

# AIS navigacijska pomagala

---

**Fučić, Mateo**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2024**

*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:187:071563>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-04-01**



**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](#)



**uniri** DIGITALNA  
KNJIŽNICA



**SVEUČILIŠTE U RIJECI  
POMORSKI FAKULTET**

**MATEO FUČIĆ**

**AIS NAVIGACIJSKA POMAGALA**

**ZAVRŠNI RAD**

Rijeka, 2024.

**SVEUČILIŠTE U RIJECI  
POMORSKI FAKULTET**

**AIS NAVIGACIJSKA POMAGALA  
 AIS AIDS TO NAVIGATION**

**ZAVRŠNI RAD  
BACHELOR THESIS**

Kolegij: Elektronička navigacija

Mentor: izv. prof. dr. sc. David Brčić

Student: Mateo Fučić

Studijski smjer: Nautika i tehnologija pomorskog prometa

JMBAG: 0112075040

Rijeka, rujan 2024.

Student: Mateo Fučić

Studijski program: Nautika i tehnologija pomorskog prometa

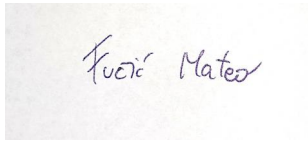
JMBAG: 0112075040

### IZJAVA O SAMOSTALNOJ IZRADI ZAVRŠNOG RADA

Kojom izjavljujem da sam završni rad s naslovom  *AIS navigacijska pomagala*  izradio samostalno pod mentorstvom izv. prof. dr. sc. David Brčića.

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

Student

A rectangular box containing a handwritten signature in blue ink that reads "Fučić Mateo".

Mateo Fučić

Student: Mateo Fučić

Studijski program: Nautika i tehnologija pomorskog prometa

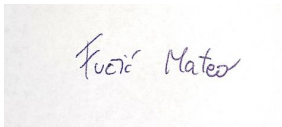
JMBAG: 0112075040

IZJAVA STUDENTA – AUTORA  
O JAVNOJ OBJAVI OBRANJENOG ZAVRŠNOG RADA

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

U svrhu podržavanja otvorenog pristupa završnim radovima trajno objavljenim u javno dostupnom digitalnom repozitoriju Pomorskog fakulteta, ovom izjavom dajem neisključivo imovinsko pravo iskorištavanja bez sadržajnog, vremenskog i prostornog ograničenja mog završnog rada kao autorskog djela pod uvjetima *Creative Commons* licencije CC BY Imenovanje, prema opisu dostupnom na <http://creativecommons.org/licenses/>

Student - autor

A rectangular box containing a handwritten signature in black ink. The signature reads "Fučić Mateo" in a cursive script.

Mateo Fučić

## SAŽETAK

AIS navigacijska pomagala predstavljaju ključni dio suvremenih pomorskih sustava za poboljšanje sigurnosti i učinkovitosti navigacije. AIS tehnologija omogućuje automatsko identificiranje plovila, precizno praćenje njihovih pozicija te pružanje važnih informacija o plovnim putovima i opasnostima na moru. AIS AtoN uređaji služe kao autonomna navigacijska pomagala, pružajući vitalne signale o geografskim položajima i operativnom statusu fizičkih i virtualnih navigacijskih markera. Njihova integracija u globalne pomorske informacijske sustave unapređuje koordinaciju i sigurnost plovidbe, čineći ih ključnim elementom modernizacije pomorske navigacije. Cilj ovog rada je istražiti važnost i ulogu AIS navigacijskih pomagala, s posebnim naglaskom na AIS AtoN uređaje, u kontekstu poboljšanja sigurnosti i efikasnosti pomorske navigacije. Rad će analizirati arhitekturu, operacije i primjenu AIS sustava u označavanju plovnih putova te istražiti njihovu ulogu u koordinaciji i sigurnosti pomorskog prometa. Uvođenje AIS navigacijskih pomagala značajno unapređuje sigurnost i efikasnost pomorske navigacije kroz precizno praćenje plovila i pravovremeno upozorenje na pomorske opasnosti.

Ključne riječi: pomorska navigacija, pomorske oznake, Sustav za automatsku identifikaciju, navigacijska pomagala AIS sustava.

## **SUMMARY**

AIS Aids to Navigation represent a critical component of modern maritime systems aimed at enhancing navigation safety and efficiency. AIS technology enables automatic vessel identification, precise tracking of their positions, and provision of important information about sea lanes and maritime hazards. AIS AtoNs serve as autonomous navigation aids by providing vital signals about the geographical positions and operational status of physical and virtual navigation markers. Their integration into global maritime information systems improves coordination and navigational safety, making them pivotal in the modernization of maritime navigation. The aim of this study is to explore the importance and role of AIS navigation aids, with a specific focus on AIS AtoN devices, in enhancing maritime navigation safety and efficiency. The paper will analyze the architecture, operations, and application of AIS systems in marking sea lanes, as well as investigate their role in coordinating and securing maritime traffic. The introduction of AIS navigation aids significantly enhances maritime navigation safety and efficiency through precise vessel tracking and timely warning of maritime hazards.

**Keywords:** maritime navigation, maritime markers, Automatic Identification System, AIS Aids to Navigation

# SADRŽAJ

<b>SAŽETAK .....</b>	<b>I</b>
<b>SUMMARY .....</b>	<b>II</b>
<b>SADRŽAJ.....</b>	<b>III</b>
<b>1. UVOD.....</b>	<b>1</b>
<b>2. POMORSKA NAVIGACIJA .....</b>	<b>3</b>
2.1. OPĆENITO.....	5
2.2. PODJELA POMORSKE NAVIGACIJE .....	5
2.3. ZNAČAJKE OBALNE NAVIGACIJE.....	8
<b>3. OZNAČAVANJE PLOVNIH PUTOVA .....</b>	<b>10</b>
3.1. IALA SUSTAV A I B .....	10
3.1.1. <i>Lateralne i kardinalne oznake</i> .....	11
3.1.2. <i>Oznake usamljene opasnosti</i> .....	12
3.1.3. <i>Oznake sigurne vode</i> .....	13
3.1.4. <i>Posebne oznake</i> .....	14
3.1.5. <i>Svjetlosna identifikacija plutača</i> .....	14
3.2. RACON .....	14
3.3. RAMARK.....	16
<b>4. SUSTAV ZA AUTOMATSKU IDENTIFIKACIJU .....</b>	<b>17</b>
4.1. NAČIN RADA AIS SUSTAVA .....	19
4.2. KLASE AIS UREĐAJA.....	20
4.2.1. <i>Klasa A</i> .....	20
4.2.2. <i>Klasa B</i> .....	21
4.3. AIS SART.....	22
4.4. BAZNE STANICE.....	22
4.5. SATELITSKI AIS .....	23
<b>5. AIS NAVIGACIJSKA POMAGALA .....</b>	<b>25</b>
5.1. VRSTE AIS AtoN-a .....	27
5.2. NAČIN RADA I TEHNIČKE KARAKTERISTIKE AIS NAVIGACIJSKIH POMAGALA.....	30
<b>6. ZAKLJUČAK .....</b>	<b>31</b>
<b>LITERATURA.....</b>	<b>32</b>
<b>KAZALO KRATICA .....</b>	<b>34</b>
<b>POPIS SLIKA .....</b>	<b>35</b>



## 1. UVOD

Navigacijska pomagala Sustava za automatsku navigaciju (engl. *Automatic Identification System – AIS*) predstavljaju ključni element suvremene navigacijske tehnologije koja omogućava sigurnu i učinkovitu plovidbu te poboljšava obalnu navigaciju. AIS sustav je osmišljen tako da omogućuje brodovima i obalnim stanicama razmjenu informacija u stvarnom vremenu putem VHF radijskih signala. Ovaj sustav je izuzetno važan za sigurnost na moru jer omogućuje precizno praćenje i identifikaciju plovila, što smanjuje rizik od sudara i nesreća. Koncept AIS temelji se na automatskom prijenosu podataka o položaju, brzini, smjeru plovidbe i drugim ključnim informacijama između plovila i obalnih stanica. To omogućuje kapetanima i operaterima brodova da neprestano prate obližnje brodove i pravovremeno reagiraju na moguće opasnosti. Osim toga, AIS igra ključnu ulogu u zaštiti okoliša jer poboljšava navigacijsku preciznost, smanjujući rizik od nesreća koje bi mogle prouzročiti izlivanje opasnih tvari u more.

Označavanje plovnih puteva je od presudne važnosti za sigurnu navigaciju. Plovni putevi su označeni različitim navigacijskim pomagalima poput svjetionika, plutača, plovaka i oznaka koje pomažu navigatorima u određivanju točne pozicije plovila te usmjeravanju kroz sigurne i određene rute. AIS nadopunjuje ova tradicionalna navigacijska pomagala pružanjem digitalnih podataka u stvarnom vremenu, što dodatno povećava sigurnost i pouzdanost plovidbe. Smisao i značaj označavanja plovnih puteva očituje se u smanjenju rizika od nesreća, učinkovitijem upravljanju pomorskim prometom i poboljšanoj zaštiti morskog okoliša. AIS omogućuje bolju koordinaciju između brodova i luka, što vodi do veće učinkovitosti pomorskog prometa. Pomoću AIS sustava, lučke vlasti i obalne stanice mogu precizno pratiti promet, upravljati plovilima u lukama te osigurati da se plovila sigurno i učinkovito kreću kroz obalne vode.

AIS navigacijska pomagala tako su postala nezamjenjiv dio suvremene pomorske navigacije koja korištenjem napredne tehnologije doprinosi sigurnijoj, učinkovitijoj i okolišu prihvatljivijoj plovidbi. Njihovom pomoći moguće je postići visok stupanj situacijske svijesti, što je od ključne važnosti za uspješno upravljanje plovidbom na moru.

Ovaj rad sastoji se od šest poglavlja. Nakon prvog uvodnog poglavlja, u kojem se uvodi u temu i iznosi osnovne informacije, slijedi detaljnija rasprava o pomorskoj navigaciji. Drugo poglavlje pruža općenite informacije o pomorskoj navigaciji te njezinu podjelu prema

različitim kriterijima. Razmatra se podjela pomorske navigacije prema kategorijama i područjima plovidbe, s posebnim naglaskom na navigaciju u obalnim područjima. Također se analiziraju ključne značajke obalne navigacije, uključujući izazove i specifične tehnike koje se koriste u ovom kontekstu.

Treće poglavlje posvećeno je označavanju plovnih putova, što je ključna komponenta za sigurnu plovidbu. Detaljno se opisuje IALA sustav A i B, koji uključuje lateralne i kardinalne oznake, oznake usamljene opasnosti, oznake sigurne vode i specijalne oznake. Također se razmatra svjetlosna identifikacija plutača, koja igra važnu ulogu u noćnoj navigaciji i u uvjetima smanjene vidljivosti. U ovom poglavlju objašnjavaju se i sustavi RACON i RAMARK, koji dodatno poboljšavaju sigurnost i preciznost navigacije.

Četvrto poglavlje bavi se Sustavom za automatsku identifikaciju. Opisuje se način rada AIS sustava, koji omogućuje razmjenu informacija o položaju, brzini i smjeru plovidbe između brodova i obalnih stanica u stvarnom vremenu. Poglavlje također obrađuje različite klase AIS uređaja, uključujući klasu A, koja se koristi na komercijalnim plovilima, i klasu B, namijenjenu manjoj plovidbi. Dodatno, raspravlja se o AIS transponderima za traženje i spašavanje (engl. *Search and Rescue Transponder – SART*), baznim stanicama koje podržavaju rad AIS sustava, te o satelitskom AIS-u, koji omogućuje praćenje plovila na globalnoj razini.

Peto poglavlje fokusira se na AIS navigacijska pomagala, poznata kao AIS pomoć za navigaciju (engl. *Aids to Navigation – AtoN*). Ovdje se opisuju različite vrste AIS AtoN-a, njihov način rada i tehničke karakteristike. Analizira se kako ova pomagala pomažu u označavanju plovnih putova i pružanju dodatnih informacija navigatorima, čime se povećava sigurnost i učinkovitost plovidbe.

U završnom, šestom poglavlju, iznosi se zaključak rada. Sumiraju se ključne točke i značajke obrađenih tema te se naglašava važnost AIS navigacijskih pomagala za sigurnu i učinkovitu pomorsku navigaciju. Zaključak također ukazuje na buduće smjerove razvoja i implementacije ovih tehnologija, s ciljem daljnjeg unapređenja sigurnosti na moru i zaštite morskog okoliša.

## 2. POMORSKA NAVIGACIJA

Više od 90 % svjetske trgovine odvija se morskim putem. U posljednjim desetljećima dvadesetog stoljeća, pomorski transport doživio je značajne promjene i tehnološke inovacije. Automatizacija i optimizacija procesa prekrcanja uvedene su u pomorski prijevoz, a tehnološki napredak zabilježen je i u gradnji brodova. S porastom svjetske tonaže, povećani su i parametri brodova koji prevoze generalni i rasuti teret. Godine 1971. izgrađen je prvi brod s nosivošću tereta od 372 400 tona. Počeli su se graditi specijalizirani brodovi, a promjene u tehnologiji transporta dovele su do modifikacija modela pomorske navigacije. Sve ove promjene inicirala je Međunarodna pomorska organizacija (engl. *International Maritime Organization* – IMO) putem pravnih instrumenata poput konvencija, rezolucija, priručnika i programa za razvoj tehničkih sustava u pomorskom transportu (Jurdziński, 2018).

Ekonomski pritisci uzrokovali su povećanu konkurenciju među brodovlasnicima. Ekonomska borba na tržištima prijevoza potaknula je razvoj transporta i tehnologija za rukovanje teretom i prekrcanj. Smanjenje troškova pomorskog prijevoza tereta ovisilo je o operativnim troškovima broda. Ključnu ulogu u postizanju učinkovitosti igrali su fiksni i varijabilni troškovi, uključujući prilagodbu brodova određenim linijama, troškove goriva i optimizaciju navigacije. Razvijeni su pouzdani modeli vremenskih prognoza. Tehnologije utovara, istovara i prijevoza tereta bile su važan element u procesu pomorskog transporta, a parametri broda, poput nosivosti i gaza, ključni za procjenu učinkovitosti (Olsen, 2024).

Uvođenje kontejnerizacije tereta predstavljalo je revolucionarnu promjenu koja je smanjila troškove prijevoza generalnog tereta morskim putem. Veličina nosivosti broda za rasuti teret određivala se prema vrsti tereta i uvjetima na ruti. Godine 1947. ISO je započeo standardizaciju kontejnera, a prvi kontejner patentirao je 1956. M. McLean. Godine 1966. isplovio je prvi brod s 236 kontejnera, a 1968. izgrađen je kontejnerski brod kapaciteta 1000 TEU-a. Između 1970. i 1980. došlo je do brzog razvoja kontejnerske tehnologije, te je 1983. godine u upotrebi bilo oko 12 milijuna kontejnera (Jurdziński, 2014).

Primjena kontejnerizacije diljem svijeta dodatno je potaknula globalizaciju pomorske trgovine. Kontejnerski brodovi plovili su brzinama većim od 20 čvorova, zahtijevajući preciznu navigaciju. Novi navigacijski modeli omogućili su pravovremeni dolazak brodova u luke. Nakon 2000. godine izgrađeni su veliki kontejnerski brodovi kapaciteta preko 3000

TEU-a, koji su korišteni na azijskim i američkim linijama. Godine 2000. zabilježen je promet od 300 milijuna 20-stopnih kontejnera diljem svijeta, što je dovelo do razvoja komercijalnih procesa kao što je lanac "od vrata do vrata". Kontejnerizacija je omogućila veću učinkovitost transporta tereta, što se jasno vidi u smanjenju troškova prekrcaja (Jurdziński, 2018).

Specijalizacija tonaže dovela je do izgradnje velikih brodova s gazom iznad 15-20 metara, što je izazvalo probleme u plitkim područjima poput luka i plovnih putova. Pojavila se potreba za pomoći sa kopna u kontroli kretanja brodova, a razvoj kompjuterizacije otvorio je nove mogućnosti za navigacijsku tehnologiju. Navigatori na mostovima brzih brodova primali su sve više informacija te im je bila potrebna pomoć sa kopna kako bi se nosili s njima. Konkurencija je potaknula korištenje znanstvenih i tehnoloških dostignuća u plovidbi, uključujući primjenu Kalmanovog filtra za obradu informacija i integraciju navigacije (Jurdziński, 2018).

Razvoj obalnih sustava podržavao je odluke kapetana u navigaciji brodom u područjima pokrivenim Sustavom upravljanja pomorskim prometom (engl. *Vessel Traffic Management* – VTS). Specijalizirani centri pružali su savjete za optimizaciju prolaza broda. Uvedeni su sustavi za razdvajanje prometa u zagušenim područjima i teško plovnim vodama, primijenjeni su radarni algoritmi za izbjegavanje sudara te razvijeni računalni sustavi za podršku radarnoj opservaciji kretanja broda (engl. *Automatic radar plotting aids* – ARPA). Uspostavljeni su globalni sustavi pozicioniranja (engl. *Global positioning systems* – GPS), a umjetni sateliti korišteni su za pomorsku komunikaciju. Stvoren je sustav za uzbunjivanje u nuždi (engl. *Global Maritime Distress and Safety System* – GMDSS), te su razvijeni novi modeli elektroničkih karata. Planiranje prolaza broda od pristaništa u luci A do pristaništa u luci B postalo je obavezno (Jurdziński, 2018).

Krajem 90-ih godina elektroničke karte i ECDIS sustav postali su široko korišteni u brodarstvu, a u budućnosti će zamijeniti papirnate karte na brodovima. Stvoren je dinamički model za određivanje slobodne visine ispod kobilice, te se na standardiziranim navigacijskim mostovima koristi integrirana pomorska navigacija. Novi model e-navigacije razvija se već godinama na IMO forumu, a automatska identifikacija brodova na mostovima je obavezna, čime se započinje proces stvaranja novog navigacijskog sustava (Jurdziński, 2018).

U nastavku poglavlja biti će više riječi o općenito o pomorskoj navigaciji, podjeli pomorske navigacije te o značajkama obalne navigacije.

## 2.1. OPĆENITO

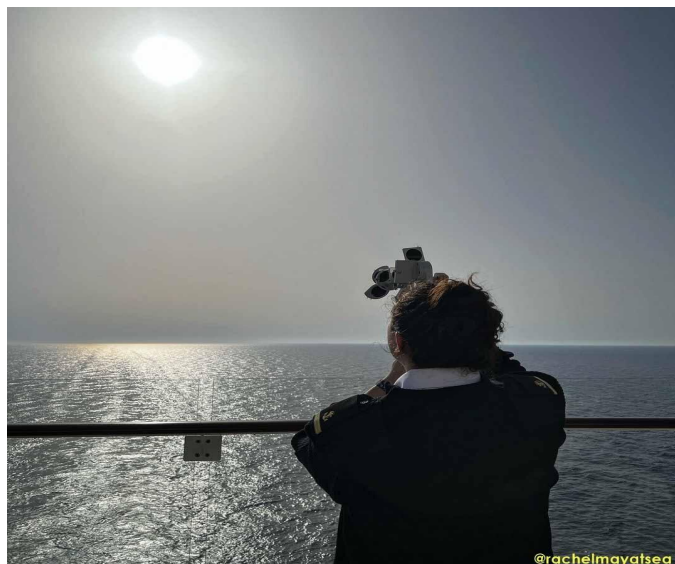
Navigacija, što potječe od latinskih riječi "*navis*" (što znači "brod") i "*agere*" (što znači "voditi"), označava precizan proces određivanja položaja i upravljanja kretanjem plovila ili vozila duž željenog kursa. Pomorska navigacija prema definiciji Međunarodne pomorske organizacije obuhvaća proces planiranja, bilježenja i kontroliranja kretanja plovila s jednog mjesta na drugo. Također se smatra vrstom ljudske aktivnosti koja se odvija na moru (Urbański i sur. 2007).

Ovaj proces postiže se usporedbom položaja navigatora s poznatim lokacijama ili obrascima. U ranim fazama, instrumenti poput kvadranta (za mjerenje visine polarne zvijezde ili podnevnog sunca), astrolaba i sekstanta koristili su se za određivanje zemljopisne širine. Zemljopisna dužina, pak, fiksirana je korištenjem kronometara i tablica koje su prikazivale godišnje položaje nebeskih tijela. Prvi istraživači svjetskih oceana razvili su standardne metode za promatranje i bilježenje svoje lokacije, ruta putovanja, vjetrova i strujanja, kao i drugih korisnih podataka. Ovi zapisi, dnevnici i bilježnice omogućili su im da sigurno navigiraju i vrate se kući, pridodavajući vrijedna znanja pomorskoj zajednici (Urbański i sur. 2007).

## 2.2. PODJELA POMORSKE NAVIGACIJE

Pomorska navigacija obuhvaća kompleksan skup tehnika i metoda koje se koriste za vođenje brodova na moru. Ona se temelji na preciznom određivanju položaja plovila i sigurnom upravljanju njegovim kretanjem. Jedna od najstarijih metoda je terestrička navigacija, koja se oslanja na zemaljske orijentire poput svjetionika, obalnih struktura ili prirodnih geografskih obilježja kao što su planine ili riječne delte. Ovi vizualni orijentiri pomažu navigatorima da sigurno manevriraju u obalnim vodama, prateći rutu i izbjegavajući opasnosti (Urbański i sur. 2007).

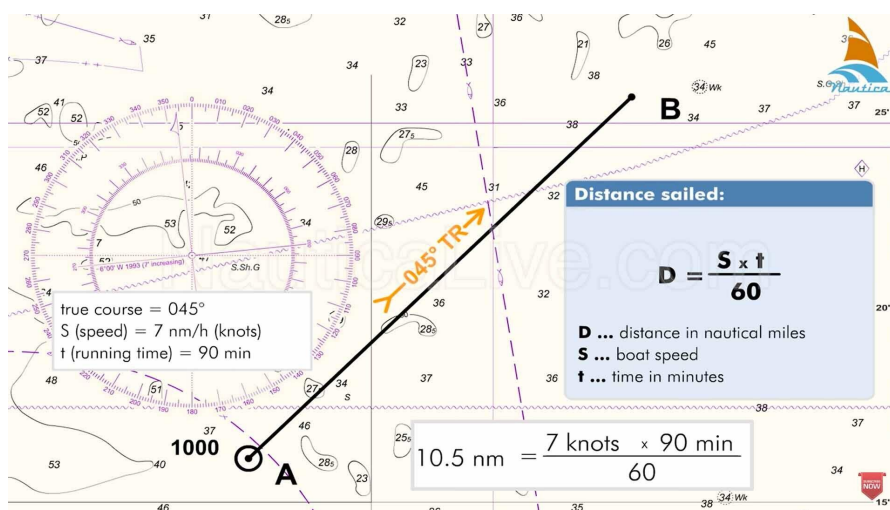
Nebeska navigacija predstavlja drugi ključni aspekt pomorske navigacije, koristeći nebeske objekte poput sunca, mjeseca, zvijezda i planeta za određivanje položaja broda. Pomorci koriste instrumente poput pomorskog sekstanta za mjerenje nadmorske visine nebeskih tijela, a rezultate pretvaraju u geografske koordinate pomoću matematičkih tablica i sferne trigonometrije. Ova metoda je bila ključna za povijesna otkrića i istraživanja svjetskih oceana (Gibi, 2023).



Slika 1. Uzimanje nadmorske visine sunca pomoću sekstanta

Izvor: <https://www.seamanmemories.com/types-marine-navigation/>

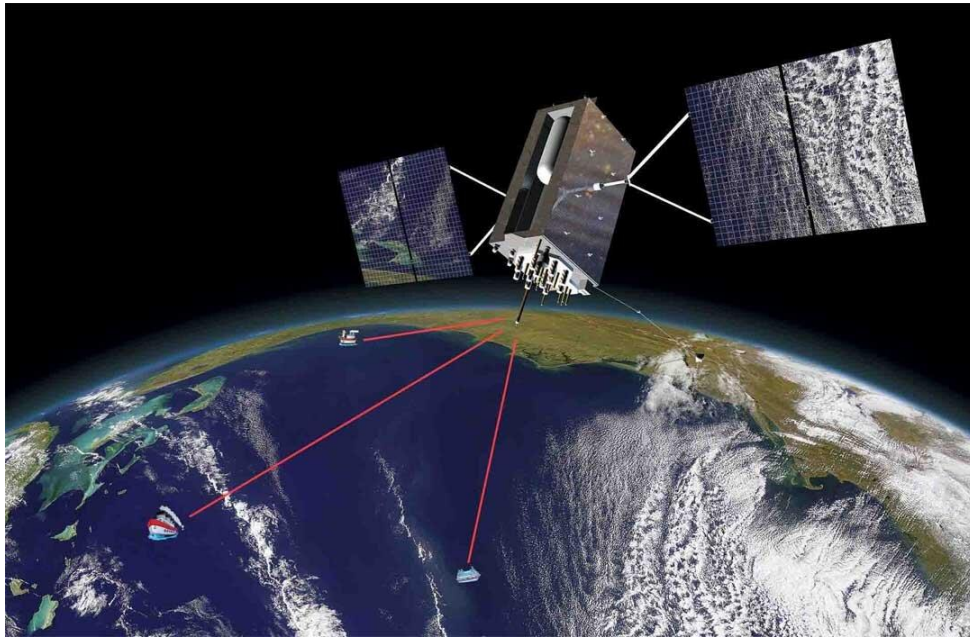
Metoda zbrojene pozicije (engl. *Dead Reckoning* – DR), predstavlja treću važnu komponentu pomorske navigacije. Koristi se kada nisu dostupni ili pouzdani nebeski objekti ili zemaljski orijentiri. Temelji se na prethodno poznatoj poziciji broda, tečaju, brzini i vremenu kako bi se izračunala nova pozicija. Ova tehnika je ključna u situacijama kada su vremenski uvjeti nepovoljni za vizualno snalaženje ili kada je potrebno brzo reagirati na promjene u uvjetima plovidbe (Gibi, 2023).



Slika 2. Jednostavna formula za određivanje položaja broda u mrtvom položaju i njegovo ucertavanje u pomorsku kartu

Izvor: <https://www.seamanmemories.com/types-marine-navigation/>

Napredak u tehnologiji doveo je do razvoja elektroničke navigacije kao dominantnog sistema u suvremenom pomorstvu. Globalni sustav pozicioniranja, radarski sustavi, elektroničke karte i drugi elektronički uređaji omogućuju pomorcima precizno određivanje i praćenje položaja plovila. Ovi sustavi su integrirani u šire pomorske navigacijske sustave, pružajući sigurnost, točnost i efikasnost u vođenju brodova diljem svjetskih oceana (Gibi, 2023).



*Slika 3. Elektronička navigacija GPS*

*Izvor: <https://www.seamanmemories.com/types-marine-navigation/>*

U 20. stoljeću, razvoj elektroničke navigacije uveo je radarske sustave i satelitsku navigaciju, čime je pomorska navigacija postala preciznija i pouzdanija. Globalni sustav za automatsku identifikaciju omogućio je brodovima razmjenu identifikacijskih podataka i navigacijskih informacija putem VHF radija, čime su poboljšane sigurnost plovidbe i efikasnost komunikacije između brodova. U suvremenom dobu, autopiloti i satelitsko povezivanje omogućuju brodovima da slijede planirane staze i rutine, uz mogućnost automatskog upravljanja u određenim uvjetima. Ovi sustavi integriraju informacije s radarima, elektroničkim kartama i drugim navigacijskim alatima kako bi se osigurala točnost i sigurnost plovidbe, čak i u uvjetima niske vidljivosti ili složenim pomorskim situacijama (Kopacz i sur. 2004).

Napredak u komunikacijskoj tehnologiji, uključujući satelitske veze i mobilne podatkovne mreže, omogućio je brodovima pristup informacijama o vremenskim uvjetima, navigacijskim opasnostima i drugim relevantnim podacima u stvarnom vremenu. Ova povezanost također podržava sigurnost plovidbe pružajući brzu razmjenu informacija između brodova i obale. U budućnosti, očekuje se daljnji razvoj navigacijskih tehnologija kroz primjenu umjetne inteligencije, strojnog učenja i proširene stvarnosti. Ove tehnologije mogu dodatno optimizirati sigurnost, efikasnost i održivost pomorskih operacija, osiguravajući da pomorska navigacija nastavi evoluirati kako bi odgovorila na izazove suvremenog plovidbenog okruženja (Patraiko, 2007).

### **2.3. ZNAČAJKE OBALNE NAVIGACIJE**

Obalna navigacija predstavlja kompleksnu operaciju koja se odvija uz samu obalu mora ili oceana, karakterizirana specifičnim izazovima i zahtjevima koji se razlikuju od navigacije na otvorenom moru. Jedna od ključnih karakteristika obalne navigacije jest prisutnost brojnih navigacijskih opasnosti koje mogu uključivati plićake, podvodne stijene, bove i druge prepreke koje zahtijevaju pažljivo praćenje i planiranje ruta plovidbe. Uz navigacijske opasnosti, obalna područja često su obuhvaćena specifičnim navigacijskim ograničenjima kao što su brzina plovidbe, zone zabrane ili posebni pomorski kanali. Ova ograničenja zahtijevaju precizno pridržavanje kako bi se osigurala sigurnost plovidbe i zaštita okoliša (Jeffrey, 2023).

Dodatno, obalna navigacija uključuje i operacije kao što su pristajanje, sidrenje i manevarske radnje koje zahtijevaju visoku razinu vještina i pažnje. Ovi procesi često ovise o specifičnim uvjetima plime i oseke te vjetrovima, što dodatno komplicira operacije pored obale. Komunikacija je ključni aspekt obalne navigacije, kako s drugim plovilima tako i s obalnim vlastima. Upravljanje prometom u luci, dogovaranje pristajanja i koordinacija s obalnim sustavima podrške poput službe za promet plovila važni su za sigurnu i učinkovitu navigaciju. Složenost obalne navigacije dodatno se pojačava u situacijama loših vremenskih uvjeta, poput jakih vjetrova ili smanjene vidljivosti, što zahtijeva intenzivniju upotrebu navigacijskih alata poput radara, GPS-a i drugih modernih tehnologija. Konačno, obalna navigacija zahtijeva integraciju s obalnim sustavima podrške i strogo poštivanje pomorskih regulativa kako bi se osigurala sigurnost plovidbe, zaštita okoliša te efikasnost pomorskih operacija (Jeffrey, 2023).





### 3. OZNAČAVANJE PLOVNIH PUTOVA

Označavanje plovnih putova je esencijalni element pomorske navigacije koji omogućuje sigurno kretanje brodova na morima, oceanima i unutarnjim vodama. To uključuje postavljanje svjetionika, plutača, baklji, signalnih svjetala i drugih navigacijskih oznaka koje omogućuju pomorcima da izbjegnu opasna područja te pristupe lukama i obalama uz održavanje navigacijske sigurnosti. Različite vrste oznaka pružaju različite informacije, a njihove karakteristike poput boje, oblika, svjetlosnih obrazaca i položaja dizajnirane su kako bi pomogle u prepoznavanju i tumačenju navigacijskih signala (Plovput, 2024).

U unutarnjim morskim vodama i teritorijalnom moru Republike Hrvatske, navigacijske oznake igraju ključnu ulogu u osiguravanju sigurnog kretanja plovila. One obilježavaju bočne granice plovnih kanala, prirodne navigacijske opasnosti poput podrtina, kao i druge prepreke za plovidbu. Također, označavaju navigacijski značajna područja, objekte te nove opasnosti za plovidbu. Sustav obilježavanja uključuje nekoliko vrsta oznaka koje se mogu koristiti pojedinačno ili u kombinaciji, uključujući lateralne oznake koje označavaju lijevu i desnu stranu plovnog puta, kardinalne oznake za označavanje sigurne strane plovnog puta, te oznake usamljenih opasnosti i sigurnih voda. Svaka oznaka ima specifične karakteristike koje omogućuju pomorcima da ih prepoznaju i interpretiraju. Danju, oznake se prepoznaju po obliku, znaku na vrhu i boji, dok noću karakteristike uključuju boju, sektor vidljivosti i ritam svjetla. Osim toga, na oznake se mogu postaviti svjetla, znakovi i uređaji koji dodatno poboljšavaju njihovu vidljivost i prepoznatljivost. Sustav obilježavanja plovnih putova uključuje različite vrste oznaka, poput stalnih (zidanih), plutajućih, podvodnih, zglobnih – elastičnih te elektroničkih balisaža, što osigurava pokrivenost i raznolikost u obilježavanju različitih vrsta plovnih situacija i opasnosti (Plovput, 2024).

#### 3.1. IALA SUSTAV A I B

Medunarodne organizacije čije su aktivnosti usmjerene na sigurnost plovidbe mogu se klasificirati prema njihovom fokusu i djelovanju. Postoje organizacije koje se isključivo bave sigurnošću plovidbe, kao i one koje sigurnost plovidbe uključuju kao jednu od svojih aktivnosti. Primjer organizacije koja se striktno bavi sigurnošću plovidbe je Međunarodno udruženje svjetioničarskih tijela (engl. *International Association of Lighthouse Authorities* – IALA). Ova organizacija, osnovana kako bi unaprijedila sigurnost plovidbe, prihvatila je

1980. godine IALA sustav označavanja plovnih putova. Sustav se sastoji od pet osnovnih elemenata: lateralni sustav označavanja, kardinalni sustav označavanja, oznake usamljenih opasnosti, oznake sigurnih voda te posebne oznake (UNIZD, 2023).

Sustav IALA podijeljen je u dvije regije: Regiju A i Regiju B. U Regiji A, koja obuhvaća Europu, Australiju, Novi Zeland, Afriku, Zaljev i neke azijske zemlje, crvene oznake postavljaju se s lijeve strane plovila kada se plovi prema gore po toku ili u luku ("crveno lijevo kada se plovi prema gore - red on port when heading upstream"). Nasuprot tome, u Regiji B, koja uključuje Ameriku, Japan, Koreju, Filipine i druge azijske zemlje, crvene oznake postavljaju se s desne strane plovila u istim situacijama ("crveno desno kada se plovi prema gore - red on starboard when heading upstream"). Oba područja koriste crvenu i zelenu boju za označavanje bočnih granica plovnih putova ili kanala, no raspored boja je suprotan. Osim bočnih oznaka, IALA sustav obuhvaća i kardinalne oznake, oznake opasnosti, posebne oznake te oznake za sigurnu vodu, pri čemu svaka ima svoje karakteristične boje, oblike i svjetlosne uzorke (Marin, 2019).



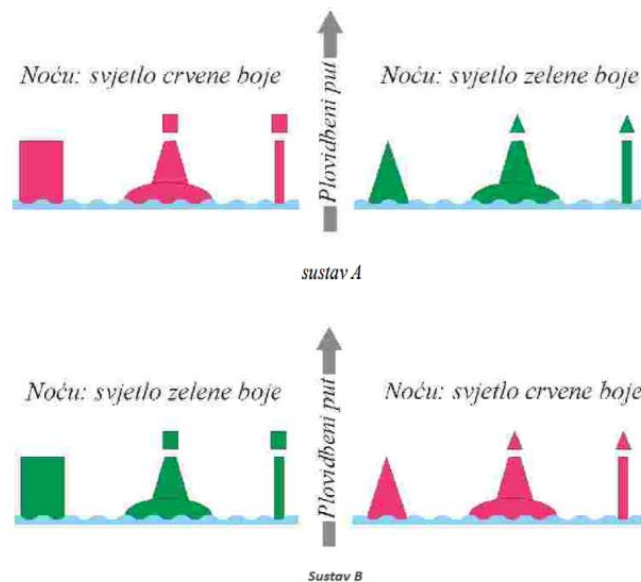
*Slika 4. IALA regije A i B*

*Izvor: <https://www.linkedin.com/pulse/iala-buoyage-explained-deck-cadet-eduard-marin>*

### **3.1.1. Lateralne i kardinalne oznake**

U unutarnjim morskim vodama i teritorijalnom moru države, plovni putovi se označavaju kombiniranim kardinalnim i lateralnim sustavom obilježavanja prema međunarodnom IALA sustavu. Lateralne oznake koriste se za označavanje bočnih granica navigacijskih kanala ili plovnih putova. One su postavljene s obzirom na desnu ili lijevu stranu plovila pri povratku iz mora kako bi navigatorima pomogle da ostanu unutar sigurnih navigacijskih područja. Boje i oblici lateralnih oznaka variraju ovisno o regiji, A ili B. U Regiji A, crvene oznake postavljaju se na lijevoj strani plovila pri povratku iz mora, dok su zelene na desnoj strani. Crvene oznake obično imaju cilindrični ili ravan oblik, dok su zelene

oznake često konusne ili šiljaste. U Regiji B, raspored boja je obrnut: crvene oznake su na desnoj strani, a zelene na lijevoj. Crvene oznake u ovoj regiji obično su konusne ili šiljaste, dok su zelene cilindrične ili ravne (Perčić,2015).



Slika 5. Lateralno označavanje-sustav A i B

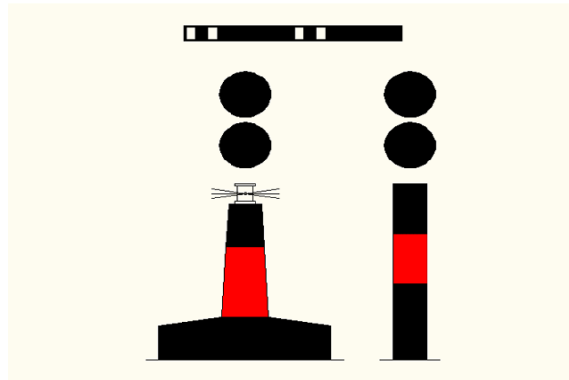
Izvor: [https://www.unizd.hr/Portals/1/nastmat/Terestrika/AF\\_Terestrika6.PDF](https://www.unizd.hr/Portals/1/nastmat/Terestrika/AF_Terestrika6.PDF)

Kardinalne oznake označavaju položaj opasnosti i pokazuju smjer sigurne plovidbe u odnosu na opasnost. One su važan dio međunarodnog sustava pomoći za navigaciju, koriste se za označavanje položaja opasnih točaka poput hridi, grebena ili plićina. Postoje četiri vrste kardinalnih oznaka: sjeverna, istočna, južna i zapadna, svaka s karakterističnim bojama i vrhovima. Navigacijska pravila zahtijevaju da plovila plove tako da izbjegavaju opasnosti označene kardinalnim oznakama, ovisno o smjeru iz kojeg dolaze. Svaka kardinalna oznaka ima specifičan ritam svjetlosnih signala koji se koristi za određivanje vrste oznake i sigurnog smjera plovidbe, posebno korisno u uvjetima loše vidljivosti ili noću (Perčić,2015).

### 3.1.2. Oznake usamljene opasnosti

Oznake usamljene opasnosti su dio međunarodnog sustava označavanja plovila kojim se signaliziraju pojedinačne opasnosti poput hridi, olupina ili manjih grebena koji predstavljaju rizik za navigaciju, ali oko kojih postoji sigurna voda. Namijenjene su označavanju opasnosti koje se nalaze unutar ograničenog područja. Ove oznake imaju karakteristične boje: crveno i crno horizontalno prugaste, s crvenim prugama iznad i ispod crnih. Na vrhu oznake nalaze se dvije crne kugle jedna iznad druge, dok emitiraju bijelo

svjetlo u grupama od dva treptaja. Nalazak oznake usamljene opasnosti upućuje na to da se opasnost nalazi neposredno ispod ili vrlo blizu oznake. Sigurna voda okružuje oznaku, i plovila bi trebala proći oko nje na sigurnoj udaljenosti kako bi izbjegla opasnost koju signalizira oznaka. Plovila trebaju pažljivo navigirati u blizini ovih oznaka, koristeći navigacijske karte i druge dostupne resurse kako bi precizno utvrdili prirodu i točan položaj opasnosti (Plovput, 2023).

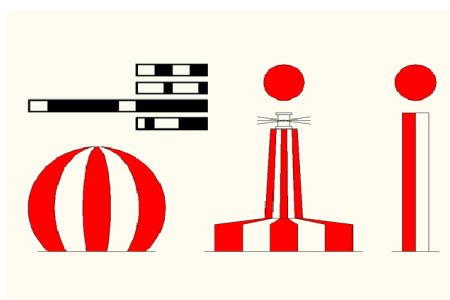


*Slika 6. Oznaka usamljene opasnosti*

*Izvor: <https://www.plovput.hr/pomorska-signalizacija/oznacavanje-plovnih-putova/oznake-usamljene-opasnosti>*

### **3.1.3. Oznake sigurne vode**

Oznake sigurnih voda mogu imati oblik kugle, stupa ili motke, a obojene su okomitim crvenim i bijelim prugama. Ako oznaka sigurnih voda ima oblik stupa ili motke, obavezno ima na vrhu crvenu kuglu. Svjetlo oznake je bijele boje i može treptati u pravilnim intervalima ili imati jedan dugi bljesak svakih 10 sekundi. Bijelo svjetlo može također imati dva bljeska u grupi, prvi kratki i drugi dugi, što predstavlja slovo A po Morseovoj abecedi. Ove oznake signaliziraju da je oko njih sigurna dubina, često označujući središnji dio kanala. Oznake sigurnih voda pružaju alternativu lateralnim ili kardinalnim oznakama u takvim slučajevima (Plovput, 2023).

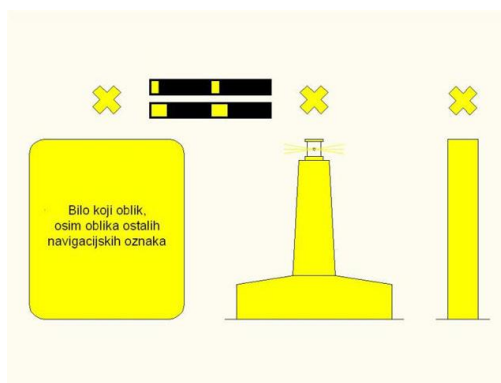


*Slika 7. Oznaka sigurne vode*

Izvor: <https://www.plovput.hr/pomorska-signalizacija/oznacavanje-plovnih-putova/oznake-sigurnih-voda>

### 3.1.4. Specijalne oznake

Posebne oznake u pomorskoj navigaciji imaju raznovrsne funkcije koje su od vitalnog značaja za sigurnost i organizaciju pomorskog prometa. One uključuju označavanje sustava za prikupljanje podataka na otvorenom moru, razdvajanje prometa, odlaganje materijala, zone vojnih vježbi, položaje kabela i cjevovoda, zone rekreacije te ribogojilišta. Ove oznake su boje žute kako bi se jasno istaknule, a njihov oblik je pažljivo odabran kako bi bio logičan u kontekstu njihove namjene. Noću, svjetlost koju emitiraju je žute boje, razlikujući se od svjetlosnih karakteristika koje imaju lateralne ili kardinalne oznake, čime se osigurava jasna identifikacija i razumijevanje njihove svrhe u svim uvjetima (Plovput, 2023).



Slika 8. Specijalne oznake

Izvor: <https://www.plovput.hr/pomorska-signalizacija/oznacavanje-plovnih-putova/posebne-oznake>

### 3.1.5. Svjetlosna identifikacija plutača

Svjetlosna identifikacija plutača je ključna tehnologija koja omogućuje precizno praćenje položaja ili prisutnosti plutača u različitim okruženjima. Koristi se različitim metodama i komponentama za postizanje točne identifikacije, uključujući svjetlosne izvore kao što su LED diode ili laseri za osvjetljavanje plutača, optičke senzore poput fotodioda ili fotootpornika za detekciju reflektirane ili prekinute svjetlosti od plutača, te sustave za obradu podataka poput mikrokontrolera ili računalnih sustava za interpretaciju informacija o njihovom položaju (Mukherjee, 2021).

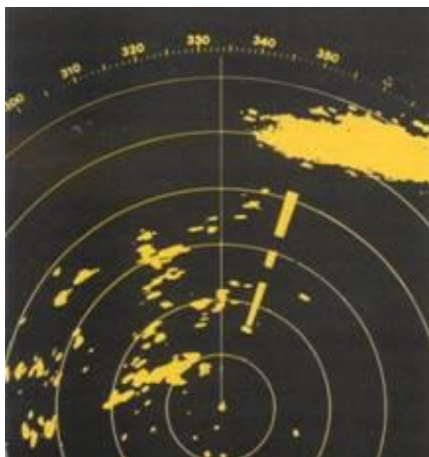
## 3.2. RACON

Racon, poznat i kao *RAdar beaCON*, široko se koristi u pomorskoj industriji kako bi pomogao pomorcima u identifikaciji lokacija fiksnih ili plutajućih navigacijskih sredstava. Ovaj uređaj radi primanjem i odašiljanjem podataka putem Morseovog koda kad detektira radarski signal. Signali se emitiraju na istoj frekvenciji kao i radarski signal, što omogućuje da se signal automatski prikaže na radaru broda. Racon se često koristi u visokorizičnim područjima kako bi istaknuo kritična navigacijska sredstva kao što su svjetionici, velike navigacijske plutače, pripad i zapriječene obale, offshore platforme, vodeće linije, sheme razdvajanja prometa te nova ili neistražena područja. Njegova primarna prednost je u pouzdanosti i dostupnosti, jer njegov signal ostaje vidljiv na radaru čak i u teškim vremenskim uvjetima poput magle ili loših uvjeta mora, pomažući pomorcima u donošenju navigacijskih odluka. Raconi su jednostavni uređaji visokog odziva koji emitiraju na uobičajenim frekvencijama X-pojava (10GHz) i/ili S-pojava (3GHz) za specijalizirane primjene. Njihov domet doseže do 15 NM, što je znatno više od standardnih navigacijskih pomoći. Za optimalno funkcioniranje potrebna je jasna linija gledanja kako bi se izbjegle prepreke koje mogu ometati Racon signal (Sealite, 2021).



*Slika 9. Radarski primopredajnik (RACON)*

*Izvor: <https://wealthmarine.com.sg/products/wm-rbii-radar-beacon-racon/>*



*Slika 10. Prikaz Racon markera na zaslonu*

*Izvor: [https://cdn.mesemar.com/wp-content/uploads/MSM-Academy\\_Radar-Beacons\\_RACON.pdf](https://cdn.mesemar.com/wp-content/uploads/MSM-Academy_Radar-Beacons_RACON.pdf)*

Tehnički parametri Racona uključuju veličinu antene koja ovisi o pojasevima prijenosa, frekvenciju prijammnika, period blokiranja, duljinu impulsa primarnog radara, frekvenciju odašiljača, kašnjenje nakon primitka signala, Morseovo kodiranje za identifikaciju i trajanje signala.

Raconi se često napajaju baterijom (12V) i pune solarnim panelima, a mogu se lako programirati putem prijenosnog računala povezanog na RS232 komunikacijski priključak. Nakon instalacije, Racon zahtijeva minimalno održavanje kako bi se osigurala njegova dugotrajnost i pouzdanost u operativnom okruženju (Sealite, 2021).

### **3.3. RAMARK**

Ramark (engl. *Radar Marker*) je navigacijsko pomagalo koje neprekidno emitira signal na određenoj frekvenciji radarskog opsega i prikazuje se na radarskim ekranima brodova. Za razliku od Racon-a, koji reagira na radarske impulse emitirane s brodova, Ramark emitira stalni signal koji se pojavljuje kao konstantna oznaka ili linija na radarskom zaslonu. Ovaj sustav omogućuje navigacijskim osobama jednostavno prepoznavanje specifičnih točaka u plovidbi, poput svjetionika, bova, mostova, platformi i drugih važnih navigacijskih obilježja (MarineGyaan, 2020).

Ramark uređaji rade na frekvencijama X-pojasa (9 GHz) i S-pojasa (3 GHz) te odašilju signale u svim smjerovima. AIS sustavi pružaju dinamičke informacije o plovilima,



kao što su njihov položaj, kurs i brzina, dok Ramark uređaji osiguravaju stalnu vidljivost fizičkih navigacijskih točaka (MarineGyaan, 2020).



*Slika 11. Radarski prikaz Ramarka*

*Izvor: <https://marinegyaan.com/what-is-ramark/>*

#### **4. SUSTAV ZA AUTOMATSKU IDENTIFIKACIJU**

AIS sustav primjenjuje se radi povećanja sigurnosti plovidbe na moru i u lukama, identifikacije i zaštite plovila te očuvanja morskog okoliša. Glavni cilj AIS sustava je unaprijediti sigurnost života na moru, olakšati navigaciju i poboljšati zaštitu morskog okoliša. Ključno je pravilno instalirati AIS uređaje i uskladiti ih s drugom navigacijskom opremom kako bi sustav optimalno funkcionirao. AIS koristi VHF frekvencijski pojas za prijenos informacija (Navigation Center, 2022).

Prije uvođenja AIS-a, bilo je uobičajeno da brodovi pokušavaju opisati drugi brod putem VHF signala koristeći lokaciju ili smjer, što je često rezultiralo više zbunjenosti nego jasnih zaključaka. Danas, ako vidite brod, možete ga jasno identificirati prema njegovoj AIS transmisiji. Klikom na simbol AIS-a na radaru ili ECDIS-u, navigator može saznati ime broda te dodatne informacije poput kursa, brzine i odredišta. Sve ove informacije mogu biti korisne, ali ih treba uzeti u obzir zajedno s drugim izvorima podataka. Kao i kod svih alata i tehnika, dobar navigator mora razumjeti prednosti i nedostatke kako bi donio dobre odluke (Bošnjak I sur. 2012).

AIS ima značajne prednosti, ali i neke ključne nedostatke. Prednosti uključuju mogućnost pozitivnog identificiranja brodova čak i u lošim vremenskim uvjetima ili kada su skriveni iza obale. Međutim, nedostaci proizlaze iz činjenice da AIS ovisi o GNSS-u i VHF-u,

može sadržavati loše informacije koje su ručno unesene te ostaje podložan namjernom ili nenamjernom ometanju signala i manipulaciji. Namjerno ometanje GPS signala može biti posljedica različitih razloga, uključujući radnike koji pokušavaju izbjeći praćenje njihovih vozila ili stvaranje "tihe zone". Nenamjerno ometanje može proizaći iz aktivnosti sunčevih erupcija ili drugih elektroničkih prijenosa koji "preplavljaju" GPS signal u lokalnom području. Spoofing je namjerno unošenje lažnih informacija u GPS ili AIS prijamnik radi davanja lažne pozicije ili netočnih podataka. Postoji mnogo izvještaja o ovakvim aktivnostima dostupnih na internetu i YouTubeu (Patraiko, 2023).

Možda još veći problem leži u pretjeranom oslanjanju nekih ljudi na AIS za procjenu rizika sudara. Pravilo 5 Colregsa propisuje da bi promatrač trebao koristiti "sva raspoloživa sredstva". To svakako uključuje AIS, ali samo AIS nije dovoljan. Mnogi navigacijski rizici, poput malih plovila i drugih objekata, nemaju AIS. Postoji i rizik da ako se samo AIS preklapa na ECDIS-u, drugi objekti poput radar skenera mogu biti zanemareni (Patraiko, 2023).



*Slika 12. AIS uređaj*

*Izvor: <https://imunotes.in/automatic-identification-system-ais/>*

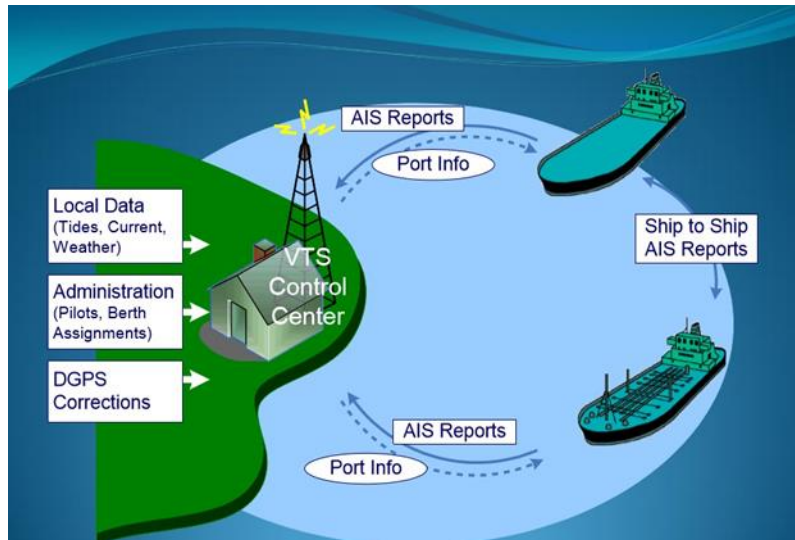
AIS sustav se sastoji od ključnih elemenata koji uključuju AIS odašiljače, prijavnike i transpondere. Svaki brod opremljen je AIS odašiljačem koji redovito emitira informacije o svojem položaju, brzini, kursu, identifikacijskom broju i drugim relevantnim podacima putem VHF radijskih signala. Obalne postaje i drugi brodovi koriste AIS prijavnike za primanje i dekodiranje informacija poslanih od drugih brodova. Dodatno, obalne postaje, bove i drugi

pomorski objekti mogu biti opremljeni AIS transponderima koji omogućuju njihovo praćenje i identifikaciju drugim brodovima u okolici (Navigation Center, 2022).

Sustav je obavezan prema SOLAS-u za veća plovila, dok ga neke nacionalne administracije zahtijevaju i za manja plovila. AIS omogućuje plovilima da razmjenjuju vitalne informacije o položaju, brzini, kursu, identifikacijskom broju, dimenzijama i drugim relevantnim podacima putem VHF radijskih signala. Osim što poboljšava sigurnost plovidbe i zaštitu morskog okoliša, AIS također olakšava upravljanje prometom u zagušenim vodama putem razmjene informacija između plovila i obalnih stanica poput VTS-a. Postavljanje i usklađivanje AIS uređaja s ostalom navigacijskom opremom ključno je za njegovo ispravno funkcioniranje i učinkovitu primjenu u stvarnim pomorskim uvjetima (Patraiko, 2023).

#### **4.1. NAČIN RADA AIS SUSTAVA**

Sustav za automatsku identifikaciju koristi dva VHF kanala za razmjenu navigacijskih podataka u pomorskom mobilnom pojasu. Početno korištenje AIS-a bilo je zemaljsko, što je značilo da su signali bili poslani s brodova na kopno s dometom od otprilike 20 milja, uzimajući u obzir zakrivljenost Zemlje. S povećanjem udaljenosti brodova od kopna, počela se koristiti i satelitska veza u niskoj orbiti za slanje signala, omogućujući prijenos informacija natrag na kopno. Sustav AIS sastoji se od jednog VHF odašiljača, dva VHF TDMA prijarnika, jednog VHF DSC prijarnika te standardne pomorske elektroničke komunikacijske opreme s zaslonom i senzorskim sustavima na brodu. Informacije o položaju i vremenu obično se dobivaju iz integriranog ili vanjskog GPS prijarnika, dok se ostale informacije emitiraju putem standardnih pomorskih podatkovnih veza s brodske opreme. Svaka AIS stanica odašilje i prima signale preko dva radio kanala kako bi se izbjegle smetnje i osigurao neprekinuti protok komunikacije s brodovima. Izvješća o položaju s jedne AIS stanice raspoređuju se u jedan od 2250 vremenskih odsječaka koji se uspostavljaju svakih 60 sekundi, pri čemu se sve AIS stanice kontinuirano sinkroniziraju (Sinay, 2022).



Slika 13. AIS sustav

Izvor: <https://pernika.com/teknologi/ais-automatic-identification-system/>

## 4.2. KLASE AIS UREĐAJA

AIS uređaji se klasificiraju prema tipu i namjeni broda, s različitim specifikacijama koje određuju koja klasa uređaja se ugrađuje na brod. Glavne klase su AIS klase A i klase B, koje se razlikuju u načinu prijenosa informacija, složenosti uređaja i cijeni. Uz to, AIS jedinice su neophodne na brodovima i zrakoplovima radi potpore operacijama pomorske sigurnosti te traganja i spašavanja (Sinay, 2022).

### 4.2.1. Klasa A

Svi putnički i komercijalni brodovi s više od 300 GT moraju biti opremljeni AIS primopredajnikom klase A prema SOLAS konvenciji. Klase A AIS uređaja koriste SOTDMA (Self-Organised Time-Division Multiple Access) za prijenos informacija, prilagođavajući učestalost ovisno o brzini broda i statusu manevriranja, s intervalima od 2 sekunde do 3 minute. Snaga ovih uređaja je 12.5 W, omogućujući prijenos podataka do 20 milja uz mogućnost povećanja dometa postavljanjem antene na veću visinu. Uređaji klase A opremljeni su jednim VHF predajnikom, dva VHF TDMA prijarnika i jednim VHF DSC prijarnikom te koriste Glonass, GPS ili LORAN za određivanje pozicije (Sinay, 2022).



*Slika 14. AIS uređaj klase A*

*Izvor: <https://comnav.com/automatic-identification-systems-ais/>*

#### **4.2.2. Klasa B**

AIS primopredajnik klase B namijenjen je brodovima izvan SOLAS konvencije, kao što su komercijalni brodovi i jahte za razonodu, često prenoseći samo MMSI broj, trenutni položaj, kurs i veličinu. Informacije se šalju svakih 3 minute ili manje kada je brod usidren, s manjom snagom od 2 W i dosegom od oko 10 milja. Primopredajnici klase B koriste CSTDMA tehnologiju za prijenos podataka, iako postoje i oni koji koriste SOTDMA. Uređaji klase B imaju jednake prijamnike i predajnike kao i klase A, ali koriste ih na drugačiji način, uključujući multipleksiranje VHF prijamnika s VHF DSC prijamnikom i standardnu GPS antenu (Oceantime Marine, 2012).



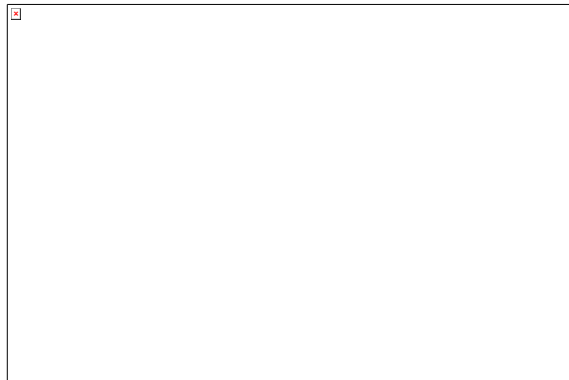
*Slika 15. AIS uređaj klase B*

*Izvor: <https://scortel.com/en/products/marine-communication-and-navigation/ais/item/35-samyung-ais-50n-class-b-ais-chartplotter-ship-universal-ais-with-color-display>*

Postoje dvije vrste AIS klase B: jedna je CSTDMA 2-vatna, tradicionalna vrsta s dometom odašiljanja od 5-7 milja, dok druga, SOTDMA 5-vatna klasa B, koristi snagu od 5 vata s tipičnim dometom odašiljanja od 10-15 milja i isti samoorganizirani sustav upravljanja utorima kao klase A (Oceantime Marine, 2012).

### 4.3. AIS SART

AIS SART (engl. *Search And Rescue Radar Transponder*) uređaj je samostalan radio uređaj koji koristi standardizirane izvještaje AIS sustava klase A za slanje ažuriranih pozicijskih informacija o brodicama, splavovima za spašavanje i brodovima u pogibelji. Njegov domet ovisi o visini antene te se u praksi često kreće oko 3 NM zbog različitih hidrometeoroloških uvjeta. Modernizacija GMDSS-a uključuje razvoj novih plutača opremljenih s odašiljačem, pri čemu se pozicijska i vremenska sinkronizacija AIS SART-a ostvaruje putem GNSS senzora poput GPS-a. Prema SOLAS konvenciji, teretni brodovi iznad 500 BT i svi putnički brodovi moraju biti opremljeni s najmanje dva SART uređaja, pri čemu se od 1. siječnja 2010. godine može koristiti i AIS SART kao alternativa klasičnom SART-u (Aeromarine, 2020).



*Slika 16. AIS SART*

*Izvor: <https://jotron.com/product/tron-ais-sart/>*

### 4.4. BAZNE STANICE

Bazne stanice AIS-a su ključne infrastrukturne komponente sustava za automatsku identifikaciju brodova, osiguravajući neprekidnu i pouzdanu razmjenu podataka između brodova i obalnih kontrolnih centara. Ove stacionarne postaje moraju biti čvrsto postavljene s antenskim sustavom na adekvatnoj visini iznad razine mora za optimalnu pokrivenost, te opremljene preciznim referentnim signalima za lokaciju i vrijeme. Koriste VHF radiovalove za prijenos AIS podataka, standardizirane protokole komunikacije i integraciju s drugim navigacijskim sustavima, služeći i za distribuciju važnih upozorenja o morskim opasnostima i promjenama u plovnim rutama (All About AIS, 2024).



*Slika 17. AIS bazna stanica*

Izvor: <https://www.indiamart.com/proddetail/transas-t214-ais-base-station-7604008562.html>

#### **4.5. SATELITSKI AIS**

Satelitski AIS (engl. *Satellite AIS* –S-AIS) omogućuje globalno praćenje plovila, proširujući domet tradicionalnih AIS sustava koji koriste zemaljske stanice s dometom od oko 40 NM. S-AIS koristi satelite u niskoj zemljinoj orbiti kako bi osigurao pokrivenost, posebno na otvorenom moru i u udaljenim područjima gdje zemaljske stanice nisu dostupne. Sateliti prikupljaju AIS signale s plovila i prenose ih do zemaljskih postaja gdje se podaci obrađuju i integriraju u globalne pomorske informacijske sustave. AIS transponderi na plovilima emitiraju VHF radio signale koji sadrže informacije o identitetu, poziciji, kursu, brzini i drugim podacima o plovilu. Ti signali se zatim primaju od strane satelita u orbiti, koji ih prosljeđuju do zemaljskih postaja za daljnju obradu i distribuciju. Bez obzira na udaljenost broda od obale, informacije se mogu prenositi i pratiti u stvarnom vremenu. Ovo je posebno korisno za praćenje brodova u izoliranim ili nepristupačnim područjima poput Arktika i Antarktika, gdje zemaljske AIS stanice nisu dostupne (Spire, 2024).

S-AIS također poboljšava sigurnost pomorske navigacije pružajući podatke u stvarnom vremenu o pozicijama i kretanjima brodova. Ti podaci su ključni za koordinaciju spašavanja, praćenje ribolova, prevenciju sudara i suzbijanje nezakonitih aktivnosti poput piratstva i krijumčarenja. Satelitski AIS sustav sastoji se od satelita opremljenih prijamnicima za AIS signale u niskoj Zemljinoj orbiti, zemaljskih postaja koje primaju podatke sa satelita, obrađuju ih i integriraju u pomorske informacijske sustave, te AIS primopredajnika na brodovima koji emitiraju VHF AIS signale s informacijama o plovilu. S-AIS sustavi se učinkovito integriraju s tradicionalnim zemaljskim AIS sustavima, pružajući sveobuhvatan pregled pomorske situacije. Podaci iz oba sustava mogu se kombinirati kako bi se osigurala potpunija slika kretanja plovila, što je korisno za pomorske vlasti, brodare i organizacije za nadzor pomorskog prometa (Spire, 2024).



## 5. AIS NAVIGACIJSKA POMAGALA

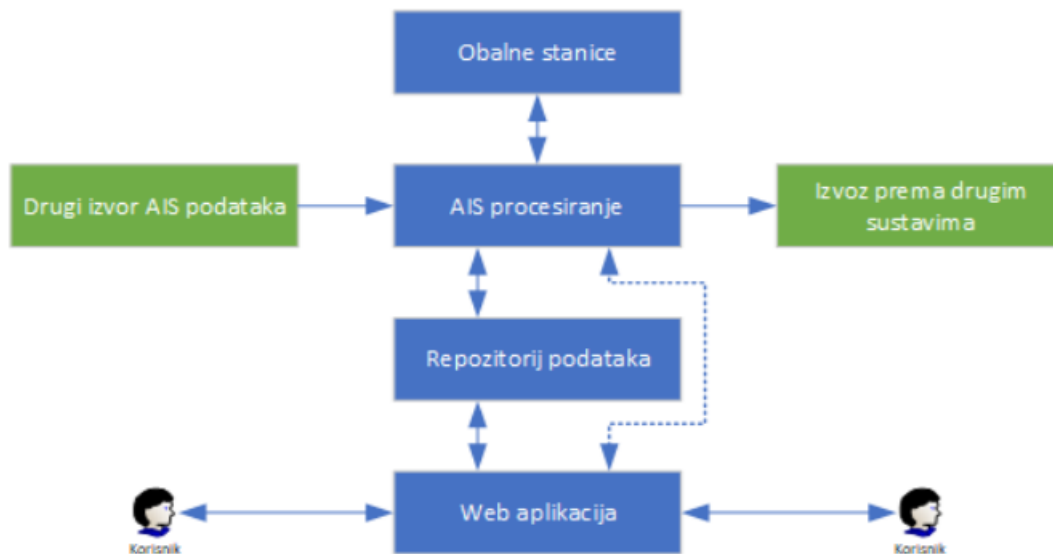
AIS navigacijska pomagala predstavljaju ključni element u suvremenoj pomorskoj navigaciji. Ovi sustavi omogućuju automatsku identifikaciju i praćenje plovila, pružajući ključne informacije koje poboljšavaju sigurnost i učinkovitost na moru. AIS navigacijska pomagala koriste VHF radiovalove za razmjenu podataka između brodova i obalnih stanica. Svaki brod opremljen je AIS odašiljačem koji periodički emitira informacije o svom položaju, brzini, kursu, identifikacijskom broju i drugim relevantnim podacima. Ove informacije primaju AIS prijammnici na obalnim postajama i drugim brodovima, omogućujući pomorcima da dobiju sveobuhvatan pregled pomorske situacije u njihovom okruženju (Boatus, 2024).

Sustav također uključuje AIS transpondere na obalnim stanicama, brodovima i drugim pomorskim objektima, što omogućuje njihovo praćenje i identifikaciju. Ove informacije su ključne za navigaciju u prometnim i opasnim vodama, omogućujući brzu reakciju u slučaju opasnosti ili potrebe za koordinacijom pomorskog prometa. Satelitski AIS (S-AIS) dodatno proširuje mogućnosti sustava omogućujući praćenje plovila na globalnoj razini, posebno u udaljenim područjima gdje zemaljske stanice nisu dostupne. Sateliti u niskoj zemljinoj orbiti prikupljaju AIS signale s plovila i šalju ih prema zemaljskim postajama za daljnju obradu i distribuciju. Integracija podataka iz zemaljskih i satelitskih AIS sustava pruža potpuniju sliku kretanja plovila, što je korisno za pomorske vlasti, brodare i organizacije za nadzor pomorskog prometa. Ovi podaci su ključni za koordinaciju spašavanja, praćenje ribolova, prevenciju sudara i suzbijanje nezakonitih aktivnosti kao što su piratstvo i krijumčarenje (E-navigation, 2024).

Dok se većina pažnje usmjerava na AIS opremljen na plovilima, postoji još jedan bitan aspekt AIS-a koji igra ključnu ulogu u pomorskoj navigaciji, a to su AIS AtoN-i. AIS AtoN-i su fiksni uređaji postavljeni na pomorskim navigacijskim točkama poput svjetionika, plutača i drugih signalizacijskih uređaja. Njihova osnovna svrha je poboljšanje sigurnosti i olakšavanje navigacije vođene pomorskim rutama. Emitiranje vrši ovlašteni pružatelj usluga pomoću AIS poruke 21 (izvješće o pomoći za navigaciju), a informacije se prikazuju na ECDIS-u, radaru ili integriranom navigacijskom sustavu, prema smjernicama Međunarodne pomorske organizacije (IMO) MSC.1/Circ.1473 (Plovput, 2024).

Logička shema sustava prikazuje osnovne komponente sustava neovisno o fizičkoj arhitekturi. Komponenta za AIS procesiranje komunicira sa svim obalnim stanicama, što

uključuje primanje svih AIS podataka, slanje konfiguracije za virtualne AtoN-e te slanje kontejner AIS poruka 6 i 8. Također, ova komponenta prima alternativne AIS podatke, omogućava distribuciju AIS podataka prema drugim sustavima i pohranu podataka u repozitorij podataka. Repozitorij podataka sadrži sve operativne podatke sustava i služi kao veza između AIS procesiranja i web aplikacije. Alternativno, trenutni AIS podaci mogu se direktno razmjenjivati između AIS procesiranja i web aplikacije. Web aplikacija pruža pristup sustavu svim korisnicima u skladu s njihovim pravima pristupa (Plovput, 2024).



Slika 18. Logička shema sustava

Izvor: Detaljni Dizajn AIS AtoN Sustava,

<https://www.plovput.hr/Portals/5/docs/JavnaNabava/2021.%20godina/S%200F2-0015312/Detaljni%20dizajn%20AIS%20AtoN%20Sustava.pdf>










Sustav se sastoji od dva AIS centra i obalnih stanica strateški raspoređenih po obali kako bi se dobila optimalna pokrivenost. AIS centri će se nalaziti u Splitu (aktivni AIS centar) i Rijeci (pasivni AIS centar). Aktivni server obavlja svu komunikaciju s obalnim stanicama, vanjskim izvorima i primateljima te korisnicima Plovput AIS sustava. Sve podatke, operativne podatke iz repozitorija podataka i konfiguraciju servera, aktivni server sinkronizira s pasivnim serverom. Pasivni AIS centar spreman je u svakom trenutku preuzeti ulogu aktivnog servera u slučaju kvara ili održavanja aktivnog AIS centra (Plovput, 2024).

Obalne stanice primaju AIS poruke putem VHF-a, koje se dalje prosljeđuju u sustav. Također, putem VHF-a odašilju konfiguracijske poruke virtualnih AtoN-a i kontejnerske poruke 6 i 8 za konfiguraciju fizičkih AtoN-a na daljinu. Svaki AIS centar sastoji se od tri

glavne komponente: AIS procesiranje koje obuhvaća pozadinske funkcionalnosti primanja, filtriranja, pohrane i prosljeđivanja AIS podataka, repozitorij podataka u kojem se čuvaju AIS podaci u izvornom i dekodiranom obliku te web aplikacije koja pruža korisnicima pristup svim funkcionalnostima sustava. U slučaju slabije pokrivenosti određenih lokacija ili ispada nekih obalnih stanica, adekvatna pokrivenost može se osigurati korištenjem alternativnih vanjskih izvora AIS podataka. Preko alternativnih izvora AIS podataka moguće je i prosljeđivanje podataka, ukoliko s njihove strane postoje tehnički preduvjeti za odašiljanje putem VHF-a (Plovput, 2024).

### 5.1. VRSTE AIS AtoN-a

Postoje tri osnovne vrste AIS AtoN uređaja: fizički AIS AtoN, virtualni AIS AtoNi i sintetički AIS AtoN. Fizički AIS AtoN uređaji su instalirani na stvarnim fizičkim navigacijskim pomagalicama, kao što su svjetionici, plutače i oznake. Ovi uređaji emitiraju važne informacije putem AIS sustava, uključujući jedinstvenu identifikaciju, točan geografski položaj, operativni status i dodatne podatke relevantne za sigurnu navigaciju. Na primjer, fizički AIS AtoN uređaj na svjetioniku pruža podatke o svojoj lokaciji i funkcionalnosti, što je posebno korisno u uvjetima smanjene vidljivosti, kao što su magla ili noć (Theboatgalley, 2023).

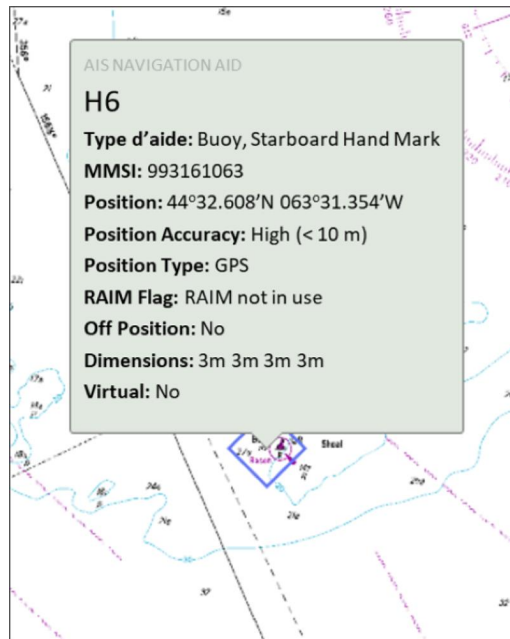
AIS ATON Chart Symbols			Type	What You'll See from Your Sailboat
Green Lateral Buoy	Red Lateral Buoy	Safe Water Mark		
			Physical non-AIS aid	  
 AIS	 AIS	 AIS	Physical AIS aid	

Slika 19. Simbol fizičkog AtoN-a

Izvor: <https://theboatgalley.com/real-and-virtual-ais-aids-to-navigation/>

Virtualni AIS AtoN uređaji nisu fizički prisutni na navigacijskim točkama, već se virtualno prikazuju na elektronskim kartama i navigacijskim sustavima. Ovi uređaji pružaju slične informacije kao i fizički AIS AtoN, ali se koriste za označavanje navigacijskih točaka koje nemaju fizičke oznake. Virtualni AIS AtoN je posebno koristan za privremene oznake ili za označavanje područja koja su podložna promjenama, kao što su nova građevinska područja





ili pomorske rute koje se mijenjaju zbog vremenskih uvjeta ili drugih faktora (Theboatgalley, 2023).



Slika 20. Prikaz informacija fizičkog AIS AtoN-a na ECDIS-u

Izvor: <https://e-navigation.canada.ca/topics/aids/docs/ais-aton/works>

Kombinacija fizičkih i virtualnih AIS AtoN uređaja pruža sveobuhvatno rješenje za navigacijske izazove, osiguravajući dostupnost vitalnih informacija za sigurnu i efikasnu plovidbu. Ovi uređaji doprinose boljem planiranju, povećanoj sigurnosti na moru, i učinkovitijem upravljanju pomorskim prometom (Theboatgalley, 2023).

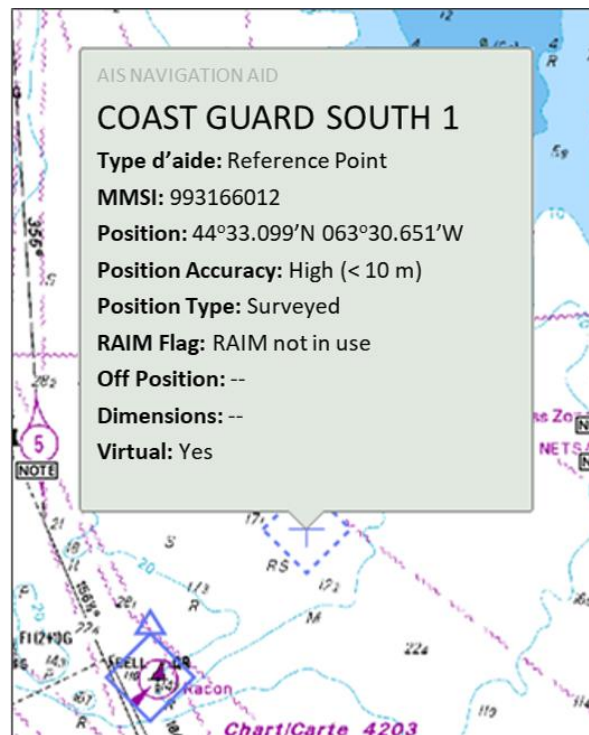
Virtual AIS ATON Chart Symbols			Type	What You'll See from Your Sailboat
Green Lateral Buoy	Red Lateral Buoy	Safe Water Mark		
 V-AIS	 V-AIS	 V-AIS	Virtual AIS aid	

Slika 21. Simbol virtualnog AtoN-a

Izvor: <https://theboatgalley.com/real-and-virtual-ais-aids-to-navigation/>

Fizički AIS AtoN uređaj predstavlja stvarno postojeće navigacijsko pomagalo koje je opremljeno AIS odašiljačem. Ovaj tip uređaja odašilje AIS poruke s fizičke lokacije na kojoj

se nalazi, omogućujući brodovima i drugim korisnicima da primaju točne informacije o njegovoj poziciji i statusu.



Slika 22. Prikaz informacija virtualnog AIS AtoN-a na ECDIS-u

Izvor: <https://e-navigation.canada.ca/topics/aids/docs/ais-aton/works>

Fizički AIS AtoN je posebno koristan u situacijama kada je važno da navigacijsko pomagalo bude vidljivo ne samo vizualno, već i elektronički, kako bi se osiguralo sigurno kretanje plovila u području u kojem se nalazi. Virtualni AIS AtoN, s druge strane, ne postoji fizički na svojoj navedenoj lokaciji, ali se prikazuje na navigacijskim sustavima kao da je tamo prisutan. AIS poruke šalju se s udaljene lokacije kako bi se stvorio dojam da je navigacijsko pomagalo na određenom mjestu. Ovaj tip uređaja koristi se kada postavljanje stvarnog fizičkog objekta nije moguće ili je nepraktično, no i dalje je važno osigurati navigacijske informacije u tom području. Iako fizički ne postoji, virtualni AIS AtoN igra ključnu ulogu u unapređenju sigurnosti plovidbe, pružajući potrebne podatke za navigaciju (Theboatgalley, 2023).

Sintetički AIS AtoN također uključuje fizičko navigacijsko pomagalo, ali ono nije opremljeno AIS odašiljačem. Umjesto toga, AIS poruke prenosi druga stanica, obično smještena na kopnu. Sintetički AIS AtoN omogućuje da fizičko pomagalo bude vidljivo na navigacijskim sustavima unatoč tome što ono samo ne odašilje podatke. Ova vrsta uređaja

omogućuje fleksibilniju primjenu AIS tehnologije, osobito u slučajevima kada je tehnički ili logistički izazovno opremiti svako pomagalo vlastitim AIS odašiljačem (Theboatgalley, 2023).

## **5.2. NAČIN RADA I TEHNIČKE KARAKTERISTIKE AIS NAVIGACIJSKIH POMAGALA**

AIS AtoN uređaji koji rade u RATDMA (engl. *Random Access Time Division Multiple Access*) načinu rada koriste svoj prijamnik za skeniranje AIS frekvencije tijekom jedne minute, stvarajući mapu svih dostupnih "utora" (prostora za poruke) na VHF podatkovnoj vezi (engl. *VHF Data Link – VDL*). Nakon što se utvrde slobodni susjedni utori, uređaj šalje svoju AtoN poruku tipa 21 ili meteorološku i hidrološku poruku tipa 8. Ovaj način rada omogućuje uređajima da pronađu slobodne utore u kojima mogu odašiljati svoje podatke, čime se osigurava nesmetana komunikacija i izbjegavaju smetnje s drugim AIS uređajima u okolini (All About AIS, 2024).

S druge strane, AIS AtoN uređaji koji rade u FATDMA (*Fixed Access Time Division Multiple Access*) načinu rada koriste unaprijed rezervirane parove utora koje je dodijelila AIS bazna stanica. Brodovi primaju poruku od bazne stanice koja pokazuje da su određeni slotovi rezervirani, te pohranjuju te informacije kako bi izbjegli odašiljanje signala u tim utorima. FATDMA AtoN uređaji su programirani za prijenos u dva uzastopna slota od onih koje je rezervirala bazna stanica. Ovaj način rada značajno smanjuje potrošnju energije AIS AtoN jedinica, što je posebno važno za uređaje koji se nalaze na udaljenim ili teško dostupnim lokacijama gdje je napajanje ograničeno (All About AIS, 2024).

Zahtjevi za AIS AtoN uređaje uključuju snagu prijensa od 2 W, što omogućuje učinkovito odašiljanje signala na potrebnim udaljenostima. Stopa izvještavanja ovisi o statusu putovanja, što znači da uređaji mogu prilagoditi učestalost slanja podataka od 2 sekunde do 3 minute, ovisno o trenutnim uvjetima i potrebama. Komunikacijski protokoli osiguravaju fleksibilnost i prilagodljivost u različitim operativnim scenarijima. Aktivna GPS antena omogućuje precizno određivanje pozicije, što je ključno za točnost podataka koje uređaji odašilju. Zbog ograničenih mogućnosti napajanja, uređaji moraju imati nisku potrošnju energije (All About AIS, 2024).

AIS AtoN uređaji igraju ključnu ulogu u poboljšanju sigurnosti pomorske navigacije pružajući vitalne informacije koje pomažu brodovima u izbjegavanju opasnosti, optimizaciji navigacijskih ruta i boljoj koordinaciji pomorskog prometa. Njihova sposobnost da prenose i

primaju podatke putem različitih protokola osigurava visoku razinu pouzdanosti i fleksibilnosti, što je ključno za sigurno i učinkovito upravljanje pomorskim prometom (All About AIS, 2024).

## 6. ZAKLJUČAK

U ovom završnom radu opisana je važnost AIS AtoN-a, s naglaskom na njihovu ulogu u suvremenoj pomorskoj navigaciji. Pomorska navigacija predstavlja temeljni dio pomorske industrije. Označavanje plovnih putova naglašava važnost pravilne signalizacije i upotrebe naprednih tehnologija za vođenje brodova kroz sigurna područja. Analiza AIS sustava pokazuje kako on omogućava precizno praćenje plovila, poboljšavajući komunikaciju i koordinaciju na moru, čime se značajno smanjuje rizik od sudara i drugih nesreća.

Nadalje, u radu je istražena uloga AIS navigacijskih pomagala u području pomorske navigacije. AIS je postao neizostavan alat koji poboljšava sigurnosne protokole i optimizira upravljanje pomorskim prometom. Kroz analizu arhitekture i operacija AIS sustava, kao i AIS AtoN-a, ističe se njihova važnost kao autonomnih uređaja koji pružaju kritične informacije za navigaciju. Smješteni na svjetionicima, plutačama i drugim pomorskim signalizacijskim točkama, ovi uređaji emitiraju podatke koji upozoravaju na pomorske opasnosti i usmjeravaju navigaciju, što je ključno za sigurnost brodova, osobito u uvjetima smanjene vidljivosti i nepovoljnim vremenskim uvjetima.

Razvoj AIS tehnologije omogućuje sveobuhvatnije i preciznije praćenje brodova. Integracija AIS sustava s drugim navigacijskim alatima, poput radara i sustava ECDIS, omogućuje bolju situacijsku svijest i donošenje odluka u stvarnom vremenu. Ova integracija doprinosi učinkovitijem upravljanju pomorskim prometom, smanjenju rizika od nesreća i optimizaciji pomorskih ruta, čime se štedi vrijeme i smanjuju operativni troškovi.

Daljnji razvoj AIS tehnologije i njezina šira primjena mogu dodatno unaprijediti sigurnost na moru. Ovaj rad naglašava potrebu za kontinuiranim istraživanjem i inovacijama u ovom području, što uključuje razvoj naprednijih AIS AtoN uređaja s poboljšanim funkcionalnostima, većom otpornošću na teške uvjete i nižom potrošnjom energije.

Osim tehničkog razvoja, važno je i obrazovanje i obuka pomorskog osoblja za korištenje AIS sustava i razumijevanje podataka koje oni pružaju. To uključuje redovite vježbe i simulacije koje pomažu pomorcima da se bolje pripreme za stvarne situacije na moru. U konačnici, kontinuirani napredak i primjena AIS tehnologije doprinijet će sigurnijoj, učinkovitijoj i ekološki prihvatljivijoj pomorskoj industriji, koja će biti sposobna suočiti se s izazovima 21. stoljeća i dalje.

## LITERATURA

1. Aeromarine SRT, 2020. AIS-Search and Rescue Transmitters (AIS-SARTs) [Internet]. Available from: <https://gmdsstesters.com/radio-survey/sart/ais-search-and-rescue-transmitters-ais-sarts.html>
2. All About AIS, [Internet]. Available from: <http://www.allaboutais.com/index.php/en/>
3. Bošnjak, R., Šimunović, L. & Kavran, Z., 2012. Automatic Identification System in Maritime Traffic and Error Analysis. *Transactions on Maritime Science*, 1, pp.77-84.
4. Boat U.S Foundation, Aids to navigation [Internet]. Available from: <https://www.boatus.org/study-guide/navigation/aids>
5. Detaljni Dizajn AIS AtoN Sustava, [Internet]. Available from: <https://www.plovput.hr/Portals/5/docs/JavnaNabava/2021.%20godina/S%20F2-0015312/Detaljni%20dizajn%20AIS%20AtoN%20Sustava.pdf>
6. Gibi, 2023. From Stars to Satellites – The Different Types of Marine Navigation [Internet]. Available from: <https://www.seamanmemories.com/types-marine-navigation/>
7. Government of Canada, What is an AIS Aid to Navigation (AIS AtoN)? [Internet]. Available from: <https://e-navigation.canada.ca/topics/aids/docs/ais-aton/what-is>
8. Jeffrey, 2023. What Is Coastal Phase Navigation? [Internet]. Available from: <https://challengedamerica.org/what-is-coastal-phase-navigation/>
9. Jurdziński, M., 2014. *Nawigacja morska*. Gdynia: Wydawnictwo Akademii Morskiej w Gdyni.
10. Jurdziński, M., 2018. Changing the Model of Maritime Navigation. *TransNav, the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, 12, pp.35-41.
11. Kopacz, Z., Morgaś, W. & Urbański, J., 2004. The Changes in Maritime Navigation and the Competences of Navigation. *Journal of Navigation*, 1.



12. Marin, E., 2019. IALA Buoyage Explained by a Deck Cadet [Internet]. Available from: <https://www.linkedin.com/pulse/iala-buoyage-explained-deck-cadet-eduard-marin>
13. MarineGyaan, 2020. What is Ramark? [Internet]. Available from: <https://marinegyaan.com/what-is-ramark/>
14. Marinelink, 2024. Navigation [Internet]. Available from: <https://www.marinelink.com/articles/maritime/navigation-100154>
15. Mukherjee, P., 2021. IALA Buoyage Systems for Mariners – Different Types Of Marks [Internet]. Available from: <https://www.marineinsight.com/marine-navigation/iala-buoyage-system-for-mariners-types-of-marks/>
16. Navigation Center, 2022. AIS Overview: How AIS Works [Internet]. Available from: <https://www.navcen.uscg.gov/how-ais-works>
17. Olsen, G.L., e-Navigation starts with e-Voyage Planning [Internet]. Available from: [www.e-nav-navigation.net/](http://www.e-nav-navigation.net/)
18. Oceantime Marine, 2017. Class A And Class B Automatic Identification System (AIS) [Internet]. Available from: <https://oceantimemarine.com/en/class-a-and-class-b-automatic-identification-system-ais/>
19. Patraiko, D., 2007. The Development of e-Navigation. London: The Nautical Institute.
20. Patraiko, D., 2023. All about AIS [Internet]. Available from: <https://www.nautinst.org/static/bc84c326-41e9-4901-9cadd60294a89508/Navigator-October-2023.pdf>
21. Perčić, U., 2015. Terestrička navigacija. Zadar: Sveučilište u Zadru.
22. Plovput d.o.o Split, Pomorska signalizacija: “Označavanje plovnih putova” [Internet]. Available from: <https://www.plovput.hr/pomorska-signalizacija/oznacavanje-plovnih-putova>
23. Plovidbene oznake (pomorska balisaža) [Internet]. Available from: [https://www.unizd.hr/Portals/1/nastmat/Terestrika/AF\\_Terestrika6.PDF](https://www.unizd.hr/Portals/1/nastmat/Terestrika/AF_Terestrika6.PDF)
24. Sealite, 2021. Unlocking the Functionality of Radar Beacons (RACON) [Internet]. Available from: <https://www.sealite.com/unlocking-the-functionality-of-radar-beacons/>
25. SINAY, Maritime Data Solution, 2022. Understand everything about AIS [Internet]. Available from: <https://sinay.ai/en/understand-everything-about-ais/>

26. Spire Global, Satellite AIS Tracking: Everything you need to know [Internet]. Available from: <https://spire.com/wiki/satellite-ais-tracking-everything-you-need-to-know/>
27. Theboatgalley, 2023. Real and Virtual AIS Aids To Navigation [Internet]. Available from: <https://theboatgalley.com/real-and-virtual-ais-aids-to-navigation/>
28. Urbański, J., Morgaś, W. & Felski, A., 2007. Maritime navigation. Its safety and security management. Annual of Navigation.
29. Urbański, J., Morgaś, W. & Felski, A., 2008. Maritime navigation of today and tomorrow. Transport Problems: an International Scientific Journal, 3.

## **KAZALO KRATICA**

AIS - Automatic Identification System

IMO - International Maritime Organization

VTS - Vessel Traffic Management

ARPA - Automatic radar plotting aids

DR - Dead Reckoning

SART - Search and Rescue Transponder

GPS - Global positioning systems

GMDSS - The Global Maritime Distress and Safety System

ARPA - Automatic radar plotting aids

IALA - International Association of Lighthouse Authorities

RATDMA - Random Access Time Division Multiple Access

FATDMA - Fixed Access Time Division Multiple Access

SOTDMA - Self-Organised Time-Division Multiple Access

## POPIS SLIKA

Slika 1. Uzimanje nadmorske visine sunca pomoću sekstanta .....	6
Slika 2. Jednostavna formula za određivanje položaja broda u mrtvom položaju i njegovo ucrtavanje u pomorsku kartu .....	6
Slika 3. Elektronička navigacija GPS.....	7
Slika 4. IALA regije A i B .....	10
Slika 5. Lateralno označavanje-sustav A i B.....	11
Slika 6. Oznaka usamljene opasnosti .....	12
Slika 7. Oznaka sigurne vode .....	12
Slika 8. Specijalne oznake.....	13
Slika 9. Radarski primopredajnik (RACON) .....	14
Slika 10. Prikaz Racon markera na zaslonu .....	14
Slika 11. Radarski prikaz Ramarka .....	15
Slika 12. AIS uređaj .....	17
Slika 13. AIS sustav .....	18
Slika 14. AIS uređaj klase A .....	19
Slika 15. AIS uređaj klase B .....	20
Slika 16. AIS SART .....	21
Slika 17. AIS bazna stanica.....	21
Slika 18. Logička shema sustava Izvor: Detaljni Dizajn AIS AtoN Sustava.....	24
Slika 19. Simbol fizičkog AtoN-a .....	25
Slika 20. Prikaz informacija fizičkog AIS AtoN-a na ECDIS-u.....	26

Slika 21. Simbol virtualnog AtoN-a.....	26
Slika 22. Prikaz informacija virtualnog AIS AtoN-a na ECDIS-u.....	27