....	10
3.3.3. RIBARSKI ISTRAŽIVAČKI BRODOVI.....	11
4. DALJINSKI UPRAVLJANA VOZILA U POMORSTVU.....	12
4.1. OPĆENITO.....	12
4.2. PODVODNA RONILICA NA DALJINSKO UPRAVLJANJE (ROV).....	13
4.2.1. PRIMJERI ROV RONILICA.....	14
4.3. AUTONOMNA PODVODNA RONILICA (AUV).....	17
4.3.1. PRIMJERI AUV RONILICA.....	18
4.4. PRIMJENA DALJINSKI UPRAVLJANIH VOZILA U POMORSTVU.....	21
4.4.1. PRIMJENA VOZILA U VOJNE SVRHE.....	21
4.4.2. PRIMJENA VOZILA U OCEANOGRAFIJI.....	22
4.4.3. PRIMJENA VOZILA U GOSPODARSTVU.....	22
4.4.3. PRIMJENA VOZILA U ISTRAŽIVANJU PODMORJA.....	23
4.4.4. PRIMJENA RONILICA U ISTRAŽIVANJU HAVARIJA.....	23
5. ZAKLJUČAK.....	26
6. LITERATURA.....	27
7. POPIS SLIKA.....	28

## SAŽETAK

U radu se razmatraju daljinski upravljana vozila te njihova uporaba u pomorstvu. Budući da je naš planet Zemlja poznat još kao i plavi planet zbog njegovog izgleda iz svemira, većinom je prekriven morem te oceani i mora još uvijek nisu do kraja istraženi. Tu dolazimo do istraživanja podmorja pomoću raznih istraživačkih brodova koji danas koriste suvremenu opremu za istraživanje kao što su ronilice. Budući da se tehnologija razvijala a oceani i mora su zahtjevala daljnja istraživanja, izumljena su daljinski upravljana vozila odnosno daljinski upravljane podvodne ronilice (*Remotly Operated Vehicle, ROV*) i autonomne podvodne ronilice (*Autonomus Underwater Vehicle, AUV*) koje ćemo obraditi u ovom radu. Ciljevi ovog rada su sljedeći: uvod u istraživanje podmorja te načini i svrha tih istraživanja pomoću daljinski upravljanih vozila odnosno ronilica.

**KLJUČNE RIJEČI :** istraživanje podmorja, ROV, AUV, robotika, istraživački brodovi

## SUMMARY

This graduate work deals with remotely operated vehicles and their use in maritime environment. While planet Earth is known as the „blue planet“ because of its appearance in the universe, it is mostly covered by the sea, and the oceans and the sea have not been fully explored yet. Here we come to subsea survey with various research vessels that today use modern equipment for survey such as underwater vehicles. The technology developed and oceans and the sea have required further research, remotely operated vehicles and autonomous underwater vehicles have been invented. The objectives of this work are following: an introduction to subsea survey and the manner and purpose of that survey by remotely operated vehicles.

**KEY WORDS :** subsea survey, ROV, AUV, robotics, research vessel

## 1. UVOD

Ovaj rad je sastavljen od sedam poglavlja.

Prvo poglavlje se odnosi na uvodna razmatranja teme daljinski upravljanih vozila u pomorstvu.

Drugo poglavlje obuhvaća područje istraživanja podmorja. Počevši od povijesti pomorskog istraživanja to poglavlje predočuje i ciljeve pomorskog istraživanja kao što su offshore tehnologija, hidrografija i podvodna arheologija.

U trećem poglavlju opisani su istraživački brodovi. Poblje su prikazani istraživački brodovi Hrvatskog hidrografskog instituta. Definirane su vrste istraživačkih brodova, kao što su brodovi za hidrografska istraživanja, brodovi za istraživanje oceana te ribarski istraživački brodovi.

Četvrto poglavlje definira daljinski upravljana vozila u pomorstvu. Ovo poglavlje prikazuje značajke i problematiku takvih vozila u pomorstvu. Osim toga, u poglavlju su prikazana dva tipa daljinski upravljanih vozila a to su ROV i AUV vozila. Dano je i nekoliko primjera AUV i ROV ronilica.

Petim poglavljem zaključuje se ova tema.

Ovaj rad završava sa zadnja dva poglavlja u kojima je iznesena literatura koja je korištena kod pisanja ovog rada te popis slika sa njihovim izvorima.

U radu su se koristile znanstveno istraživačke metode analize, sinteze, teorije sustava i komparativna metoda. Doprinos ovog rada je u analitičkom pregledu primjene daljinski upravljanih vozila u pomorstvu.

## **2. ISTRAŽIVANJE PODMORJA**

U ovom poglavlju pregledno se analizira problematika istraživanja podmorja. Počevši od samog razvoja pomorskog istraživanja pa preko ciljeva tih istraživanja kao što su offshore tehnologije, hidrografska istraživanja te istraživanja podmorja u svrhu arheologije.

### **2.1. RAZVOJ POMORSKOG ISTRAŽIVANJA**

Pomorstvo se može podjeliti na pomorstvo starog vijeka, novog vijeka, pomorstvo nakon velikih geografskih otkrića te na suvremeno pomorstvo koje se razvija nakon 19. stoljeća. Prvi istraživački brodovi nastali su još u 18. stoljeću. Poznat je brod „Endeavour“ kapetana Jamesa Cooka koji je po nalogu britanske mornarice istraživao tihi ocean te pronalazio nove britanske kolonije. Jedan je od prvih istraživačkih brodova. U tri godine jedrenjak „Endeavour“ je doplovio do otoka Bora Bora, Huahine i Raiatea da bi ih zauzeo u ime Velike Britanije. Kasnije na putovanju doplovio je do obala Australije i postao prvim brodom koji je to učinio. Obavljao je još i hidrografska istraživanja na sljedećim putovanjima, no nešto poznatiji je jedrenjak „Beagle“ kojeg vežemo uz velikog istraživača Charlsa Darwina i njegovu teoriju evolucije, istraživao je nepoznato iz drugih razloga. Istraživao je životinjske vrste te je za to doba jedrenjak „Beagle“ bio dobro opremljen za istraživačke poslove. Daljnjim razvojem istraživanja i razvojem tehnologije počinje nova istraživačka era gdje tehnologija olakšava čovjekov posao. Izumljuju se i razvijaju razni istraživački uređaji kao što su uređaj za mjerenje dubine, valografe, uređaje za snimanje topologije morskog dna i još mnoge druge uređaje ali najvažnije otkriće je otkriće automatski upravljanih vozila. Dolazak takvih daljinski upravljanih ronilica pomakle su se granice istraživanja podmorja te i svrha istraživanja. Od upoznavanja životinjskog i biljnog svijeta u morima i oceanima počela su se i obavljati komercijalna istraživanja odnosno pronalasci polja bogatih naftom i plinom.

Danas je sve više istraživanja podmorja u svrhu eksploatacije nafte jer naftna industrija je golema zbog velikog broja prometnih sredstva i tvornica koja ne mogu funkcionirati bez tako važnog resursa kao što je nafta.

U modernije vrijeme javlja se i pomorska arheologija koja istražuje brodske olupine te tako istražuje početke pomorstva te rekonstruira havarije. Jedna poznata je potonuće putničkog broda Titanic koji se sudario sa ledenom santom u atlanskom oceanu.

## **2.2. CILJEVI ISTRAŽIVANJA PODMORJA**

Ovaj odlomak drugog poglavlja obuhvaća pregled ciljeva istraživanja podmorja. Uvodi nas u problematiku offshore tehnologija, hidrografije te problematiku podvodne arheologije.

### **2.2.1. Offshore tehnologija**

Polja nafte i plina leže ispod mnogih mora diljem svijeta. Početci offshore industrije datiraju točnije do 1943. kada je postavljena bušotina na jezeru Erie na dubini od 12 metara a prvo takvo postrojenje na morskoj površini postavila je kompanija Shell 1961. godine u meksičkom zalijevu. Industrija nafte i plina zahtjeva visoku tehnologiju koja se koristi u pronalasku naftnih polja. Operacije kod eksploatacije nafte i plina podrazumjevaju bušenje naftnih polja, operacije otkivanja naftnih polja te ako do toga dođe operacije sanacije ekoloških katastrofa. Naftne bušotine odnosno naftna polja podjeljena su na naftna polja u plitkoj vodi te naftna polja u dubokoj vodi (Deepwater) koja podrazumjevaju bušotine na dubini većoj od 200 metara. „Deepwater“ postrojenja koriste brodove za bušenje, postavljaju se naftne platforme te koriste daljinski upravljivi roboti (ROV- Remotly Operated Vehicle) gdje ronilački radovi nisu praktični. Sustavi za crpljenje nafte i plina mogu biti fiksne platforme pričvršćene za morsko dno, plutajuće platforme, brodovi platforme te bušotina može biti povezana naftovodom ili plinovodom izravno sa instalacijom na kopnu. Offshore platforme su velika postrojenja koja se koriste u svrhu bušenja i vađenja nafte iz zemljine površine. Ove platforme na licu mjesta prerađuju i skladište naftu, kao i što pružaju smještaj za posadu. Offshore platforme čvrsto su izgrađene i namijenjene su za rad u teškim vremenskim uvjetima.

Ovisno o zahtjevima, platforma ili može biti plutajuća ili pričvršćena na dnu oceana. Postoje različite vrste platformi koje mogu obavljati poslove u širokom rasponu dubina od 20 m do 4000 m. Offshore industrija nudi široku paletu zanimanja te offshore poslovi mogu biti vrlo zahtjevni i mogu zahtijevati dugo radnih sati u otežanim uvjetima. Smjena posade je sastavni dio u offshore poslovima. Posada koja se obično zadržava na moru 14 dana, nakon čega slijedi razdoblje od 14 dana odmora na kopnu.



Offshore zanimanja uključuju različite razine zapošljavanja u području proizvodnje i upravljanja nafte i plina. Glavna područja djelovanja uključuju bušenje, istraživanje, polaganje cijevi i kabela, zavarivanje, ronjenje, provjere kvalitete, kao i zdravlje i sigurnost te kuhanje za posadu. Offshore brodovi su brodovi koji su posebno dizajnirani za poslove u offshore industriji nafte i plina. Oni čine primarni način prijevoza za prijevoz robe i radne snage na naftna postrojenja na moru. Neki od njih, kao što su brodovi za bušenje se koriste kao offshore platforme za naftu i plin istraživanja i proizvodnju. Offshore brodovi uglavnom se mogu svrstati u brodove za opskrbu platformi, offshore teglenice i sve vrste specijaliziranih plovila za takvu vrstu posla. [6]

### **2.2.2. Hidrografija**

Međunarodna hidrografska organizacija definira hidrografiju kao grana primijenjene znanosti koja se bavi mjerenjem i opisivanjem fizičkih karakteristika plovnih područja zemljine površine s posebnim osvrtom na njihovu uporabu u svrhu navigacije. Hidrografsko istraživanje bavi se istraživanjem podmorja. Hidrografiju većih razmjera obično poduzimaju nacionalne ili međunarodne organizacije koje se bave prikupljanjem podataka preciznim i ciljanim istraživanjima te objavljuju grafikone i opisne materijale za navigacijske svrhe. Znanost o oceanografiji je djelomice vrsta klasične hidrografije. U mnogim aspektima podaci su međusobno zamjenjivi, no morski hidrografski podaci posebno će biti usmjereni na pomorsku navigaciju i sigurnost te navigacije dok oceanografija se više bavi istraživanjem kemijskog i fizičkog sastava mora. Istraživanje i iskorištavanje morskih resursa značajna je primjena hidrografije, prvenstveno usmjerena na potragu za ugljikovodicima. Hidrografska mjerenja uključuju plimne, strujne i valne informacije fizičke oceanografije. Oni uključuju mjerenje dna s obzirom na one morsko geografske značajke koje predstavljaju opasnost za plovidbu, kao što su stijene, plićine, grebeni i druge značajke koje ometaju siguran brodski prolaz. Mjerenja dubine uključuju sakupljanje informacija o vrsti dna, što se najviše tiče kod manovre sidrenja. Za razliku od oceanografije, hidrografija uključuje značajke obale, prirodne i umjetne, koje pomažu u plovidbi. Stoga hidrografsko istraživanje bi moglo uključivati točne pozicije i prikaze brda, planina, te čak i svjetla i tornjeva koji nam mogu pomoći pri određivanju pozicije broda, kao i fizičkim aspektima mora i morskog dna. Hidrografija, najviše zbog sigurnosti, usvojila je razne konvencije koje su utjecale na njihov prikaz podataka o nautičkim kartama.

Ako se na nekim mjestima hidrografski podaci mogu detaljno sakupiti kako bi se prikazala topografija dna u nekim područjima, hidrografski grafikoni prikazuju samo informacije važne za sigurnu plovidbu i ne smiju se smatrati grafikonima koji točno prikazuju stvarni oblik dna. Snimke koje su dobivene iz podataka o dubini za poziciju na nautičkoj karti odabrane su za sigurnu plovidbu i pretežno prikazuju dubine koje se odnose na sigurnu plovidbu. Hidrografsko istraživanje vrlo se razlikuje od batimetrijskog istraživanja u nekim važnim aspektima, posebice u određivanju najmanje dubine zbog sigurnosnih zahtjeva. Na primjer, ako postoji područje sa većom dubinom koje je okruženo plitkom vodom, duboko područje možda neće biti prikazano. [7,10]

### **2.2.3. Podvodna arheologija**

*Prema [3]: „Podvodna arheologija je dio arheološke znanosti koja se bavi proučavanjem materijalnih ostataka i tragova ljudskih kultura koji se nalaze ispod površine vode. Zanimanje za svijet ispod površine vode postojalo je još od davnina, a navodno se i sam Aleksandar Veliki spustio u ronilačkom zvonu u da bi se divio ljepotama podmorja. Prve ronilačke akcije pokretane su uglavnom zbog spašavanja ostataka robe i opreme iz brodoloma. Tijekom vremena je razvoj ronilačke opreme dozvolio i pristup širokim masama u podmorje. Velika prekretnica u tom razvoju zbilila se 1940-ih kada su Emile Gagnan i Jacques-Yves Cousteau usavršili aparate za autonomno ronjenje s komprimiranim zrakom, koji je omogućio ronionicima brže i jednostavnije kretanje pod vodom.“*

Uvođenje vozila za autonomno ronjenje u široku upotrebu te je otvorilo nove mogućnosti, koje su se uskoro počele koristiti i u podvodnoj arheologiji. U drugoj polovici 20. stoljeća se tako pokreće niz podvodnih arheoloških istraživanja, rekognosciranja i dokumentiranja podvodnih arheoloških nalazišta po cijelom svijetu. Paralelno se razvijaju i metode istraživanja i dokumentacije u podvodnoj arheologiji koje su se morale prilagoditi mediju u kojem su se istraživanja i radila. Rješavanjem svih tih izazova koji su se javljali u povodnoj arheologiji dalo je za rezultat i niz senzacionalnih otkrića.

Možemo samo spomenuti najpoznatija nalazišta brodoloma, od onih najstarijih, poput Uluburuna u Turskoj, kasnobrončanodobnog brodoloma iz 14. stoljeća prije Krista, zatim čitavog niza grčkih i rimskih brodoloma, preko švedskog ratnog broda Vasa iz 17. stoljeća, pa sve do novijih brodoloma poput svima znanog Titanic-a. Fascinantni su i rezultati istraživanja potopljenih gradova, primjerice Aleksandrije u Egiptu ili Port Royala na Jamajci. Prvi pisani podaci o podvodnim arheološkim nalazištima u Hrvatskoj potječu iz putopisa Alberta Fortisa iz druge polovice 18.st. koji spominje velike posude u Sućurju na otoku Hvaru. Sredinom 19.st. Mijat Sabljarić bilježi niz podvodnih arheoloških nalazišta, a posebno je zanimljiv crtež sarkofaga ugrađenih u rivu poluotoka Vranjica. Upravo na ovom nalazištu 1898.g. je don Frane Bulić pozvao ronioce koji su pregledali podmorski dio Vranjica, što možemo i nazvati prvim pokušajem istraživanja podvodnog nalazišta u Hrvatskoj. Briga o zaštiti i očuvanju podvodne kulturne baštine u Hrvatskoj započela je 60-ih godina prošlog stoljeća kada se uvidjelo da su podvodna arheološka nalazišta uvelike ugrožena pljačkom i devastacijom, te da je neophodno donijeti pravne regulative koje bi zaštitile podvodnu kulturnu baštinu. Sukladno tadašnjim mogućnostima obvezu istraživanja i zaštite preuzeli su istraživački timovi koji su djelovali u Puli, Rijeci, Splitu, Šibeniku, Zadru i Zagrebu u sklopu svojih institucija – muzeja, konzervatorskih odjela, sveučilišta te ostalih znanstvenih institucija, a u novijoj povijesti u sklopu Ministarstva kulture kao krovne institucije za zaštitu kulturne baštine. Paralelno sa razvojem metoda zaštite i istraživanja doneseni su i pravni akti koji su regulirali podvodne aktivnosti, a 2004.g. Republika Hrvatska je ratificirala i UNESCO-vu Konvenciju o zaštiti podvodne kulturne baštine. [3,4]

### **3. ISTRAŽIVAČKI BRODOVI**

Ovo poglavlje prikazuje istraživačke brodove. Istraživački brod, plovilo izgrađeno ili preuređeno za oceanografska, meteorološka ili neka druga znanstvena istraživanja. Prikazane su vrste istraživačkih brodova te istraživački brodovi Hrvatskog hidrografskog instituta.

#### **3.1. OPĆENITO O ISTRAŽIVAČKIM BRODOVIMA**

*Prema [11]: „Istraživački brodovi se grade prema potrebama istraživanja, tako da mogu imati različite oblike, tehnologije i opremu. Obično raspolaže opremom za određivanje položaja, dubinomjerom, magnetometrom, krmenom sohom, hidrografskim vitlom, dizalicom, laboratorijima, prostorijama za smještaj istraživača i dr. Često se na brodovima koji se bave podvodnim istraživanjima nalaze i mali podvodni roboti za rad na većim dubinama, tzv. ROV-ovi. Početak suvremenih oceanografskih istraživanja obilježava navigacija britanske korvete Challenger od 1873. do 1876. Do 1960. pri istraživanju otvorenog oceana upotrijebljeno je više od 50 brodova. Krajem 1990-ih svjetska istraživačka flota broji više od 400 brodova pogodnih za rad na otvorenom oceanu. Tomu treba pridodati i brodove namijenjene istraživanju obalnoga mora.“*

#### **3.2. ISTRAŽIVAČKI BRODOVI U HHI**

Hrvatski hidrografski institut ima dva istraživačka broda, namijenjena za kvalitetno obavljanje poslova hidrografske izmjere, magnetometrijske detekcije, geoloških istraživanja podmorja, oceanografskih istraživanja te kartografske reambulacije obale i otoka s karakterističnim sadržajima istočne obale Jadranskog mora. Manji istraživački brod Hidra upotrebljava se za obalne i priobalne radove u međuotočnom i teritorijalnom dijelu hrvatskog dijela Jadranskog mora. Istraživački brod Palagruža, veličinom i opremljenošću sposoban za plovidbu u o teškim meteorološkim uvjetima, upotrebljava se za radove na otvorenom moru u hrvatskom dijelu Jadranskog mora. Brod je osposobljen i za plovidbu u Sredozemnom moru s potpunom autonomnošću od 25 dana. Brodovi ispunjavaju zahtjeve i potrebe hidrografske, kartografske i oceanološke djelatnosti Hrvatskog hidrografskog instituta, što je neophodno za praćenje stanja i održavanje baza podataka za hrvatski dio Jadrana.

Oprema koja se koristi na brodovima, prati najsuvremenije trendove razvoja računalne i instrumentalne mjerne tehnologije u svijetu na području istraživanja mora i podmorja. [12]

### 3.2.1. Hidra

I/B Hidra izgrađen je u brodogradilištu Punat 1993. godine za potrebe Hrvatskog hidrografskog instituta. Dužine je 22 m te širine 5,5 m. Namijenjen je za poslove hidrografske izmjere, geoloških istraživanja, magnetometrijske detekcije i oceanografskih istraživanja u obalnom i priobalnom dijelu morskog akvatorija. Opremljen je najsuvremenijom DGPS navigacijskom opremom, hidrografskim dubinomjerima (dvokanalni i višesnopni), geološko–strukturnim dubinomjerima (boomer, katamaran i geochirp), magnetometrom te ostalim hidrografskim, geološkim i oceanografskim instrumentima. Od 2009. godine I/B Hidra je opremljen i sa uređajem za spajanje na Internet u obalnom i međuotočnom plovnom području. [12]



**Slika 1. IB Hidra HHI**

Izvor: ( <http://zg-magazin.com.hr> )

### 3.2.2. Palagruža

I/B Palagruža izgrađena je 1975. u brodogradilištu Sendessjoen - Norveška, a bila je uključena u flotu Norveške trajektne flote. Dužine 45m te širine 10m Palagruža je dizajnirana za nošenje automobila, hrane i drugih nužnih tereta za Norveške otoke. Brod je opremljen modernom navigacijskom opremom i hidrografsko geološkim i oceanografskim instrumentima. Palagruža je sasvim opremljena zalihama za putovanje od mjesec dana. [12]



**Slika 2. IB Palagruža HHI**

Izvor: (<http://photos.marinetraffic.com> )

## 3.3. VRSTE ISTRAŽIVAČKIH BRODOVA

Ovaj odlomak trećeg poglavlja prikazuje klasifikaciju istraživačkih brodova. Na osnovi podataka iz literature opisani su brodovi za hidrografska istraživanja, brodovi za istraživanje oceana te ribarski istraživački brodovi.

### 3.3.1. Brodovi za hidrografska istraživanja

Hidrografsko istraživački brod je brod dizajniran za obavljanje hidrografskog istraživanja podmorja. Pomoću podataka dobivenih tim istraživanjem izrađuju se i pomorske karte kako bi se osigurala sigurna plovidba. Hidrografsko istraživački brodovi također provode seizmička istraživanja morskog dna.

Osim izrade pomorskih karata istražuju karakterisitke dna zbog eksploatacije nafte i plina. Ovi brodovi obično imaju opremu koja se vuče po površini ili dnu, na primjer, zračni topovi , dubinomjeri, sondari. U praksi, brodovi za hidrografska istraživanja često su opremljeni za obavljanje više uloga. Neke funkcije su i oceanografskih istraživanja ,te potraga za podmornicama. [9]



**Slika 3. Surveyor 2 Norveška**

Izvor: (<http://www.offshoreshipdesigners.com>)

### **3.3.2. Brodovi za istraživanje oceana**

Brodovi za istraživanje oceana provode istraživanja o fizičkim, kemijskim i biološkim karakteristikama vode, atmosfere i klime, takvi brodovi nose opremu za prikupljanje uzoraka vode iz niza dubine, uključujući i duboke oceane, kao i oprema za hidrografsko sondiranje na morskom dnu, zajedno s brojnim drugim sensorima za zaštitu i istraživanje okoliša. Ovi brodovi također često nose znanstvene ronioce i bespilotne daljinski upravljane robote. Budući da ovakvi brodovi obavljaju razne poslove drugačiji su od ribarskih istraživačkih brodova, te najčešće obavljaju više istraživanja odjednom. [9]



**Slika 4. IB Discovery Velika Britanija**

Izvor:(<http://www.freishipyard.com>)

### **3.3.3. Ribarski istraživački brodovi**

Ribarski istraživački brod (FRV) mora imati platforme koje su sposobne za vuču različitih vrsta opreme za istraživanje. Kao što su ribarske mreže, oprema za prikupljanje planktona ili oprema za prikupljanje uzoraka vode iz različitih dubina te akustična oprema za pronalaženje ribe u podmorju. Ribarski istraživački brodovi često su dizajnirani i izrađeni na isti način kao velikoi ribarski brodovi, ali za razliku od ribarskog broda prostoriije gdje se skladišti riba na ovakvim brodovima zamjenjene su sa laboratorijima. [9]



**Slika 5. FRV Baia Farata Angola**

Izvor: (<http://www.damen.com>)



## 4. DALJINSKI UPRAVLJANA VOZILA U POMORSTVU

Prekretnica kod istraživanja i eksploatacije podmorja je otkriće daljinski upravljanih vozila. Kroz sljedeće odlomke, u četvrtom poglavlju, opisać će se klasifikacija podvodnih ronilica te njihova upotreba u pomorstvu.

### 4.1. OPĆENITO

*Prema [1]: „Potreba za istraživanjem mora dovela je do razvoja podvodnih ronilica, ali i dovela do problema s kojima se te ronilice moraju suočavati. Zato su ljudi u potrazi za rješenjima razvili par tipova ronilica- one koje su upravljane direktno ljudima, ronilice na daljinsko upravljanje (engl. Remotely Operated Vehicles, ROV) i autonomne ronilice (engl. Autonomus Underwater Vehicle, AUV).“*

Bespilotne ronilice (ROV i AUV) sastoje se od potisnica za pogon, unutrašnjeg računala, kamera sa svjetlima i metalnog tijela punjenog posebnom pjenom koja omogućuje postizanje željene dubine (to su osnovni elementi ronilica). Ovisno o zadaći koju ronilica treba obaviti dodavaju se razni alati poput mehaničke ruke, senzora za toplinu, bioloških senzora, sonara za mapiranje podmorja i raznih drugih alata koji omogućuju izvršavanje zadataka. Podvodna robotika se intenzivno koristi i razvija u tri osnovna područja podvodnih djelatnosti – za oceanografske ili znanstvene, zatim obrambeno-sigurnosne, te gospodarstvene ili komercijalne podvodne aktivnosti. Prve bespilotne ronilice bile su specijalizirani uređaji prilično ograničenih mogućnosti namijenjeni rješavanju nekih specifičnih problema (npr. kontrolirano uzimanje uzoraka sa dna oceana) s kojima su se suočile vojne i oceanografske institucije, koje su bile voljne investirati trud i financijska sredstva u razvoj posve novih tehnoloških rješenja. Komercijalne bespilotne ronilice različitih vrsta pojavile su se posljednje; mnogi analitičari upravo njihovu pojavu (oko 1980. godine u slučaju ROV-ova; oko 2000. godine u slučaju AUV-ova) smatraju znakom zrelosti i prihvaćenosti nove tehnologije. [1]

## 4.2. PODVODNA RONILICA NA DALJINSKO UPRAVLJANJE (ROV)

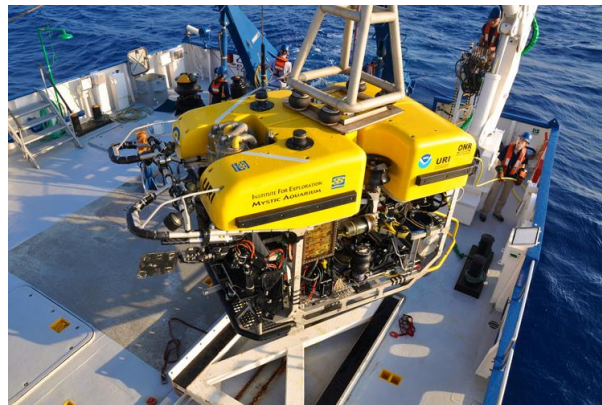
*Prema [1]: „Podvodna ronilica na daljinsko upravljanje, tzv. ROV, koristi se u situacijama kada postoji potencijalna opasnost za ljudski život pri istraživanju i radu u podmorju. Primjeri takvih situacija su ekološke katastrofe, istraživanje potonulog vojnog materijala ili rad u velikim dubinama i na visokoj temperaturi.“*

ROV radi tako da je upravljana od strane čovjeka koji se nalazi na istraživačkom brodu. Znači, ronilica se spusti u more i od tada samostalno plovi ali je upravljana iz neke centrale od strane operatera te podatke prenosi bežično ili preko kabla koji povezuje ronilicu i njezinu centralu. ROV ronilice možemo podijeliti na više podvrsta- mikro (do 5 kg), mini (do 15 kg), opće (snaga motora do 5 KS), lagane radne (snaga motora do 15 KS), radne (snaga motora do 200 KS) i teške ronilice (snaga motora od 200-500 KS). Ovisno o težini i specifikacijama zadatka koriste se i prikladne ronilice. Najčešće su u upotrebi opće i lagane radne ronilice koje se koriste pri jednostavnijim istraživačkim misijama, radne i teške ronilice su u upotrebi za eksploataciju mora (naftne bušotine) ili za sanacije ekoloških katastrofa, dok su mikro i mini pronašle veliku komercijalnu upotrebu u ulozima hobija i zabave. Pri istraživačkim misijama koriste se lagane i opće ronilice, koje imaju veliku pokretljivost i dugotrajnu bateriju. One su opremljene sa dodacima bitnima za prikupljanje podataka („epruvete“, mehaničke ruke, senzori topline i plinova, detektori biološkog života, sonari, snažni CPU procesori, magnetometar, kamere visoke rezolucije i jaka led svjetla...). Također, zbog rada u ekstremnim uvjetima poput velikog tlaka pri dubinama od par tisuća metara ili toplinama blizu podvodnih vulkana ove su ronilice sagrađene od iznimnih izdržljivih materijala. U radnim misijama raširena je upotreba radnih i teških ronilica zbog svojih karakteristika izdržljivosti i velike snage. Takve su ronilice opremljene radnim alatima koje koriste pri sastavljanju podvodnih bušotina ili drugih objekata, ali i sanaciji naftnih mrlja. [1, 2]

#### 4.2.1. Primjeri ROV ronilica

##### **Hercules** (Institute for exploration, USA)

Hercules je jedan od rijetkih ROV ronilica, posebno dizajniran za korištenje kao znanstveni alat. Izgrađen je za Institut za istraživanje (IFE), Hercules je opremljen posebnim značajkama koje mu omogućuju obavljanje kompliciranih zadataka dok se spušta na dubine od 4000 metara.



**Slika 6. ROV Hercules, USA**

Izvor: (<http://oceanexplorer.noaa.gov>)

##### **HD ROV** (FMC Technologies, USA)

HD ROV je kompaktno vozilo s daljinskim upravljanjem tipa ROV dizajnirano za prilagodbu specifičnim potrebama istraživanja podmorja i tržišta za bušenje. Može zaroniti na sigurnu dubinu do 4000 metara .



**Slika 7. HD ROV USA**

Izvor: (<http://www.offshoreenergytoday.com>)

**Minerva** (Norwegian university for science, Norveška)

Daljinski upravljano vozilo Minerva posebno je osmislila „Sperre AS“ kompanija 2003. godine kako bi ispunila potrebe znanstvenika Norveškog sveučilišta . Vozilo je napravljeno da obavlja zadatke na sigurnoj dubini od 700 metara.



**Slika 8. Minerva, Norveška**

Izvor: (<https://www.ntnu.edu>)

### **Merlin WR200 (IKM Gruppen, Norveška)**

Merlin WR200 je dizajniran da bude najučinkovitiji i najpouzdaniji ROV radne klase na tržištu. Sustav Merlin osmišljen je prema najvišim industrijskim standardima za pouzdano obavljanje poslova u podmorju s minimalnim potrebama za održavanjem istog.

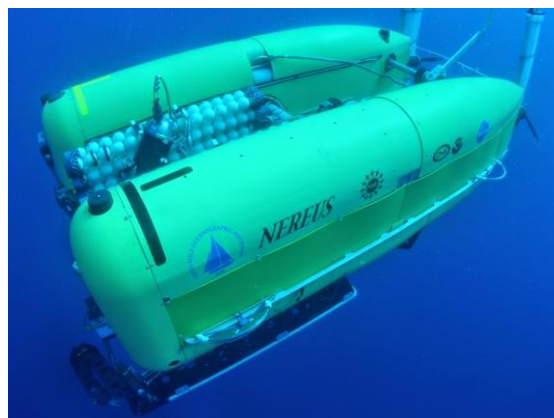


**Slika 9. Merlin, Norveška**

Izvor: (<http://subseaworldnews.com>)

### **Nereus (WHOI, USA)**

Nereus je hibridno autonomno podvodno vozilo (HROV - tip daljinski upravljano podvodnog vozila) koji je izgradio oceanografski institut Woods Hole (WHOI). Izrađen kao istraživačko vozilo za rad na dubinama do 11000 metara.



**Slika 10. Nereus, USA**

Izvor: (<http://2.bp.blogspot.com>)

### 4.3. AUTONOMNA PODVODNA RONILICA (AUV)

Razvojem računalne tehnologije došlo je do mogućnosti nastanka podvodnih ronilica koje nisu upravljane od strane čovjeka već su potpuno autonomne. To su AUV ronilice koje rade na principu današnjeg računala- zada im se neki zadatak i ronilice ga samostalno izvrše. Ronilica se isprogramirana u bazi za odradu određenog zadatka na način da se tada samo pusti u more i ona sama obavlja posao za koji je zadužena i u sebe memorira obrađene podatke. Takve se ronilice koriste za mapiranje podmorja, otkrivanje novih naftnih (ili eksploatacijski korisnih) izvora, detekciju podvodnih mina i olupina. Danas su sve više u upotrebi baš zbog rastuće potražnje za podvodnom naftom. Takva ronilica se razlikuje od ROV-ova po tome što nije toliko kvalitetno opremljena, ali je puno izdržljivija i time se povećava njena korisnost. AUV ronilice samostalno rade po par dana (neke čak i tjednima/mjesecima) i tek tada se vraćaju u bazu kako bi donijele prikupljene informacije. U zadnje vrijeme se isprobava sustav tzv. „podvodnih garaža“ koje plutaju pod vodom i služe kao punjači za AUV ronilice i preuzimaju njihove podatke te šalju satelitu, a time se smanjuje potreba za ljudskim djelovanjem u ovakvoj vrsti istraživanja. AUV ronilice se koriste puno manje pri velikim dubinama, ali pokrivaju velika područja u jednom zaronu. Zato nije potrebno da imaju snažno i izdržljivo kućište niti veoma precizne mjerne uređaje, već je bitna izdržljivost njihove baterije i količina memorijskog prostora te brzina obrade podataka. Upravo te kvalitete AUV podmornica omogućuju dug rad pod vodom i izravnu obradu podataka koje se dostavljaju u bazu. Neki od vodećih proizvođača AUV ronilica su američke firme „iRobot corp.“, „Liquid robotics“ i „Teledyne technologies“. Na njih otpada preko 50% proizvodnje kvalitetnih AUV ronilica. Sve češći kupci AUV ronilica su upravo naftne kompanije (npr. „Shell“) koje koriste AUV-ove pri istraživanju podmorja u potrazi za novim izvorima nafte. Ronilice koje se koriste pri takvim istraživanjima su „podvodne jedrilice“ i „solarne jedrilice“. Podvodne jedrilice sadrže jaku bateriju i one rade na principu zarananja i korištenja morskih struja za jedrenje podmorjem. Koriste se za mapiranje podmorja i pronalaženje olupina. Prije su radile tehnikom „mowing lawn“, tj išle su tehnikom cik-cak po podmorju i snimale, ali danas se sa sve većim razvitkom softvera koriste razni algoritmi koji procjenjuju putanju ronilice na temelju potraženih podataka (npr. ako traži naftu, onda temeljito pregledava područje bogato plinovima a inače plavi dalje po podmorju). Solarne jedrilice se napajaju preko solarnih panela na svojoj gornjoj strani te im zato nisu potrebne „garaže“ za punjenje.

One nisu predviđene za velike dubine, jer takvi solarni paneli ne mogu izdržati veliki pritisak. Solarne se jedrilice koriste pri mapiranju podmorja jer su opremljene snažnim sonarima i česti je slučaj da su spojene direktno na satelite i odašilju „live-feed“ informacije. Zato su veoma korisne također i pri ekološkim misijama jer daju stanje na terenu. Zanimljive su nedavno nastale AUV ronilice koje oponašaju i izgledom i ponašanjem životinje pod morem, i tako se infiltriraju među životinjski svijet i proučavaju njihov život i uvjete u kojima žive. To su isključivo istraživačke ronilice, ali se istražuje i mogućnost njihova korištenja u ekonomskoj eksploataciji jer oponašanjem životinja se postižu optimalna radna svojstva robota-ronilica a time i smanjuju troškovi održavanja. Te ronilice su još uvijek u istraživačkoj fazi. [1,2]

#### **4.3.1. Primjeri AUV ronilica**

##### **AUV Seaglider M6 (Kongsberg, Norveška)**

Seaglider je autonomna podvodna ronilica razvijena za kontinuirano, dugoročno mjerenje oceanografskih parametara. Umjesto električnog pogonskog propelera, ovo vozila koriste male promjene u plovnosti i krilima kako bi se postiglo kretanje prema naprijed. Ovaj tip „seaglidera“ može zaroniti na dubinu od 6000 metara.



**Slika 11. Seaglider M6 Norveška**

Izvor: (<http://www.oceanologyinternational.com>)

### **AUV Remus 6000 (Kongsber, Norveška )**

REMUS 6000 AUV autonomna podvodna ronilica dizajnirana je zajedničkom međunarodnom programu istraživanja podmorja. REMUS 6000 posjeduje izdržljivost i nosivosti koja omogućuje autonomne operacije u do 6000 metara vode.



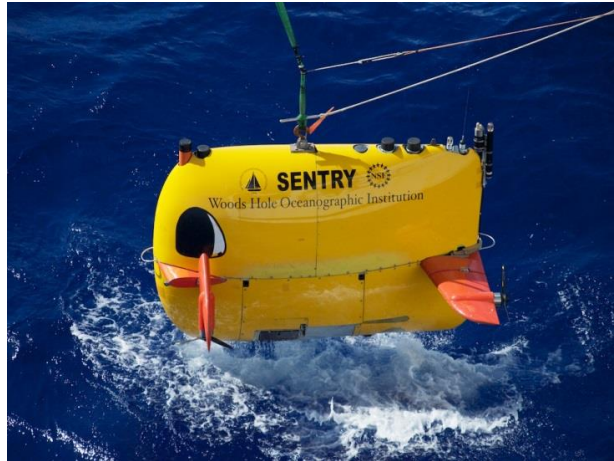
**Slika 12. Remus 6000 Norveška**

Izvor: (<http://subseaworldnews.com>)

### **AUV Sentry (USA, Woods Hole Oceanographic Institution )**

Autonomna podvodna ronilica Sentry je potpuno autonomno podvodno vozilo sposobno istražiti ocean do dubine od 6000 metara. Sentry je izgrađen na temelju uspjeha njegovog predhodnika s poboljšanom brzinom, rasponom i upravljivosti. Hidrodinamički oblik Sentry također omogućuje brže uspone i padove.





**Slika 13. Sentry USA**

Izvor: (<http://web.whoi.edu>)

#### **AUV Stingray (USA, University of California)**

Stingray je autonomna podvodna ronilica posebno dizajnirana za AUVSI AUV natjecanje. Vozilo temeljem otkrivanja objekta u njegovoj blizini se pokreće te zaobilazi prepreke. Koristi GPS sustav.



**Slika 14. Stingray USA**

Izvor: (<http://cseweb.ucsd.edu>)

#### **4.4. PRIMJENA DALJINSKI UPRAVLJANIH VOZILA U POMORSTVU**

Daljinski upravljana vozila odavno su pronašla svoju svrhu u pomorstvu. Ovaj odlomak će pokušati prikazati svrhu istraživanja podmorja pomoću daljinski upravljanih vozila. Primjenu kod vojnih operacija, kod oceanografije i istraživanje podmorja, kod istraživanja havarija te kod istraživanja podmorja u svrhu gospodarstva.

##### **4.4.1. Primjena vozila u vojne svrhe**

Mnoge ugledne oceanografske institucije posjeduju unikatne ronilice za podvodna istraživanja razvijene i postupno nadograđivane u vlastitoj kući. Nasuprot tome, vojni razvojni projekti jesu dugoročniji, a uložena financijska sredstva veća. Iz vojnih sredstava često se potiče i financira istraživački razvoj u sklopu ne-vojnih akademskih ili komercijalnih institucija. Uspješne vojne ronilice često su namijenjene proizvodnji u velikim serijama. U vojnom sektoru SAD sve do potkraj 1990-tih godina bespilotne ronilice razmatrane su prije svega kao metoda za rješavanje nekoliko odvojenih problema (ponajprije protuminsku borbu) za koje nije bilo zadovoljavajućeg drugog rješenja unutar postojećih vojnih doktrina. Posljedica toga bio je razmjerno polagan razvoj razdvojen na odvojene razvojne projekte, koji je počeo zaostajati za postignućima komercijalnog sektora. Međutim, sada su bespilotne ronilice i općenito robotika prepoznati kao strateški ključno područje razvoja vojnih sustava u bliskoj budućnosti, i SAD su pokrenule vrlo opsežnu i sustavnu razvojnu strategiju za nove generacije autonomnih bespilotnih ronilica, cilj koje je potpomoći i usmjeriti tehnološki razvoj, smanjiti razvojne i operativne troškove putem standardizacije i objedinjavanja, ali i prilagoditi vojne doktrine mogućnostima što ih pruža masovna primjena nove tehnologije. Protuminska borba je borba koja uključuje otkrivanje i uništavanje morskih mina i drugih eksplozivnih naprava pod vodom te nadalje ostaje jedna od važnih zadaća vojnih bespilotnih ronilica. Klasična protuminska ronilica pored sumnjivog objekta ostavlja eksplozivno punjenje da ga uništi nakon što se udalji, ali postoje i one koje vrše samo izviđanje bez uništavanja, kao i one koje se same raznesu eksplozivom blizu mine kako bi je uništile. Kao još važnije područje za razvoj SAD sada ističu vojno izviđanje i špijunažu uz prikrivanje ispod površine vode. Još jedna isključivo vojna aplikacija koja se razmatra jest detekcija i praćenje neprijateljskih podmornica pomoću brzih velikih autonomnih ronilica.

Primjena bespilotnih ronilica za borbeno djelovanje, kao inteligentnih torpeda ili pokretnih morskih mina, ili čak za napad na ciljeve izvan vode, za sada se ne istražuje već ostavlja kao mogućnost za budućnost, ali sveukupni razvoj vojne tehnike jasno ide i u tom smjeru. Velike sile ovdje bi svakako radije izabrale daljinski upravljano oružje koje nikad samostalno ne donosi odluku o napadu. [2]

#### **4.4.2. Primjena vozila u oceanografiji**

U oceanografiji i hidrografiji, autonomne krstareće ronilice se koriste za mjerenje i kartiranje različitih parametara vode i morskog dna. Dobiveni podaci mogu se koristiti za znanstveno istraživanje, praćenje klimatskih promjena i drugih poremećaja u okolišu, praćenje ribljeg bogatstva u ribolovnim područjima, potragu za naftnim i drugim podvodnim rudnim blagom, potporu potrebnu za proglašenje ekskluzivnih ekonomskih i ribolovnih zona i razgraničenje na moru, strateške i taktičke vojne potrebe. Učinkovito praćenje zbivanja u svjetskim morima i njihovo održivo iskorištavanje nisu mogući bez podvodne robotike, tako da je potreba za ovakvim mjerenjima još uvijek daleko veća od postojećih kapaciteta. Za neke primjene zamišljene su čitave mreže malih nepokretnih i pokretnih mjernih uređaja koji bi prikupljali podatke sa promatranog područja. [2]

#### **4.4.3. Primjena vozila u gospodarstvu**

U gospodarskoj sferi primjene podvodne robotike, daleko najvažniji korisnik jest naftna industrija, tako da se ekonomska situacija na naftnom tržištu direktno preslikava na prodaju komercijalnih bespilotnih ronilica. Ronilice se intenzivno koriste u svim fazama ciklusa razvoja naftnih podvodnih bušotina. Nakon donošenja odluke o bušenju, detaljnije kartiranje dna potrebno je za optimalan izbor lokacije bušotine i trasa cjevovoda, te naposljetku kvalitetnu izradu izvedbenog projekta. Montaža i konstrukcija naftne platforme i ostale infrastrukture, kao i polaganje cjevovoda, vrši se pomoću raznovrsnih teških daljinski upravljanih alata, specijaliziranih vozila i naprava, ali bespilotne radne ronilice se pritom intenzivno koriste za asistenciju, nadzor i potporu. Bespilotne ronilice različitih vrsta također imaju istaknutu ulogu pri inspekcijama, održavanju i čišćenju postojećih podvodnih objekata i infrastrukture. Slični poslovi pomoću bespilotnih ronilica obavljaju se za preostale korisnike iz sfere gospodarstva. Na moru, pored naftne i plinske infrastrukture postoje podvodni komunikacijski kablovi, kanalizacijski i drugi vodovi, akvakulturni objekti, postrojenja za iskorištavanje energije vjetera i drugih obnovljivih izvora energije.

Uz obalu su smještene luke, nasipi i temelji mostova. Svi ovi objekti mogu dobro iskoristiti podvodne robote pri projektiranju, gradnji i održavanju. Kao vrlo korisna metoda pri održavanju brodova pokazala se podvodna inspekcija brodske korita pomoću male daljinski upravljane ronilice. Ova klasa podvodnih vozila našla je široko područje primjene i u inspekcijama i održavanju podvodnih struktura u unutarnjim vodama, prije svega brana, različitih spremnika za vodu i druge tekućine, nuklearnih reaktora, ribnjaka. [2]

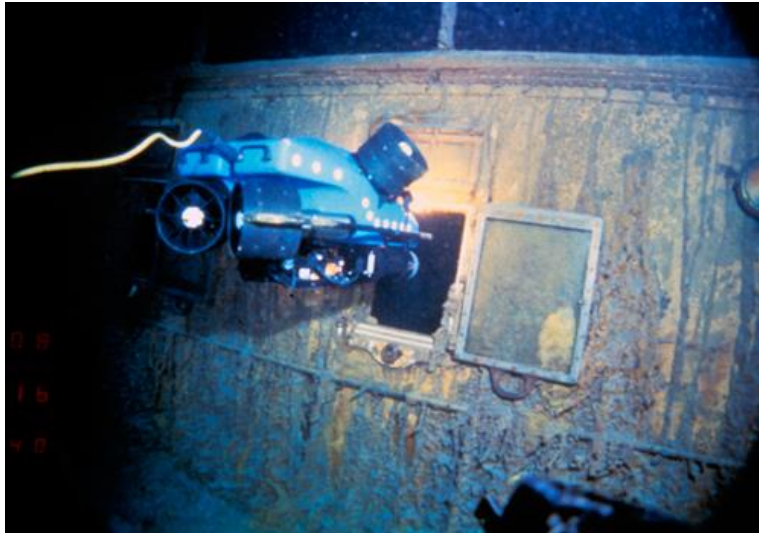
#### **4.4.3. Primjena vozila u istraživanju podmorja**

Ronilice su otvorile novo poglavlje podvodnog istraživanja i pomaknule granice ljudskih saznanja. Mogućnost zarona u svaki kutak naših oceana omogućio nam je nova saznanja o svijetu u kojem živimo, ali i otvorio nove mogućnosti za iskorištavanje prirodnih dobara. Ta su saznanja otvorila novo poglavlje u biološkim istraživanjima, ali su isto tako i omogućila nove izvore za naftne kompanije pošto je morsko dno netaknuto i bogato fosilnim gorivima. Zaron u dotad neotkrivene dubine nam je oduzeo dah. Impresivna, i nemilosrdna, priroda koju smo otkrili nas je iznenadila i donijela novi pogled na svijet oko nas. Nevjerojatne prilagodbe životinja na dubine i uvjeti u kojima je pronađen život su nas šokirali i otvorili bezbrojna pitanja. Vodeće organizacije koje istražuju dubokooceanski život su MBARI i NOAA iz Sjedinjenih Američkih Država. One uz pomoć bespilotnih istraživačkih ronilica dopijevaju do najvećih dubina i tu otkrivaju neobičan život pod vodom. Najpoznatija NOAA-ina ronilica je ROV Neurus koja je danas modificirana za zarone do čak 11000 metara te je prva ronilica koja je došla do dna Marijanske brazde. [1]

#### **4.4.4. Primjena ronilica u istraživanju havarija**

Danas je morski promet vrlo razvijen i siguran jer se grade brodovi koji su gotovo nepotopljivi (osim ljudskom greškom) te je razvijen kvalitetan sustav povezanosti među brodovima i s kopnom. Svi su brodovi danas opremljeni radarskom vezom i često su povezani putem satelita kako bi se pratilo njihovo stanje. U prošlosti takva sigurnost nije postojala, pa su morska putovanja bila iznimno opasna. Brodovi su bili drveni i nestabilni, posada se najčešće sastojala od kriminalaca, a sigurnosne tehnologije nisu postojale te zbog toga je more odnijelo mnoge živote.

Osим za transport brodovi su bili jedino borbeno sredstvo i često bi pomorska prevlast značila pobjedu u ratu pa su mnogi brodovi završili na dnu mora u masovnim pomorskim bitkama (bitka kod Rta Trafalgar: 75 brodova i 15000 žrtava). Nakon što bi se dogodila havarija, željelo se otkriti kako je do toga došlo. Tu na scenu nastupaju podvodne ronilice. Pomoću ronilica danas se mogu kvalitetno istražiti olupine na dnu mora i tako otkriti što se ustvari dogodilo, a po potrebi i sanirati mjesto ili izvući neki artefakti iz davnina. Mnogi su brodovi potonuli u srednjem vijeku, i danas oni predstavljaju najveća arheološka otkrića ali se do njih može samo ronilicama i tako se otkriva život u prošlosti i razjašnjaju mnogi događaji. Najpoznatiji svjetski brod „Titanic“, tada nezamislivih dimenzija od čak 269m i sa 2200 putnika, započeo je svoje prvo i posljednje putovanje 1912. godine. Ploveći od Engleske do New Yorka sudario se sa santom leda i potonuo, odnijevši preko 1500 života. Titanic je potonuo na dubinu od 3800 metara i zato je olupina nepristupačna. Prvo istraživanje dogodilo se tek 1986. kada je Robert Ballard s istraživačkim brodom „Atlantis II“, opremljenim ljudskom ronilicom „Alvin“ i ROV ronilicom „Jason Junior“, došao do mjesta nesreće (oko 600km jugoistočno od Newfoundlanda). Ronilica „Alvin“ sadrži 3 člana posade i opremljena je sa šest potisnika, dvije snažne robotičke ruke, kamerom sa svjetlom i košarom nosivosti 680kg. Korištena je također i od strane filmaša Jamesa Camerona za potrebe snimanja filma o Titanicu. Također imamo i Bojni brod „Bismarck“ koji je bio perjanica nacističke flote u Drugom svjetskom ratu. Nakon nekoliko uspješnih misija, ovaj brod sa teškim naoružanjem, potopljen je 1941. godine u sjevernom dijelu Atlantskog oceana od strane Britanske mornarice. Nakon par direktnih pogodaka torpedom, brod je lagano potonuo do dubine od 5300 metara. Život je tada izgubilo čak 2100 od 2200 članova posade. Prva ekspedicija pronalaska „Bismarcka“ bila je 1989. godine od poznatog istraživača Ballarda, ali prvi snimci i pronalasci su izvađeni 2001. godine. To istraživanje 2001. je izvela kompanija „Blue Water Discoveries“ uz pomoć dubokomorske ROV ronilice „Magellan 725“ i tada je otkriveno skoro pa savršeno stanje olupine. [1]



**Slika 15. Jason Junior USA**

Izvor: (<http://www.whoi.edu>)

Jason Junior, također nazvan „JJ“ je malo daljinski upravljani vozilo, projektiran i izgrađen sa strane Deep Submergence laboratorija u Woods Hole oceanografskom institutu (WHOI). Jason Junior je bio prototip za veći, sposobniji ROV imena Jason, koji se razvio kako bi unaprijedio kameru na ronilici.

## 5. ZAKLJUČAK

U završnom radu obrađene su teme daljinski upravljanih vozila te istraživanja podmorja. Gledajući daleku povijest ljudi su oduvijek težili otkrivanjem nečeg novog. Ta težnja čovjeka ka pronalaženju novih otkrića dovela je našu vrstu do ovoga gdje smo danas. Počevši od otkrića vatre preko otkrivanja novih kontinenata sve do industrijskih revolucija u 19. i 20. Stoljeću. Čovjek je istraživao kopno, more čak i otišao sa svog planeta u svemir. Ipak 75% našeg planeta je prekriveno morem i oceanima te to vodeno prostranstvo još uvijek nije istraženo i sve više se ulaže u istraživanje podmorja i morskih dubina.

Počeci pomorstva ujedno su i prva istraživanja mora, gdje su pomorci istraživali mora ploveći te zapisujući prirodne pojave koje se javljaju na morskoj površini i u morskom okolišu. Samo opažanje i plovljenje morem ne može dovoljno objasniti more i otkriti nam tajne dubina zato je u ne tako dalekoj povijesti počeo razvoj istraživanja podmorja. Razvojem tehnologije razvija se i robotika te brzo pronalazi svoje mjesto u pomorstvu te u istraživanju i eksploataciji podmorja. Upoznati smo sa vrstama pomorskog istraživanja te načinima na koji se takvi poslovi istraživanja provode. Nabrojane su i vrste brodova koje se bave poslovima istraživanja podmorja. Brodovi za istraživanje danas su opremljeni raznom istraživačkom opremom kao što su sonde te su opremljeni i sa ronilicama. Daljnjim istraživanjem čovjek je shvatio da se nije potrebno izlagati nepotrebnom riziku pri istraživanjima kada taj posao za nas može obaviti robot. Ronilice tipa ROV i AUV, koje se svakodnevno upotrebljavaju u operacijama eksploatacije podmorja, kod saniranja ekoloških katastrofa te kao istraživanje pomorskih havarija.

Nekada dok nije postojala robotika takve poslove obavljao je čovjek kao ronilac. Daljinski upravljana vozila odnosno ronilice dopiru do mjesta u morima gdje čovjek ili ne može ili jako teško može doprijeti i baš zato imaju veliku važnost kod istraživanja podmorja.

## 6. LITERATURA

- [1] [https://labust.fer.hr/download/repository/Seminar\\_rad.pdf](https://labust.fer.hr/download/repository/Seminar_rad.pdf) (G.Ovčarić, FER , Zagreb , „Podvodna robotika i upotreba ronilica“ ) ( pristupljeno 24.4.2017.)
- [2] <https://hrcak.srce.hr/file/25146> (N. Radionov Radenković , Brodarski institut Zagreb, „Autonomne podvodne ronilice“ ) (pristupljeno 3.5.2017.)
- [3] <http://icua.hr/hr/podvodnaarheologija> ( pristupljeno 2.5.2017.)
- [4] <http://hrcak.srce.hr/file/157100> (I. Radić Rossi , Sveučilište u Zadru , „Podvodna/podmorska arheologija, Arheologija pomorstva i arheologija broda: Razmatranje terminoloških pitanja“ ) ( pristupljeno 5.5.2017. )
- [5] [http://www.rov.org/rov\\_overview.cfm](http://www.rov.org/rov_overview.cfm) ( pristupljeno 9.5.2017. )
- [6] <http://maritime-connector.com/wiki/offshore-industry/> ( pristupljeno 5.5.2017. )
- [7] [https://en.wikipedia.org/wiki/Subsea\\_\(technology\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Subsea_(technology)) ( pristupljeno 4.5.2017. )
- [8] [http://www.systemiccoaching.com/projects/rov\\_podvodna\\_vozila.htm](http://www.systemiccoaching.com/projects/rov_podvodna_vozila.htm) ( pristupljeno 2.5.2017.)
- [9] <http://www.marineinsight.com/types-of-ships/what-is-a-research-vessel/> ( pristupljeno 3.5.2017. )
- [10] <https://www.nauticalcharts.noaa.gov/hsd> ( pristupljeno 3.5.2017. )
- [11] <http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=9627> ( pristupljeno 2.5.2017. )
- [12] <http://www.hhi.hr/> ( pristupljeno 3.5.2017.)
- [13] <https://www.cambridge.org/core/journals/journal-of-navigation/article/updating-sea-charts-and-navigational-publications> ( dr.sc. Josip Kasum, pristupljeno 7.5.2017. )



## 7. IZVORI SLIKA

1. <http://zg-magazin.com.hr/wp-content/uploads/2016/06/HHI-hidra-brod.jpg>
2. <http://photos.marinetraffic.com/ais/showphoto.aspx?photoid=81613&size>
3. [http://www.offshoreshipdesigners.com/assets/Uploads/\\_resampled/CroppedImage434284-Surveyor-1-14-juli-2008-gespot.jpg](http://www.offshoreshipdesigners.com/assets/Uploads/_resampled/CroppedImage434284-Surveyor-1-14-juli-2008-gespot.jpg)
4. <http://www.freireshipyard.com/public/imagenes/barcos/principales/564%20C-704%20.jpg>
5. [http://www.damen.com/-/media/New-Corporate-Damen/Images/News/2016/07/Angola\\_orders\\_state\\_of\\_the\\_art\\_Damen\\_Fishery\\_Research\\_Vessel/Fishery\\_Research\\_Vessel.jpg?h=525&la=en&w=1340](http://www.damen.com/-/media/New-Corporate-Damen/Images/News/2016/07/Angola_orders_state_of_the_art_Damen_Fishery_Research_Vessel/Fishery_Research_Vessel.jpg?h=525&la=en&w=1340)
6. <http://oceanexplorer.noaa.gov/technology/subs/hercules/rovhercules-750.jpg>
7. <http://www.offshoreenergytoday.com/wp-content/uploads/2014/02/ROVOP-Buys-Four-Schilling-HD-ROVs-for-USD-20-M.jpg>
8. [https://www.ntnu.edu/documents/919518/1401093/Minerva\\_MRU\\_HRSonar\\_C/aeed3cee-4c11-45dd-9275-3f1e487a085a?t=1282122466739](https://www.ntnu.edu/documents/919518/1401093/Minerva_MRU_HRSonar_C/aeed3cee-4c11-45dd-9275-3f1e487a085a?t=1282122466739)
9. <http://subseaworldnews.com/wp-content/uploads/2013/03/VIDEO-IKM-Subseas-Merlin-WR200-ROV.jpg>
10. [http://2.bp.blogspot.com/-kqMmX\\_YhQBw/U0fYgE1Ak\\_I/AAAAAABHdk/unnxTw9xUk/s1600/Nereus.jpg](http://2.bp.blogspot.com/-kqMmX_YhQBw/U0fYgE1Ak_I/AAAAAABHdk/unnxTw9xUk/s1600/Nereus.jpg)
11. [http://www.oceanologyinternational.com/\\_novaimages/1145049?v=635899953289500000](http://www.oceanologyinternational.com/_novaimages/1145049?v=635899953289500000)
12. <http://subseaworldnews.com/wp-content/uploads/2012/03/REMUS-6000-LARS-2.jpg>
13. <http://web.whoi.edu/jurassicmagnetism/wp-content/uploads/sites/33/2014/12/sentry.jpg>
14. <http://cseweb.ucsd.edu/~cbarngrover/images/stingray.jpg>
15. [http://www.whoi.edu//cms/images/4\\_231462.jpeg](http://www.whoi.edu//cms/images/4_231462.jpeg)