

# Satelitski sustavi u službi traganja i spašavanja na moru

---

Šimović, Ivan - Maximilian

Undergraduate thesis / Završni rad

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zadar / Sveučilište u Zadru**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:162:087955>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-27**



**Sveučilište u Zadru**  
Universitas Studiorum  
Jadertina | 1396 | 2002 |

Repository / Repozitorij:

[University of Zadar Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJ

Sveučilište u Zadru

Pomorski odjel - Nautički odsjek

Preddiplomski sveučilišni studij Nautike i tehnologije pomorskog prometa (jednopedmetni - redoviti)

**Ivan-Maximilian Šimović**

**Satelitski sustavi u službi traganja i spašavanja na moru**

**Završni rad**

Zadar, 2017.

Sveučilište u Zadru

Pomorski odjel - Nautički odsjek

Preddiplomski sveučilišni studij Nautike i tehnologije pomorskog prometa (jednopedmetni - redoviti)

**Satelitski sustavi u službi traganja i spašavanja na moru**

Završni rad

Student:

Ivan-Maximilian Šimović

Mentor:

Doc. dr. sc. Marjan Gržan

Komentor:

Ivan Toman, dipl. ing.

Zadar, 2017.



## Izjava o akademskoj čestitosti

Ja, **Ivan-Maximilian Šimović**, ovime izjavljujem da je moj **završni** rad pod naslovom **Satelitski sustavi u službi traganja i spašavanja na moru** rezultat mojega vlastitog rada, da se temelji na mojim istraživanjima te da se oslanja na izvore i radove navedene u bilješkama i popisu literature. Ni jedan dio mojega rada nije napisan na nedopušten način, odnosno nije prepisan iz necitiranih radova i ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem da ni jedan dio ovoga rada nije iskorišten u kojem drugom radu pri bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj, obrazovnoj ili inoj ustanovi.

Sadržaj mojega rada u potpunosti odgovara sadržaju obranjenoga i nakon obrane uređenoga rada.

Zadar, 23. svibnja 2017.

## Sadržaj

Sadržaj .....	1
1. UVOD .....	1
2. POMORSKE ORGANIZACIJE I KONVENCIJE .....	3
3. GMDSS .....	7
3.2.1. Uvod u Inmarsat .....	10
3.2.2. Prednosti Inmarsat sustava .....	11
3.2.3. Struktura Inmarsat komunikacijskog sustava.....	11
3.3. EGC – Enhanced Group Calling .....	14
3.4. Search and rescue transponder – SART .....	16
3.5. Komunikacije za vrijeme traganja i spašavanja na moru .....	17
4. COSPAS-SARSAT .....	19
4.1.1. LEOSAR .....	21
4.1.2. GEOSAR.....	24
4.1.3 MEOSAR.....	24
4.2. Zemaljska komponenta Cospas-Sarsat programa .....	26
5. ZAKLJUČAK .....	33
6. POPIS LITERATURE .....	35
7. POPIS SLIKA .....	37
8. SAŽETAK.....	38
9. ABSTRACT .....	39

## 1. UVOD

Predmet su završnog rada satelitski sustavi u službi traganja i spašavanja na moru. Pomorska plovidba oduvijek je bila praćena raznolikim oblicima opasnosti koje su ugrožavale sigurnost osoba i imovine na moru. Stoga se formirala svijest o međusobnom pomaganju i potrebi solidarnosti u uvjetima opasnosti. Posebno se to odnosi na pomoć ljudima na moru za vrijeme opasnosti i spašavanje ljudskih života. Kraj prošlog i početak 21. stoljeća obilježio je značajan razvoj tehnologije, pa je logično da se takva tehnologija počela koristiti i u pomorstvu. Jedan od primjera korištenja tehnološkog napretka u pomorstvu jest uvođenje satelitskih sustava u službi spašavanja i traganja na moru. Naime, pomorci su jedna od skupina ljudi koji se bave teškim i opasnim poslom. Njihova situacija je ponešto drugačija od ostalih zanimanja s obzirom na to da svoj posao obavljaju na brodovima i na moru, pa u slučaju određene opasnosti na brodu ne mogu tako lako pobjeći od te opasnosti i očekivati da će pomoć doći brzo kao u situaciji kada osobama prijeti opasnost na kopnu. Stoga se sredstvima za njihovo spašavanje danas posvećuje posebna pažnja, kao i obuci pomoraca za korištenje tih sredstava.

Cilj je završnog rada analizirati satelitske sustave koji se koriste prilikom traganja i spašavanja na moru. Kako bi se u radu postiglo ostvarivanje postavljenih ciljeva koriste se odgovarajuće metode istraživanja:

- Metoda analize postojeće literature o temi rada – metoda analize je istraživačka metoda kojom se složeni pojmovi, sudovi i zaključci raščlanjuju na njihove jednostavnije dijelove te se ti dijelovi posebno izučavaju u odnosu na ostale dijelove u svrhu objašnjavanja stvarnosti.
- Prikupljanje i obrada (analiza) kartografskih izvora geografskih podataka, ponajprije geografskih i pomorskih karata – metoda istraživanja kojom se prikupljaju i analiziraju podatci iz kartografskih izvora.
- Analiza statističkih podataka – metoda kojom se analiziraju pojave u okolini tako da se pomoću grafikona i izračunatih pokazatelja otkrivaju njihove strukture, karakteristike i zakonitosti u pojedinim vremenskim intervalima te uzročno-posljedične veze između tih pojava. Mogu se analizirati demografske statistike, gospodarske statistike, statistike o prometu pojedinih luka, meteorološke statistike i dr.

- Sveobuhvatna sinteza proučene građe – metoda istraživanja kojom se proučavaju prostorne strukture te proces i međuodnos bez izrazitog raslojavanja na pojedine teme.
- Metoda indukcije – istraživačka metoda kojom se na temelju posebnih ili pojedinačnih činjenica dolazi do zaključaka o općem sudu, a od zapažanja konkretnih pojedinačnih činjenica dolazi se do općih zaključaka. Ta se metoda temelji na postupku zaključivanja od pojedinačnog prema općem, od izučenog prema neizučenom, a od većeg broja pojedinačnih pojava rade se uopćavanja.
- Metoda dedukcije – istraživačka metoda kojom se iz općih sudova izvode posebni, kojom se iz općih postavki dolazi do pojedinačnih zaključaka. Koristi se za objašnjavanje činjenica i zakona, predviđanja budućih događaja, otkrivanje novih činjenica i zakona, provjeravanje hipoteza te za znanstveno izlaganje.

Sva prikupljena saznanja i rezultati istraživanja dobiveni korištenjem navedenih metoda koriste se u svrhu analize satelitskih sustava u službi traganja i spašavanja na moru.

Završni rad sadrži šest poglavlja. Prvo je poglavlje rada uvod u kojem se iznosi predmet i cilj završnog rada. Drugo je poglavlje rada vezano uz pomorske organizacije i konvencije. U tom se poglavlju rada analizira Međunarodna pomorska organizacija te odredbe Međunarodne konvencije o sigurnosti ljudskih života na moru (SOLAS) te odredbe Međunarodne konvencije o traganju i spašavanju na moru (SAR), a koje su vezane uz sigurnost plovidbe te traganje i spašavanje na moru. Treće poglavlje završnog rada odnosi se na GMDSS. U tom se poglavlju završnog rada analiziraju GMDSS morska područja, Međunarodna pomorska satelitska organizacija – Inmarsat, EGC sustav, SART uređaj te komunikacije za vrijeme traganja i spašavanja na moru. U četvrtom poglavlju završnog rada analizira se COSPAS-SARSAT program. U tom se poglavlju rada detaljnije pojašnjavaju svemirska i zemaljska komponenta tog programa te se analiziraju svrha i način rada EPIRB uređaja. Peto poglavlje završnog rada jest zaključak u kojem se sažeto navodi sve što je istaknuto u radu te se donose određene spoznaje o satelitskim sustavima za traganje i spašavanje na moru. Šesto poglavlje rada sadrži popis literature korištene prilikom pisanja završnog rada.

## 2. POMORSKE ORGANIZACIJE I KONVENCIJE

Pomorske organizacije su udruženja koja imaju za cilj rješavanje pitanja iskorištavanja mora i podmorja. Neslužbene organizacije bave se djelatnostima vezanim uz iskorištavanje i istraživanje mora i podmorja, a važno obilježje je njihova brojnost, raznolikost, opseg djelovanja te ciljevi. Službene organizacije su međudržavne organizacije čije su članice države odnosno njihove vlade. Osnovne djelatnosti službenih organizacija su koordinacija i organizacija djelatnosti u pomorstvu. Od službenih organizacija posebno se ističu: Međunarodna pomorska organizacija (IMO), Međunarodni savez za telekomunikacije (ITU) te Svjetska meteorološka organizacija (WMO). (Zec, 2001.)

### 2.1. Međunarodna pomorska organizacija (IMO)

Međunarodna pomorska organizacija (u daljnjem tekstu IMO), je specijalna agencija pri Ujedinjenim Narodima čija je zadaća regulacija pomorstva, pomorskog prometa te donošenje pravila i propisa u pomorskoj industriji koji će biti poštteni, provedivi te prihvaćeni od država članica. Osnovana je u Ženevi 1948., te je započela s radom 1958., a prvu sjednicu je održala u svom sjedištu u Londonu 1959. Članstvo u IMO-u trenutno ima 171 država te uz njih još tri pridružena člana. Pomorska industrija je najveća transportna industrija na svijetu s više od 80% svjetskog transporta, te je jedini način na koji ona može efikasno funkcionirati jest standardizacija zakona i propisa na međunarodnoj razini. „Rad cjelokupne organizacije odvija se kroz donošenje niza odluka s pravnom snagom. Najvažnije odluke donose se u obliku međunarodnih konvencija koje države članice ratificiraju i čije odredbe ugrađuju u svoj zakonodavni sustav osiguravajući im primjenu nadzora i provođenja. Neke se odluke donose u obliku rezolucija ili preporuka kojima se mogu mijenjati ili nadopunjavati određene konvencije“<sup>1</sup>.

U smislu vođenja i donošenja pravila Međunarodna pomorska organizacija podijeljena je na Skupštinu, Vijeće, Tajništvo te pet odbora: Odbor za zaštitu morskog okoliša, Pravni odbor, Odbor za tehničku suradnju, Odbor za olakšice i Odbor za pomorsku sigurnost koji je ujedno i najvažniji te je najviše tehničko tijelo organizacije koje ćemo pobliže opisati.

Sve države članice IMO-a imaju svog predstavnika u Odboru za pomorsku sigurnost (Maritime Safety Committee – MSC). Zadatci MSC-a su da „razmotri svaki predmet u okviru djelokruga Organizacije vezano uz pomagala za navigaciju, konstrukciju i opremu brodova, rukovanje sa stajališta sigurnosti, pravila o sprječavanju sudara na moru, rukovanje opasnim teretima, postupke i zahtjeve pomorske sigurnosti, hidrografske podatke, dnevnik i plovidbene zapise, istraživanja pomorskih nezgoda, spašavanje i pružanje pomoći, i bilo koji drugi predmet koji izravno utječe na pomorsku sigurnost“<sup>2</sup>. Uz sve ove zadatke, MSC je također zadužen za izvršavanje svih dužnosti koje su mu dodijeljene nekom od međunarodnih konvencija koje je propisao ili su prihvaćene od strane IMO-a. Jedna od ovih dužnosti, a ujedno i najvažnija jest

---

<sup>1</sup> URL5

<sup>2</sup> Prema: Zec D., 2001: 3



usklađivanje već propisanih te predlaganje, razmatranje i uvrštavanje novih pravila temeljnih pomorskih konvencija npr. SOLAS konvencija.

Konvencije IMO-a dijele se u četiri kategorije: Sigurnost plovidbe, Sprečavanje onečišćenja, Odgovornost i Druge konvencije.

U ovom radu posebnu pažnju pridodati ćemo konvencijama iz kategorije „Sigurnost plovidbe“, preciznije:

1. Međunarodna konvencija o sigurnosti ljudskih života na moru (International Convention for the Safety of Life at Sea 1974 - SOLAS)
2. Međunarodna konvencija o traganju i spašavanju na moru (International Convention on Maritime Search and Rescue – SAR)

## **2.2 Međunarodna konvencija o sigurnosti ljudskih života na moru - SOLAS**

Nastanak SOLAS-a proizašao je nakon jedne od najvećih pomorskih tragedija u povijesti, potonuća RMS Titanic-a 1912. U toj nesreći život je izgubilo više od 1500 ljudi. Ta tragedija nagnala je predstavnike vodećih pomorskih država da se sastanu 1914. te da sastave prvu međunarodnu konvenciju o sigurnosti na moru. Cilj te konvencije je uz sprječavanje pomorskih nesreća bio i povećanje izgleda za preživljavanje u slučaju nesreće. Nažalost, zbog izbijanja Prvog svjetskog rata, potpisana konvencija koja je propisivala količinu brodica za spašavanje, sigurnosnu opremu te obvezu kontinuiranog praćenja radio kanala, stupila je na snagu tek 1929., s dodatnim propisima. Od tada konvencija je zbog želje za napretkom, većom sigurnosti i višim standardima redovno mijenjana i nadopunjavana, a najvažnije izmjene bile su 1948., 1960. i 1974. Nama najvažnija konvencija je ona iz 1974. (SOLAS 1974) jer je te godine donesena potpuno nova konvencija koja je i danas na snazi, a od tad je redovno revidirana i dopunjavana u skladu s promjenama u industriji. Do Ožujka 2016., konvenciju SOLAS 1974 potpisale su 162 države pod čijim zastavama se nalazi 99% svjetske trgovačke flote, te se ona smatra kao najvažnija od svih međunarodnih konvencija vezanih za sigurnost na trgovačkim brodovima. (URL6)

SOLAS konvencija sastoji se od uvodnog dijela konvencije te četrnaest poglavlja (poglavljje XIII od 1.Siječnja 2016., poglavljje XIV od 1.Siječnja 2017) od kojih svako poglavljje sadrži više pravila. Sva pravila propisana SOLAS konvencijom odnose se na sve putničke brodove bez obzira na njihovu veličinu te na teretne brodove u međunarodnoj plovidbi, osim ratnih brodova i drvenih brodova primitivne izgradnje. Jedina iznimka su pravila propisana u poglavljju V. „Sigurnost plovidbe“ koja se odnose na sve brodove neovisno o njihovoj veličini i svrsi.

Uvodni dio konvencije upućen je državama potpisnicama konvencije te se u njemu iznose obveze koje te države moraju obavljati, a ponajviše se tiču toga da države osiguraju da svi brodovi koji plovo pod zastavom te države zadovoljavaju minimalne standarde sigurnosti pri izgradnji i opremanju brodova te sigurnosnim operacijama te daje pravo državama potpisnicama da kontroliraju brodove koji plovo u njihovom moru pod zastavama drugih

zemalja potpisnica ukoliko sumnjaju da brod ne ispunjava zahtjeve propisane ovim pravilima. Za ovaj rad najzanimljivija su pravila propisana poglavljima IV i V koja se odnose na radiokomunikacije u poglavlju IV te sigurnost plovidbe u poglavlju V.

Poglavlje IV – Radiokomunikacije - „Svi putnički brodovi neovisno o veličini i teretni brodovi veći od 300 BT na međunarodnim putovanjima moraju biti opremljeni uređajima koji povećavaju mogućnosti spašavanja u slučaju nesreće, uključujući EPIRB (emergency position indicating radio beacon) i SART (search and rescue transponder) za lociranje broda ili splavi za spašavanje. Kako ova pravila obvezuju brodove da imaju ugrađene uređaje za radio komunikaciju tako obvezuju i države da osiguraju radio-komunikacijske službe.“<sup>3</sup>

Poglavlje V – Sigurnost plovidbe – „Pravila iz ovog poglavlja obvezuju sve brodove na svim putovanjima. Pravila iz ovog poglavlja uključuju rad i održavanje: meteoroloških stanica i sustava, službe praćenja leda, službe usmjeravanja plovidbe te službe za traganje i spašavanje. Obvezuju se i kapetani brodova da će u slučaju primitka poruke pogibelji odmah krenuti u pomoć onima kojima je to potrebno. Države potpisnice će osigurati da su svi brodovi dobro i efikasno vođeni u vidu sigurnosti. Te se propisuje obvezna uporaba VDR-a (voyage data recorder) i AIS-a (automatic ship identification system)“<sup>4</sup>

### **2.3. Međunarodna konvencija o traganju i spašavanju na moru – SAR**

Iako je obveza brodova da pomognu drugima u nesreći bila propisana međunarodnim dogovorima (npr. SOLAS), te je IMO 1971. izdao priručnik o izvođenju operacija traganja i spašavanja za brodove (MERSAR) i 1978. priručnik o razvijanju, opremanju i organizaciji centara za traganje i spašavanje (SAR centri), koji je poticao države da osnuju standardizirane SAR centre te da surađuju sa susjednim zemljama na razvoju istih (IMOSAR). Do 1979. godine nije postojao nikakav zakon ili sporazum koji je od država tražio da imaju plan, opremu i centre za traganje i spašavanje. Unatoč nepostojanju nikakvih međunarodnih pravila, neke države imale su dobro organizirane službe, spremne za brzo i efikasno djelovanje u slučaju nesreće, no većina svjetskih država nije imala ništa. Još jedan od problema bile su razlike u planovima za traganje i spašavanje različitih država, što je stvaralo probleme, osobito u početnim fazama operacija, a dolazilo je i do neefikasnosti zbog dupliciranja posla.

1979. godine u Hamburgu održana je konferencija na kojoj je donesena Međunarodna konvencija o traganju i spašavanju na moru (SAR), koja je stupila na snagu 22. lipnja, 1985.

Cilj SAR konvencije je da se operacije traganja i spašavanja unesrećenih standardiziraju između država, da se nebitno od lokacije nesreće operacijom traganja i spašavanja koordinira iz centra za traganje i spašavanje te da se po potrebi u operaciju i koordinaciju uključe i SAR centri susjednih zemalja.

---

<sup>3</sup> URL 7

<sup>4</sup> URL 7

SAR konvencija je od svog donošenja do danas nekoliko puta mijenjana i nadopunjavana jer u počecima nije polučila očekivan uspjeh (do 1. veljače 1999. konvenciju je ratificiralo samo 60 država pod čijim zastavama je plovilo manje od 50% ukupne svjetske trgovačke flote).

Nakon prihvaćanja SAR konvencije 1979. i njenog dolaska na snagu 1985., MSC je odlučio podijeliti svjetske oceane na 13 SAR područja, a taj posao dovršili su 1998. Na tim područjima zemlje zadužene za provođenje SAR operacija uklonile su sve formalne i neformalne prepreke za izvođenje istih.

Danas se konvencija o traganju i spašavanju na moru sastoji pet poglavlja:

- I. Pojmovi i definicije
- II. Organizacija i kooperacija
- III. Kooperacija između država – Države članice se pozivaju da sklope međunarodne sporazume o suradnji između centara za traganje i spašavanje te da dozvole drugim državama slobodan ulazak u vlastito teritorijalno more prilikom operacija traganja i spašavanja.
- IV. Operacijske procedure – Svi koordinacijski centri moraju imati najnovije informacije vezane za službu traganja i spašavanja i moraju biti u stanju primiti poruku pogibelju u bilo kojem trenutku (24 sata dnevno). Također ovo poglavlje nalaže da se operacija traganja i spašavanja mora provoditi, ako je moguće, sve dok postoji razumna nada da se unesrećeni mogu spasiti.
- V. Sustav izvještavanja s brodova – Ovo poglavlje sadrži preporuke za uspostavljanje sustava izvještavanja na brodovima za potrebe traganja i spašavanja te načine uporabe istih.

Do dana 10. lipnja 2016., SAR konvenciju ratificiralo je 107 država pod čijom zastavom plovi 80.85% svjetske trgovačke flote.<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> URL 8, Summary of Status of Conventions

### 3. GMDSS

Početak i sredinom 20. stoljeća komunikacije u slučaju opasnosti na brodovima bile su temeljene na izravnoj vezi između spašavatelja i broda u nevolji. Cjelokupna komunikacija odvijala se radio-telegrafskim stanicama ili radio-telefonom, Morseovim kodom. Problemi ovog sustava bili su veliki operativni troškovi zbog iznimnog broja radio operatera koji su morali biti vrlo iskusni, te vrlo mal domet odašiljača uz ograničenu količinu prometa. Do 1970-ih godina otklonjen je problem dometa radiotelegrafskih uređaja. Primjer toga bila je Portishead radio stanica, najveća radiotelefonska stanica tog doba. Ona je mogla odašiljati signal po cijelom svijetu koristeći HF signale dugog dometa, no svi drugi nedostaci su i dalje ostali pa je tako Portishead radio zapošljavao čak 154 radio operatera koji su u godinu dana mogli zaprimiti i odaslati samo 20 milijuna riječi.

Godine 1979. IMO je donio konvenciju o traganju i spašavanju na moru koja je za cilj imala razvijanje plana o traganju i spašavanju, a za uspješno ostvarivanje tih planova trebalo je bitno unaprijediti sustave komunikacije i izvješćivanja kako na brodovima tako i na kopnu. Imajući u vidu unaprjeđenje komunikacijskih sustava, nakon skoro 10 godina rada, IMO je kao dodatak SOLAS konvencije predstavio „Global Maritime Distress and Safety System – GMDSS).

GMDSS sustav temelji se na upotrebi satelita u zemljinoj orbiti i poboljšanih zemaljskih radio sustava za uspostavljanje komunikacije između brodova ili između broda i obalnih radio stanica. Cilj sustava je osiguranje pouzdanih komunikacijskih kanala u svrhu traganja i spašavanja na moru te sprječavanja nezgoda na moru, a za to ostvariti oprema mora biti u mogućnosti izvršavati 9 zadataka:

- Emitiranje poruka pogibelji u smjeru brod-kopno na najmanje dva odvojena, samostalna i različita sustava za radio komunikaciju
- Primanje poruka pogibelji u smjeru kopno-brod
- Primanje i emitiranje poruka pogibelji između brodova
- Primanje i emitiranje koordinacijskih poruka za akcije traganja i spašavanja
- Primanje i emitiranje poruka na lokaciji
- Primanje i emitiranje signala lokacije koje šalje SART uređaj
- Primanje i emitiranje informacija sigurnosnih poruka vezanih za sigurnost plovidbe
- Primanje i emitiranje radiokomunikacije prema i od kopnenih radio stanica ili mreža
- Primanje i emitiranje komunikacije brod-brod

Uz osnovne zadatke koje GMDSS oprema mora izvršavati ona također mora biti jednostavna za rukovanje te ako je moguće biti dizajnirana za automatski rad, a poruka pogibelji se mora moći poslati s mjesta s kojeg se upravlja brodom tj. sa zapovjedničkog mosta.

Osnovni koncept GMDSS-a je da se u slučaju nesreće na moru, putem komunikacijske opreme pošalje poruka pogibelji koju će u kratkom vremenu primiti SAR centar na kopnu te brodovi u blizini. Prijam poruke pogibelji ovim putem omogućava pokretanje akcije traganja i spašavanja

u vrlo kratkom vremenu te uvelike olakšava njenu koordinaciju s kopna. Rezultat ovakvog načina izvještavanja i koordiniranja su iznimno povećane šanse za spašavanje unesrećenih. Uz osnovni koncept GMDSS je također omogućio brodovima da primaju sigurnosne poruke u stvarnom vremenu uključujući meteorološka upozorenja te upozorenja za plovidbu koja sama po sebi mogu spriječiti nesreću.

Glavne komponente GMDSS su:

- EPIRB – Emergency Position Indicating Radio Beacon
- NAVTEX – Automatski sustav za primanje i odašiljanje sigurnosnih informacija
- Inmarsat
- HF – Radio sustav visoke frekvencije
- SART – Search and Rescue Transponder
- DSC – Digital Selective Calling
- Napajanje sustava – oprema GMDSS-a mora imati tri izvora napajanja

Zbog velike tehničke zahtjevnosti GMDSS sustava on je provizorno stupio na snagu 1.veljače 1992. s krajnjim rokom uvođenja 1.veljače 1999. Na taj isti dan 1999. prestala je uporaba Morseovog koda na brodovima te su svi putnički brodovi i teretni brodovi veći od 300 BT na međunarodnim putovanjima morali biti opremljeni GMDSS opremom uključujući EPIRB i SART.



Slika 1. Brodska GMDSS stanica

### 3.1.GMDSS morska područja

Prije donošenja GMDSS plana, brodovi su bili opremljeni komunikacijskom opremom sukladno njihovoj težini i nosivosti. Uvođenjem GMDSS-a došlo je do potrebe da se to pravilo promjeni zato što je uz osiguravanje komunikacije brod-brod glavni cilj GMDSS-a osiguravanje stalne

dvosmjerne komunikacije između broda i obalne stanice. Zbog toga je IMO podijelio svjetska mora u četiri područja A1, A2, A3 i A4 koja služe u dvije svrhe

- Za određivanje komunikacijske opreme koju brod mora nositi – Komunikacijska oprema određuje se prema GMDSS područjima u kojima taj brod plovi te prema dostupnosti i postojanju kopnenih komunikacijskih servisa
- Određivanje područja u kojima je GMDSS dostupan

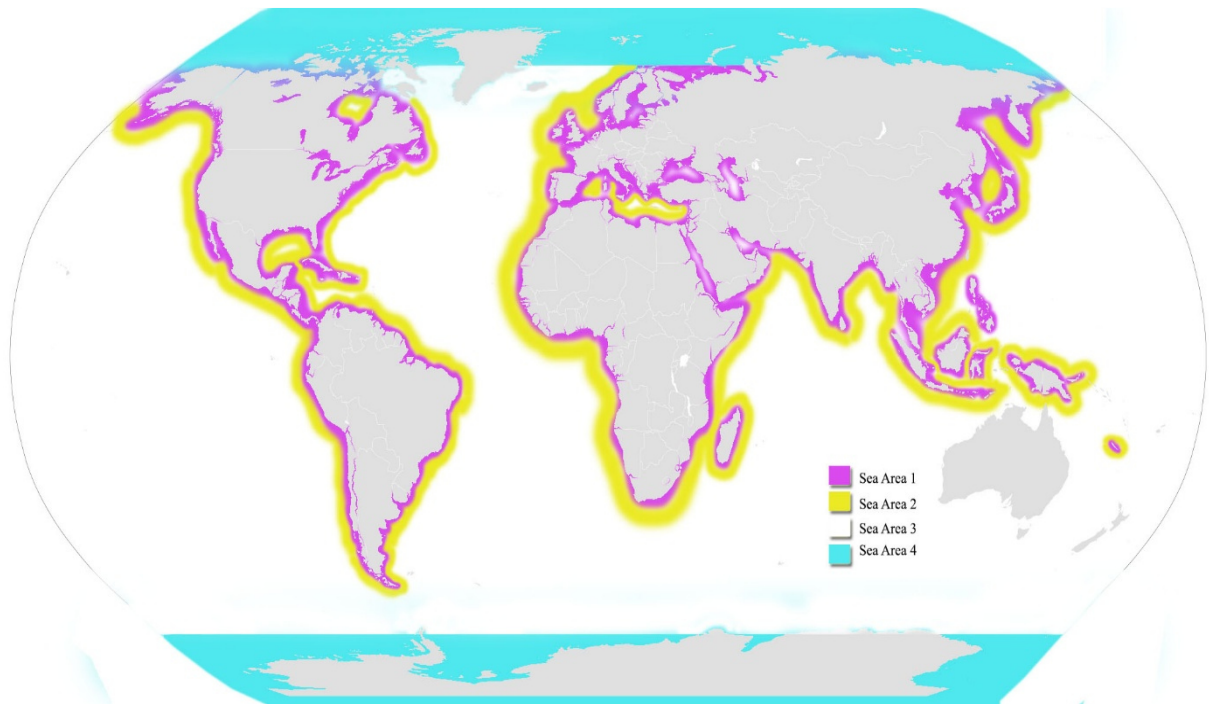
**A1** – Područje koje se proteže 30-40 nautičkih milja od obale, a u dometu je minimalno jedne VHF obalne stanice koja drži kontinuiranu stražu na VHF/DSC kanalu 70 (156.525 MHz) te pruža uslugu obavještavanja, alarmiranja i radiokomunikacija. Brodovi koji plovo ovim područjem moraju biti opremljeni VHF/DSC, NAVTEX i prenosivim VHF uređajima te EPIRB-om i SART-om.

**A2** – Područje nakon A1 područja, a u dometu je minimalno jedne obalne MF radiostanice koja pruža kontinuiranu DSC uslugu alarmiranja, obavještavanja te radiokomunikacija (2187.5 kHz). Ovo područje uglavnom se proteže do 150 nautičkih milja od obale. Brodovi koji plovo ovim područjem moraju biti opremljeni opremom za plovidbu A1 područjem i dodatno MF radio-telekomunikacijskom opremom.

**A3** – Područje izvan A1 i A2 područja koje je pokriveno signalom Inmarsat geostacionarnih satelita. Ovo područje nalazi se između 70° geografske širine sjeverno i 70° geografske širine južno u kojem Inmarsat garantira siguran satelitski signal, iako je u praksi pokazano da je signal dostupan i do 76° na obje strane. Brodovi koji plovo ovim područjem uz opremu za A1 i A2 područja moraju biti opremljeni Inmarsat F77, B ili C stanicom ili DSC radio-telefonom/telexom visoke frekvencije.

**A4** – Ovo područje proteže se sjeverno od 70° geografske širine na sjevernoj strani te južno od 70° geografske širine na južnoj strani svijeta. U osnovi ovo područje pokriva vode Sjevernog i Južnog pola, a brodovi koji plovo ovim područjima moraju biti opremljeni opremom A1 i A2 područja te DSC radio-telefonom/telexom visoke frekvencije.

Iznimka ovih područja je Australija u kojoj nema područja A1 i A2, te svi brodovi koji plovo ovim područjem moraju biti opremljeni opremom za A3 GMDSS područje.



Slika 2. GMDSS morska područja

### 3.2. Međunarodna pomorska satelitska organizacija - Inmarsat

#### 3.2.1. Uvod u Inmarsat

1973. godine međunarodna pomorska organizacija (IMO) došla je do zaključka da je komunikacija putem satelita budućnost pomorskih komunikacija. Sukladno tom zaključku radna skupina IMO-a iznijela je dvije rezolucije koje su bile temelj za budući rad organizacije na području satelitskih komunikacija. 1975. i 1976. godine IMO je održao tri konvencije na kojima je prihvaćena odluka o osnivanju međunarodne pomorske satelitske organizacije (Inmarsat) kao međunarodne organizacije čiji će rad financirati zemlje potpisnice konvencije sukladno s radnim sporazumom koji je bio priložen konvenciji. Konvenciju o osnivanju Inmarsata 1976. potpisalo je 28 država članica IMO-a te je ona stupila na snagu 1979., a Inmarsat je počeo s radom u veljači 1982. sa sjedištem u Londonu. Cilj ove organizacije bio je razviti i nakon razvitka održavati i unaprjeđivati sustav koji će omogućiti brodovima slanje i primanje poruka pogibelji, sigurnosti i hitnosti neovisno o lokaciji na zemlji na kojoj se nalaze.

Sredinom 1990-ih došlo je do problema u radu Inmarsata zato što države potpisnice konvencije nisu više htjele financirati rad i napredak organizacije zbog prevelike konkurencije u industriji satelitskih komunikacija te je donesena odluka o privatizaciji organizacije. Glavni uvjet privatizacije je bio da novi vlasnik mora nastaviti s radom i razvijanjem tehnologije za sigurnosnu i hitnu komunikaciju u skladu sa SOLAS konvencijom. U travnju 1999. Inmarsat privatizacijom prelazi iz međunarodne organizacije u privatno dioničko društvo.

### ***3.2.2. Prednosti Inmarsat sustava***

Inmarsat komunikacijski sustav svojim je uvođenjem donio brojne prednosti u odnosu na prijašnji radio-telefonski sustav komunikacije, kako sa sigurnosnog tako i s poslovnog stajališta. Brodarske kompanije uz pomoć ovog sustava došle su u mogućnost izravno komunicirati sa svojim brodovima putem telefona, telexa, telefaksa i interneta, a uz to cijela komunikacija može se odvijati u privatnosti dok je prije, komunikacije na relaciji kompanija – brod mogao prislušivati bilo tko uz pomoć odgovarajuće opreme za prijem radio signala. Sa stajališta IMO-a glavna prednost Inmarsat-a je poboljšanje sustava uzbunjivanja i slanja sigurnosnih poruka i obavijesti. Inmarsat sustav automatski prepoznaje poruke pogibelji te im dodjeljuje prioritet nad drugim porukama i prosljeđuje ih u koordinacijski centar za traganje i spašavanje (RCC). Ovaj sustav također je donio mogućnost primanja upozorenja za plovidbu, meteoroloških upozorenja i vremenskih prognoza, primanje medicinskih savjeta i pomoći te omogućava sigurnu i pouzdanu komunikaciju između brodova i RCC-a tijekom operacija traganja i spašavanja na moru.

### ***3.2.3. Struktura Inmarsat komunikacijskog sustava***

Inmarsat komunikacijski sustav sastoji se od tri glavne tehnološke komponente:

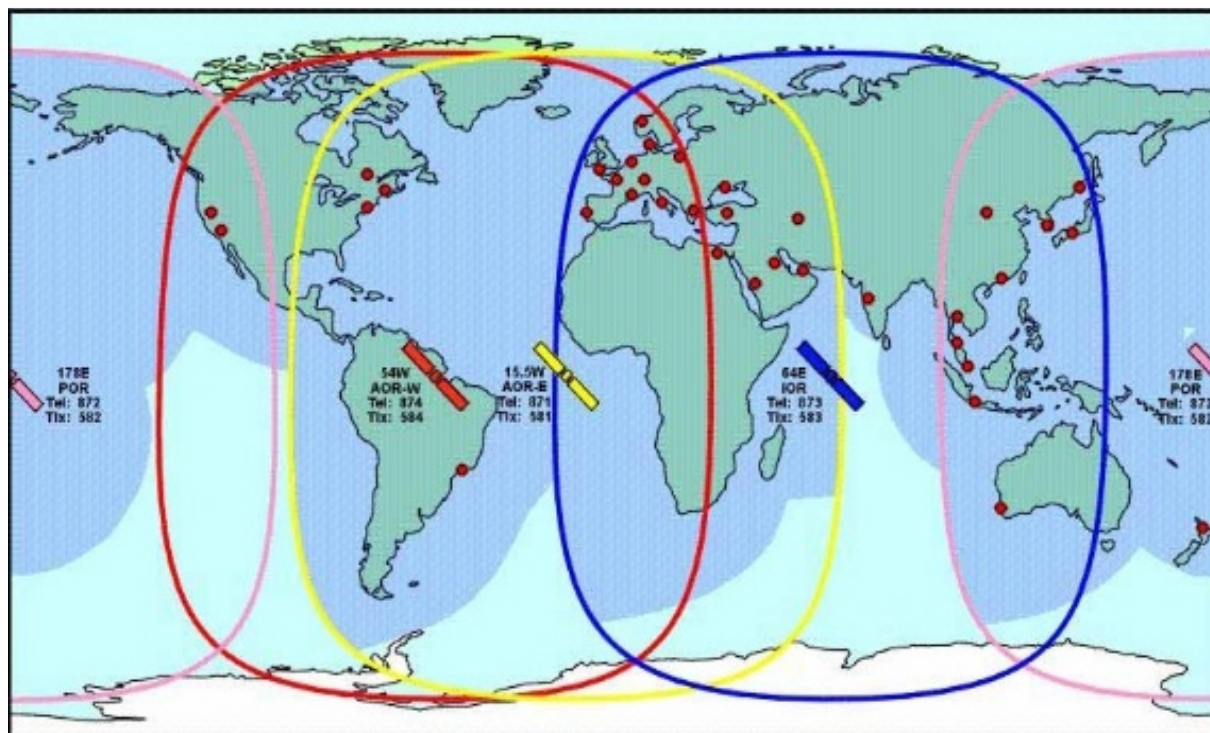
- Svemirske komponente
- Zemaljske komponente
- Brodske zemaljske stanice

**Svemirska komponenta** Inmarsat sustava sastoji se od četiri satelita postavljena u geostacionarnoj orbiti zemlje na visini od 35 700 kilometara. Ovi sateliti kreću se prateći kutnu brzinu zemlje te se tako gledajući sa zemlje uvijek nalaze na istom mjestu pružajući pritom neprekidnu pokrivenost antenama na zemlji. Da bi pružili što bolju pokrivenost svjetskih mora i plovnih puteva, sateliti su postavljeni u ravnini s ekvatorom te raspoređeni tako da pokrivaju četiri oceanske regije:

- Atlantski ocean Istok – AOR-East
- Atlantski ocean Zapad – AOR-West
- Indijski ocean – IOR
- Tihi ocean – POR

Ovakvim rasporedom satelita oni pružaju pokrivenost svih svjetskih mora do 76° geografske širine Sjeverno i Južno time pokrivajući GMDSS područje A3.





**Slika 3.** Raspored satelita Inmarsat sustava te pokrivenost zemlje

Osnovni princip rada satelita je da prima podatke s odašiljača na zemlji, mijenja im frekvenciju te ih onda ponovno šalje prema anteni primatelja na zemlji. Frekvencije signala koje satelit prima i odašilje različite su jačine da bi se izbjeglo miješanje odlaznih i dolaznih signala. U komunikaciji obala-brod, signal poslan iz kopnene stanice prema satelitu ima frekvenciju 6 GHz (C-band), a od satelita prema brodu 1.5 GHz (L-band). U komunikaciji brod-obala, odlazni signal s broda ima frekvenciju 1.6 GHz te ga satelit po primitku pojačava i vraća prema zemlji na frekvenciji od 4 GHz.

Upravljanjem, koordiniranjem i radom Inmarsat satelita te brodskim i zemaljskim stanicama obavlja se iz mrežnog operacijskog centra (Network operation center – NOC) koji se nalazi u Inmarsat-ovom sjedištu u Londonu.

**Zemaljska komponenta** Inmarsat-a sastoji se od globalne mreže obalnih zemaljskih stanica (Coast Earth Station – CES), mrežnih koordinacijskih stanica (Network Coordination Station – NCS) i mrežnog operacijskog centra (NOC).

Obalne zemaljske stanice (CES) ne pripadaju Inmarsat-u te su one pod nadzorom država u kojima se nalaze, a za njihovo održavanje i rad zadužene su telekomunikacijske kompanije koje posluju u toj državi. Iako CES-ovi ne spadaju u Inmarsat organizaciju, države koje žele uspostaviti takvu stanicu prvo moraju tražiti suglasnost Inmarsata, a jedan od glavnih uvjeta koje Inmarsat zahtjeva je da je taj CES izravno povezan s koordinacijskim centrom za spašavanje na moru (RCC) koji će preuzimati pozive pogibelji koji su upućeni s brodske stanice u taj CES. Svrha ovih stanica je povezivanje pomorskih satelitskih komunikacijskih sustava s

javnom telekomunikacijskom mrežom. Funkcija povezivanja satelitskih i javnih zemaljskih komunikacijskih usluga je u potpunosti automatizirana te je sa stajališta korisnika ona „nevidljiva“.

Mrežne koordinacijske stanice (NCS) zadužene su za nadgledanje i upravljanje satelitskim komunikacijama na području na kojem se nalaze. Svaki od četiri Inmarsat satelita ima svoj pridruženi NCS koji se nalazi na području koje taj satelit pokriva. U zadaću upravljanja komunikacijama pridruženog satelita spada povezivanje poziva od i prema brodskim stanicama (SES) tako da NCS određuje kanal koji će pratiti SES i CES te će na njemu vršiti komunikaciju. Uz ove zadatke NCS je također zadužen za održavanje komunikacija sa svim CES-ovima na svom području, ostalim NCS stanicama te NOC-om u Londonu. Ovim načinom međusobne komunikacije između različitih stanica osigurava se prijenos informacija kroz cjelokupni sustav. Iako je zadatak NCS-ova iznimno važan za rad cijelog Inmarsat komunikacijskog sustava, oni također kao i CES-ovi nisu dio Inmarsat organizacije.

Brodске zemaljske stanice (Ship Earth Stations – SES) su uređaji ugrađeni na brodovima koji korisnicima omogućavaju komunikaciju sa subjektima na kopnu putem Inmarsat-ovih satelita i obalnih zemaljskih stanica. SES uređaje proizvode razni proizvođači ovlašteni za to od Inmarsat-a, a ti uređaji moraju zadovoljavati uvjete postavljene od strane Inmarsat-a za tu vrstu uređaja. Na tržištu trenutno postoji velik broj različitih brodskih zemaljskih stanica koje se proizvode pod dopuštenjem Inmarsat-a, no samo dvije zadovoljavaju uvjete GMDSS-a, a to su:

- Inmarsat – C
- Inmarsat – Fleet (F77)

Inmarsat-C stanica predstavljena je 1991. godine kao zamjena za tehnološki zaostalu Inmarsat-A stanicu. Karakteristike ove stanice su niska cijena, kompaktnost što omogućava ugradnju ovog sustava na sve vrste brodova od jahti i ribarskih do velikih komercijalnih teretnih brodova te mogućnost slanja tekstualnih i podatkovnih poruka. Glasovna komunikacija nije moguća u Inmarsat-C sustavu jer je on temeljen na digitalnoj mreži. Prilikom slanja podataka ovim sustavom s broda na kopno, signal putuje od brodske antene prema satelitu te potom u CES gdje poruka čeka neko vrijeme prije nego je CES prosljedi u javnu telekomunikacijsku mrežu prema krajnjem primatelju. Zbog ovog cijelog procesa slanja poruke krajnji primatelj će tu poruku primiti sa zakašnjenjem od nekoliko minuta te se stoga ovaj način komunikacije naziva „store and forward messaging“. Isti ovaj proces ponavlja se i u povratnoj komunikaciji kopno-brod.

Komunikacijske usluge koje omogućava Inmarsat-C stanica su:

- „Store and forward messaging“ i prijenos podataka
- Uzbunjivanje i slanje poruka pogibelji
- Prijem EGC, SafetyNet i FleetNet poruka
- Provjera statusa i podatkovna izvješća

- Druge usluge dodane vrijednosti

Inmarsat-Fleet (F77) pruža usluge digitalne glasovne, video i podatkovne komunikacije visokih brzina prijenosa podataka za komunikaciju između broda i kopna. Ovaj sustav opremljen je automatskim prepoznavanjem prioritetnih poruka i s njim je moguće slati poruke pogibelji, hitnosti i sigurnosti te je zbog toga u potpunosti u skladu sa zahtjevima GMDSS-a. Uz ove mogućnosti Inmarsat-Fleet (F77) također omogućava korisniku slanje i primanje: E-maila, SMS, „instant messaging“, podataka, slika, video zapisa, glasovnih zapisa visoke kvalitete, ispravke karata, meteorološke prognoze, videokonferencije, ispravke GPS-a, tele-medicinu i slično.

Uz ove dvije Inmarsat brodske stanice koje zadovoljavaju uvjete GMDSS-a, Inmarsat je razvio i Inmarsat-E EPIRB uređaj kao sustav alarmiranja u slučaju pogibelji, koji također zadovoljava sve uvjete GMDSS-a te pruža sigurnu pokrivenost signalom u GMDSS A3 području. Inmarsat-E sustav kombinira Inmarsat-ov satelitski komunikacijski sustav s GPS-ovom mogućnošću određivanja lokacije. Poruke pogibelji poslane s ovakvog uređaja zaprimat će svi sateliti u geostacionarnoj orbiti te će je prosljediti svim zemaljskim stanicama u dometu satelita koje imaju opremu za primitak ovakvih poruka. Poruke pogibelji u zemaljskoj stanici se dekodiraju i prosljeđuju pridruženim RCC-ovima. Inmarsat-E EPIRB dizajniran je tako da ne može potonuti te u slučaju da brod potone, on izroni na površinu i pritom se aktivira. Uz vodootporno kućište u kojem se nalaze antene, baterije te elektronska oprema potrebna za rad, ovaj uređaj ima ugrađen EPFD (Electronic Position Fixing Device) koji je zapravo GPS prijamnik koji kad je uključen prima podatke o lokaciji na kojoj se nalazi s odstupanjem do 200 metara. Uz sve ovo ovaj EPIRB može biti dodatno opremljen bljeskajućim svjetlom i SART uređajem.

### **3.3. EGC – Enhanced Group Calling**

Obavješćavanje i uzbunjivanje na relaciji kopno-brod putem zemaljskih radio-valova obavlja se glasovnom komunikacijom, a veza se uspostavlja DSC (MF, HF, VHF) uređajem koristeći individualni brodski pozivni broj tj. njegov MMSI (Maritime mobile selective calling number). Obavješćavanje putem satelitskih sustava moguće je koristeći Inmarsat-ovu EGC Safetynet uslugu u kojoj se poruke šalju jednom ili grupi brodova. Inmarsat EGC sustav važan je dio GMDSS-a koji se koristi za prijenos pomorskih sigurnosnih informacija (MSI – Maritime safety information) tamo gdje nije dostupna NAVTEX usluga.

MSI usluga je međunarodni sustav izvješćavanja koji sadrži sve bitne informacije za navigaciju, a EGC uređaj automatski prati frekvencije na kojima se šalju te informacije te ih automatski ispisuje po primitku.

Jedna od većih prednosti slanja poruka u EGC sustavu je velika mogućnost određivanja kojima brodovima će poruka biti poslana. Poruka poslana EGC sustavom može biti poslana:

- Točno određenom brodu
- Floti brodova jedne kompanije (neovisno o lokaciji na kojoj se nalaze)
- Svim brodovima na određenom geografskom području
- Svim brodovima koji plove pod zastavom iste države
- Svim brodovima

Poruke u ovom sustavu mogu slati samo tijela koja su za to ovlaštena od strane IMO-a i Inmarsat-a i to na način da poruku sastavljenu u standardiziranom formatu pošalju u CES koji tu poruku prosljeđuje NCS-u koji upravlja satelitom preko kojeg će ta poruka biti poslana u roku od 30 minuta.

EGC sustav sastavni je dio Inmarsat-C brodske stanice što znači da ga je moguće koristiti bilo gdje u granicama GMDSS A3 područja, a on trenutno nudi dvije usluge obavljanja:

- Safetynet
- Fleetnet

EGC Safetynet sustav omogućava pružateljima informacija (ovlaštenim od strane IMO-a) da šalju informacijske poruke vezane za sigurnost plovidbe (MSI) na relaciji kopno-brod. Ovaj sustav je zbog svojih dobrih karakteristika, IMO odabrao kao primarni sustav objavljivanja pomorskih sigurnosnih informacija u GMDSS-u.

Dopuštenje IMO-a za slanje poruka Safetynet mrežom imaju:

- Centar za koordinaciju traganja i spašavanja za slanje prosljeđenih poruka pogibelji, komunikaciju tijekom akcije traganja i spašavanja te slanje drugih poruka hitnosti na relaciji kopno-brod
- Meteorološki zavodi za slanje meteoroloških upozorenja i vremenskih prognoza
- Hidrografski zavodi za slanje navigacijskih upozorenja i ispravaka plovidbenih karata
- Međunarodna služba za praćenje leda u Sjevernom Atlantskom oceanu za slanje informacija o kretanju leda

EGC Fleetnet je sustav koji omogućava registriranim korisnicima na kopnu da pošalju poruku odabranoj skupini brodova, npr. svim brodovima jedne kompanije, brodovima pretplaćenim na neku komercijalnu uslugu i slično, samo jednim slanjem uz odabir svih krajnjih primatelja. U slučaju da poruku šalje kompanija svojoj floti brodova, tu poruku će primiti samo oni brodovi čija je Inmarsat-C stanica programirana u skladu s kompanijinim EGC mrežnim identitetom.

Korisnici kojima IMO može dopustiti slanje poruka u Fleetnet sustavu su:

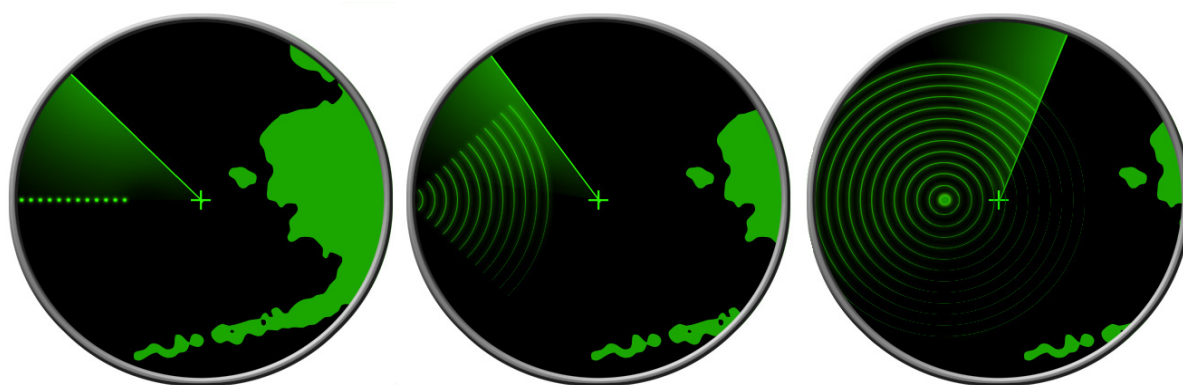
- Brodovlasnici za slanje poslovnih poruka
- Državne vlasti za slanje poruka brodovima koji plove pod zastavom te države

- Novinskim servisima za slanje vijesti pretplatnicima

EGC poruka, bila ona poslana u SafetyNet ili FleetNet sustavu, odašilje se iz NCS-a u cijelo područje koje pokriva taj NCS, te će tu poruku „vidjeti“ svaki EGC uređaj koji prati kanal za primanje obavijesti, no ako se ta poruka ne odnosi na taj uređaj on će je automatski odbaciti. Sve poruke u ovom sustavu imaju jedinstveni kod koji brodska stanica prepoznaje, tako da u slučaju da zaprimi istu poruku nekoliko puta, prihvatit će je i ispisati samo prvi put.

### 3.4. Search and rescue transponder – SART

SART je mali prijenosni radarski uređaj pogonjen baterijama, a namijenjen povećanju vjerojatnosti za spašavanje u slučaju napuštanja broda. Ovaj uređaj jedan je od važnijih sredstava GMDSS-a za lociranje brodova, brodica za spašavanje ili ljudi u nevolji. Prilikom napuštanja broda uslijed havarije SART treba ponijeti u brodicu za spašavanje te ga čim prije postaviti na najviše sigurno mjesto te uključiti u „stand-by“ način rada. U ovom načinu rada SART uređaj čeka da ga obasja radarski signal frekvencije 9GHz s broda ili aviona u potrazi. Primitkom radarskog signala SART uređaj počinje odašiljati isti taj signal prema izvoru iz kojeg je došao te on na radarskom zaslonu broda ili aviona u potrazi ostavlja niz od 12 ravnomjerno raspoređenih točkica u razmaku od 0.64 NM jedna od druge u smjeru uređaja. Prva od tih točkica tj. ona najbliža brodu označava lokaciju SART-a. Prilikom približavanja broda ili aviona SART uređaju, slika na radarskom zaslonu se mijenja te 12 točkica postaje 12 lukova koji se daljnjim približavanjem pretvaraju u 12 kružnica kad je SART na udaljenosti manjoj od 1 Nautičke milje.



Slika 4. Prikaz signala SART uređaja na brodskom radarskom zaslonu

SART uređaj je pogonjen baterijama koje mu omogućavaju minimalno 96 sati rada u „stand-by“ načinu i minimalno 8 sati aktivnog rada. Domet uređaja ovisi o visini na kojoj je postavljen te o visini antene koja će taj signal locirati. „Testovi su pokazali da je domet SART-a“<sup>6</sup>:

- Kada je SART u vodi, a radarska antena na 15 metara visine, domet je 2 NM
- Kada je SART na 1 metar visine, radarska antena na 15 metara, domet je 5 NM
- Kada je SART na 1 metar, radarska antena na avionu na visini od 3000 stopa (914 metara), domet je 40 NM

Zbog visoke djelotvornosti SART uređaja, SOLAS konvencijom je donesena odluka da svi brodovi koji plove u komercijalne svrhe moraju biti opremljeni s jednim ili više ovih uređaja, ovisno o veličini i svrsi broda i to na način da:

- SOLAS brodovi manji od 500 BRT-a moraju biti opremljeni minimalno jednim SART uređajem
- Putnički i teretni brodovi veći od 500 BRT-a moraju biti opremljeni s minimalno dva SART-a
- Trajekti moraju imati po jedan SART na četiri brodice za spašavanje.

### **3.5. Komunikacije za vrijeme traganja i spašavanja na moru**

Prilikom provođenja akcija traganja i spašavanja na moru iznimno je važno da RCC uspostavi komunikacijske kanale s brodom u nevolji i brodovima koji sudjeluju u SAR operaciji zbog potrebe da ta operacija bude dobro koordinirana i kontrolirana od strane RCC-a na kopnu. Metode komunikacije ovisit će o komunikacijskoj opremi koja je ugrađena na brodovima koji sudjeluju u toj operaciji. Ako su ovi brodovi opremljeni Inmarsat sustavima, oni će biti korišteni za brzu i pouzdanu komunikaciju između brodova i RCC-a. Uz dobru komunikacijsku povezanost RCC-ova s brodovima, za vrhunsko funkcioniranje cijelog sustava iznimno je bitna i dobra međusobna povezanost između svih RCC-ova. Ovo je bitno jer se može dogoditi da poruku pogibelji primi RCC koji zbog velike udaljenosti od mjesta nesreće nije u mogućnosti pružiti potrebnu pomoć. Ako se dogodi ovakva situacija, zaprimljenu poruku pogibelji taj RCC treba hitno proslijediti nekom drugom RCC-u (ili u više njih) koji su u mogućnosti organizirati i koordinirati akcijom traganja i spašavanja. Iz ovog razloga mnogi RCC-ovi su opremljeni brodskim Inmarsat stanicama koje im pružaju mogućnost izravne međusobne komunikacije putem Inmarsat sustava, što se pokazalo korisnim, pogotovo na mjestima gdje javna telekomunikacijska mreža nije dostupna ili nije pouzdana.

---

<sup>6</sup> Rezultati testova preuzeti sa: egmdss.com

Komunikacija na mjestu događaja, prilikom akcija traganja i spašavanja odvija se između brodova, helikoptera i aviona koji sudjeluju u toj akciji. Ova vrsta komunikacije uglavnom se odvija koristeći VHF i MF radio frekvencije pogibelji i sigurnosti, no u slučaju da su brodovi koji sudjeluju u akciji opremljeni Inmarsat brodskim stanicama, oni se mogu koristiti njima kao zamjenom ili nadopunom za radiotelefonske komunikacije.

## 4. COSPAS-SARSAT

Cospas-Sarsat je međunarodni, neprofitni, humanitarni program utemeljen ugovorom između četiri države s ciljem otkrivanja i lociranja radio odašiljača koji odašilju signal pogibelji na frekvenciji od 406 MHz, aktiviranih od strane osoba, brodova ili aviona u slučaju pogibelji te prosljeđivanje tih podataka agencijama i službama koje izvršavaju akcije traganja i spašavanja. Ovaj program osnovan je 1979. godine na inicijativu Kanade, Francuske, SAD-a i SSSR-a. Naziv Cospas-Sarsat kombinacija je Rusko-Engleskog akronima te znači:

- Cospas – Cosmicheskaya Sistyema Poiska Avariynich Sudov (svemirski sustav za traganje za brodovima i pogibelji)
- Sarsat – Search And Rescue Satellite Aided Tracking (traganje i spašavanje pomoću satelitskog praćenja)



Slika 5. Cospas-Sarsat logo

Nakon nekoliko godina usavršavanja i testiranja Cospas-Sarsat program postaje operativan 1985., a 1988. godine, države koje pružaju i osiguravaju satelitske usluge ovog programa potpisuju dogovor o međunarodnom Cospas-Sarsat programu kojim osiguravaju budućnost ovog programa te njegovu dostupnost svim državama bez diskriminacije. Nakon raspada SSSR-a, Rusija preuzima sve odgovornosti bivše države prema ovom programu, a državama začetnicama ovog programa do danas se pridružilo još 38 država i agencija koje sudjeluju u djelovanju, unaprjeđivanju i održavanju ovog programa.

Cospas-Sarsat, iako poznat kao agencija koja se baci primanjem poruka pogibelji te lociranjem uređaja s kojih su te poruke poslone, ne provodi operacije traganja i spašavanja. Operacije traganja i spašavanja provode za to zadužene državne službe koje djeluju na području gdje se dogodila nesreća, nakon što ih Cospas-Sarsat obavijesti o postojanju potrebe za SAR operacijom. Poslovanje Cospas-Sarsata usko je povezano s UN-ovim agencijama kao što su IMO i ITU kako bi se osigurala kompatibilnost sustava s potrebama i standardima na tržištu. Cospas-Sarsat sustav također je važan dio GMDSS-a te IMO zahtjeva da svi brodovi koji moraju biti opremljeni u skladu sa SOLAS konvencijom također moraju biti opremljeni Cospas-Sarsat-ovim EPIRB uređajem koji radi na frekvenciji od 406 MHz.



Zahvaljujući ovim zahtjevima te pouzdanosti Cospas-Sarsat sustava, od rujna 1982. do prosinca 2015. zahvaljujući asistenciji Cospas-Sarsat-a spašeno je minimalno 41 750 ljudi u 11 788 akcija traganja i spašavanja.<sup>7</sup> U stvarnosti ovi brojevi su još veći jer su u obzir uzeti samo podatci o operacijama traganja i spašavanja u kojima je osoblje SAR-a dalo potpunu povratnu informaciju o ishodima SAR operacije.

Cospas-Sarsat sustav možemo podijeliti na:

- Svemirsku komponentu - SARR i SARP uređaji koji se nalaze na satelitima u zemljinoj orbiti
- Zemaljsku komponentu – LUT (lokalni korisnički terminali), MCC (operacijski kontrolni centri)
- EPIRB uređaji

#### **4.1. Svemirska komponenta Cospas-Sarsat programa**

Cospas-Sarsat ne posjeduje svoje vlastite satelite u zemljinoj orbiti već se koristi satelitima zemalja koje sudjeluju u ovom programu. Tim satelitima uloga u Cospas-Sarsat programu nije primarna te se oni naknadno opremaju SARR (search and rescue signal repeater) i SARP (search and rescue signal processor) uređajima i antenama za prijam poruka pogibelji poslanih s odašiljača na zemlji na frekvenciji od 406 MHz (EPIRB) te njihovo odašiljanje prema LUT-u na zemlji.

SARR i SARP uređaji nalaze se na:

- 5 satelita u niskoj polarnoj orbiti zemlje – LEOSAR
- 5 satelita u geostacionarnoj orbiti zemlje – GEOSAR
- Više od 30 satelita u srednjoj visinskoj orbiti zemlje – MEOSAR

Sateliti koji imaju polarne orbite podijeljeni su između ruskog Cospas i Američko-Francusko-kanadskog Sarsat dijela Cospas-Sarsat programa. Sarsat uređaji koje proizvode i dobavljaju Kanada i Francuska nalaze se na satelitima nacionalne administracije Sjedinjenih Američkih država za oceane i atmosferu (NOAA) dok se Cospas uređaji nalaze na Ruskim Starkh satelitima. Uz ovu podjelu, SARR i SARP uređaji također se nalaze na NOAA-inim geostacionarnim satelitima (GOES), Meteosat meteorološkim satelitima (MSG) Europske svemirske agencije (ESA) te INSAT-3 satelitima u vlasništvu Indije.

---

<sup>7</sup> Cospas-Sarsat System data, No.42, Prosinac, 2016.

#### **4.1.1. LEOSAR**

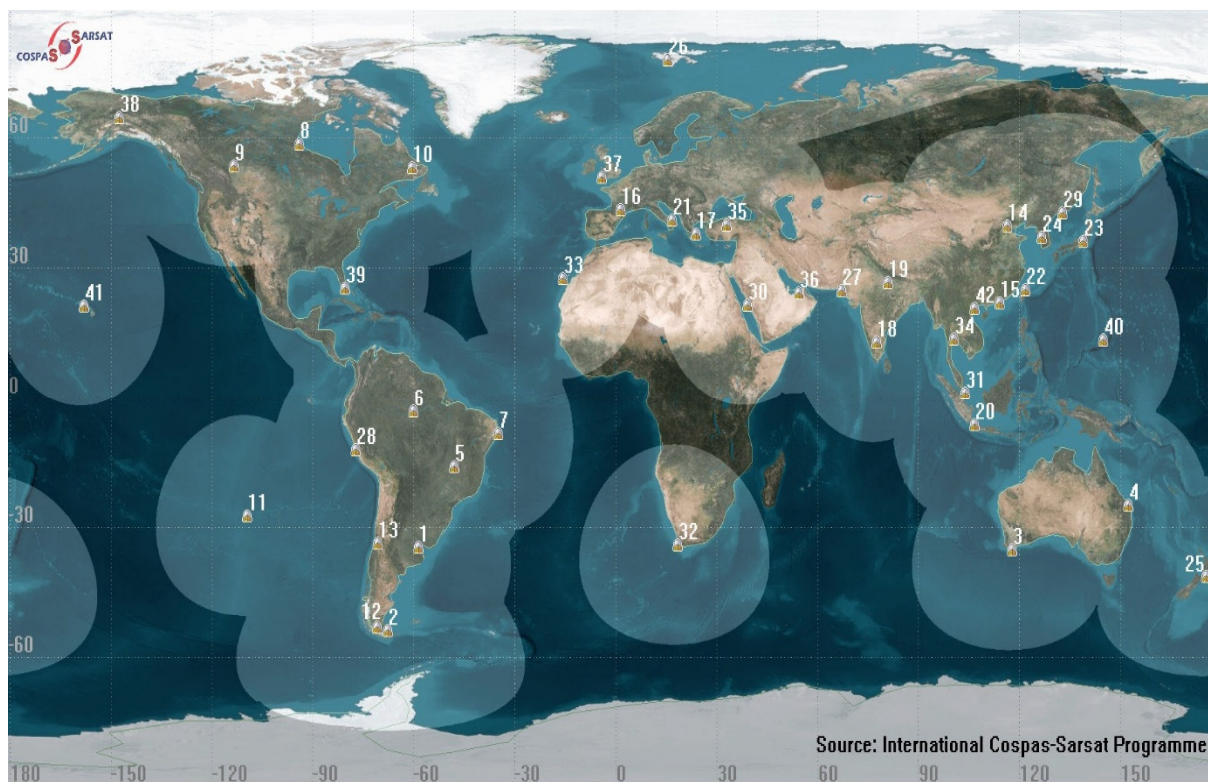
Cospas-Sarsat-ov sustav satelita u niskoj polarnoj orbiti zemlje (LEOSAR – low earth orbit) sastoji se od pet satelita koji orbitiraju oko zemljinih polova. Ova skupina satelita opremljenih SARR i SARP uređajima čini osnovni satelitski skup Cospas-Sarsat programa te je s njima moguće nadziranje cijele zemlje sa svrhom detekcije i lociranja signala pogibelji odaslanih s odašiljača na zemlji na frekvenciji od 406 MHz. Iako je ovom opremom moguće nadzirati cijelu površinu zemlje, zbog relativno niske visine na kojoj se ovi sateliti nalaze to se ne može obavljati neprekidno.

LEOSAR sateliti na kojima se nalazi Cospas-Sarsat oprema nalaze se na visini od 850 do 1000 kilometara što im pruža „vidno polje“ na zemlji od oko 6000 kilometara, te tako jednom satelitu treba 12 sati kako bi „snimio“ cijelu površinu zemlje. Postavljanjem opreme na dodatne satelite na drugim putanjama ovo vrijeme se skraćuje, a u trenutnom obliku, korištenjem pet satelita vrijeme čekanja da neki od satelita prijeđe bilo koju točku na zemlji s koje je odaslan signal pogibelji, manje je od sat vremena. Ovo vrijeme čekanja da satelit dođe u poziciju s koje može primiti ili proslijediti signal do LUT-a odredilo je dva načina rada tj. prosljeđivanja signala pogibelji:

- Real time mode (komunikacija u realnom vremenu)
- Global coverage mode (globalni način rada)

Real time mode (komunikacija u realnom vremenu)

U ovom načinu rada SARP uređaji na satelitu primaju signal poslan s odašiljača (406 MHz EPIRB) te po primitku obrađuju digitalne podatke signala, određuju lokaciju uređaja te vremenski označavaju kad je sve to obavljeno. Ove informacije se potom u digitalnom obliku šalju u LUT koji je u vidnom polju satelita. Ako satelit nije opremljen SARP uređajem nego samo ponavljačem signala, procesuiranje podataka i određivanje lokacije EPIRB-a vrši se na zemlji. Problem ovog načina rada je u tome što svaki LEOSAR satelit ima određeno „vidno polje“ zemlje (oko 6000 km) u kojem moraju biti i EPIRB i LUT kako bi signal bio uspješno poslan i primljen. U slučaju da se u vidnom polju satelita ne nalazi niti jedan LUT, signal EPIRB-a koji satelit proslijedi prema zemlji će se izgubiti. Ovaj nedostatak ograničava područja na kojima je moguća detekcija i lociranje signala pogibelji poslanih EPIRB-om koji se koriste s „real time mode“ načinom rada na područja koja se nalaze u blizini LUT-a.



**Slika 6.** Područja u kojima je moguć „real time mode“ način rada i lokacije LEOLUT stanica

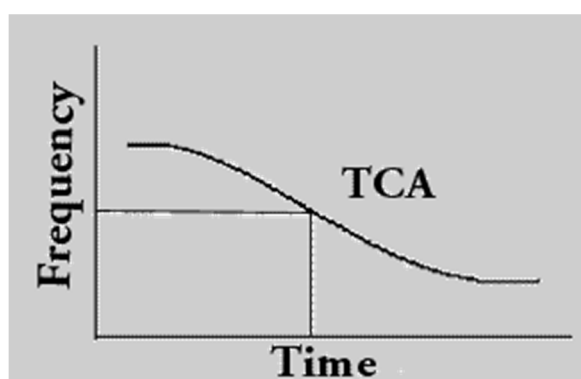
#### Global coverage mode (globalni način rada)

Da bi se otklonili nedostaci „real time mode“ načina rada te da bi se omogućilo primanje i prosljeđivanje signala pogibelji na globalnoj razini, SARP uređaji dodatno se opremaju uređajima za spremanje podataka. Prilikom primitka signala s EPIRB odašiljača oni se obrađuju isto kao u „real time mode“ radu te se potom spremaju u digitalnom obliku, ako u vidnom polju satelita u tom trenutku nema niti jednog LUT-a.

Spremljena poruka stoji pohranjena u memoriji sve dok neki od LUT-ova na zemlji ne dođe u vidno polje satelita pri čemu se onda poruka automatski šalje prema zemlji. Ovaj način rada omogućio je globalnu pokrivenost zemlje s ciljem detekcije i lokacije EPIRB uređaja (koji rade na frekvenciji od 406 MHz) te je zbog toga te je zbog toga uvršten među osnovne sustave GMDSS-a.

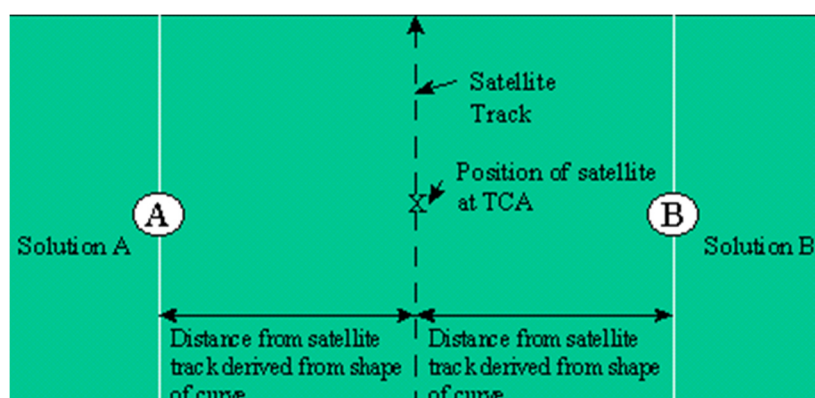
Princip lociranja u LEOSAR sustavu temelji se na procesuiranju Dopplerovog efekta. Dopplerov efekt je naziv za pojavu promjene frekvencije signala pri relativnom gibanju izvora tog signala ili njegova primatelja, a u ovom slučaju to se odnosi na gibanje primatelja tj. satelita. Ako se udaljenost između EPIRB-a i satelita smanjuje signal koji satelit prima bit će jači, a ako

se ta udaljenost povećava signal postaje slabiji. Slika 7. prikazuje graf signala koji LEOSAR satelit zaprimi dok mu je EPIRB na zemlji u vidnom polju.



Slika 7. Graf signala zaprimljenog LEOSAR satelitom

Točka prijeloma krivulje označava vrijeme kad je satelit bio najbliži odašiljaču na zemlji te se ona označava s TCA (time of closest approach), a nagib krivulje u točki TCA određuje udaljenost odašiljača od putanje satelita. Koristeći informacije dobivene iz ovog grafa te znajući točnu putanju satelita i njegovu poziciju u svakom trenutku primanja signala, moguće je na karti ucrtati dvije linije paralelne s linijom putanje satelita koje označavaju udaljenost od satelita do lokacije na kojoj bi se odašiljač mogao nalaziti. (Slika 8., str. 22) Nakon toga, znajući gdje se na putanji satelita nalazi točka TCA, iz nje se ucrtavaju dvije linije okomite s linijom putanje. Dvije točke koje se dobiju sjecištem ovih linija označavaju dvije moguće lokacije EPIRB-a od kojih je jedna prava lokacija, a druga njena refleksija.



Slika 8. Prikaz određivanja mogućih lokacija EPIRB uređaja

Određivanje prave lokacije između dvije lokacije dobivene ovim načinom može se izvesti prilikom preleta drugog satelita na drugoj putanji preko EPIRB-a ili izračunati uzimajući u obzir rotaciju zemlje prilikom računanja Dopplerovog efekta. Lokacija dobivena ovim izračunom ima točnost od 2 NM.

Problem s određivanjem lokacije uzimajući u obzir rotaciju zemlje je da signal tj. frekvencija odašiljača mora biti izrazito stabilna te se može pouzdano koristiti samo sa signalima pogibelji

poslanim na frekvenciji od 406 MHz. Problem nestabilne frekvencije javlja se ako je kut između satelita i odašiljača pre mal ili ga je nešto blokiralo prilikom slanja.

#### **4.1.2. GEOSAR**

Geosar sateliti Cospas-Sarsat sustava su skupina od pet geostacionarnih satelita opremljenih uređajima za otkrivanje signala pogibelji odašiljača s EPIRB uređaja na frekvenciji od 406 MHz, te njihovo prosljeđivanje GEOLUT zemaljskim stanicama. Ovi geostacionarni sateliti nalaze se na visini od 36 000 kilometara te imaju orbitalni period od 24 sata, što znači da se u odnosu na zemlju uvijek nalaze na istom mjestu u ravnini s ekvatorom. Ove karakteristike visine i brzine kretanja satelita, omogućavaju neprekidno motrenje površine zemlje između 70° geografske širine Sjeverno i Južno.

Budući da se GEOSAR sateliti uvijek nalaze na istoj poziciji u odnosu na zemlju, s njima je nemoguće odrediti lokaciju odašiljača na zemlji korištenjem Dopplerovog efekta. Za određivanje lokacije odašiljača ovim sustavom, sami odašiljači moraju biti u mogućnosti odrediti svoju lokaciju te je uključiti u poruku koju šalju. Unatoč ovom nedostatku, ovaj sustav pruža mogućnost otkrivanja signala pogibelji gotovo istog trenutka kad su oni poslani sa zemlje što nadalje omogućava da se koristeći bazu podataka EPIRB uređaja otkrije kojem brodu ili avionu taj uređaj pripada. Ako se otkrije kojem brodu ili avionu taj uređaj pripada, vrlo je lako pronaći informacije o ruti kojom je brod/avion plovio/letjeo te se time saznaje šire geografsko područje s kojeg je signal poslan. Ovo omogućava SAR službama da organiziraju i krenu u akciju traganja i spašavanja i bez da znaju točnu lokaciju odašiljača, koja će u idealnim uvjetima biti određena u roku od sat vremena prilikom dolaska odašiljača u vidno polje jednog od satelita LEOSAR sustava koji će točnu lokaciju odrediti korištenjem Dopplerovog efekta.

U ovom slučaju možemo vidjeti kako su GEOSAR i LEOSAR sustavi Cospas-Sarsat programa međusobno komplementarni. GEOSAR sustav pruža uzbuđivanje istog trenutka ako je signal poslan s odašiljača u GMDSS A3 području, dok LEOSAR pruža pokrivenost GMDSS A4 polarnog područja, može otkriti lokaciju signala Dopplerovim efektom bilo gdje na svijetu prilikom prelaska preko odašiljača te zbog toga što se kreće manje je izložen nekim preprekama na zemlji kao što su npr. planine, koje mogu blokirati signal prema stacionarnim satelitima.

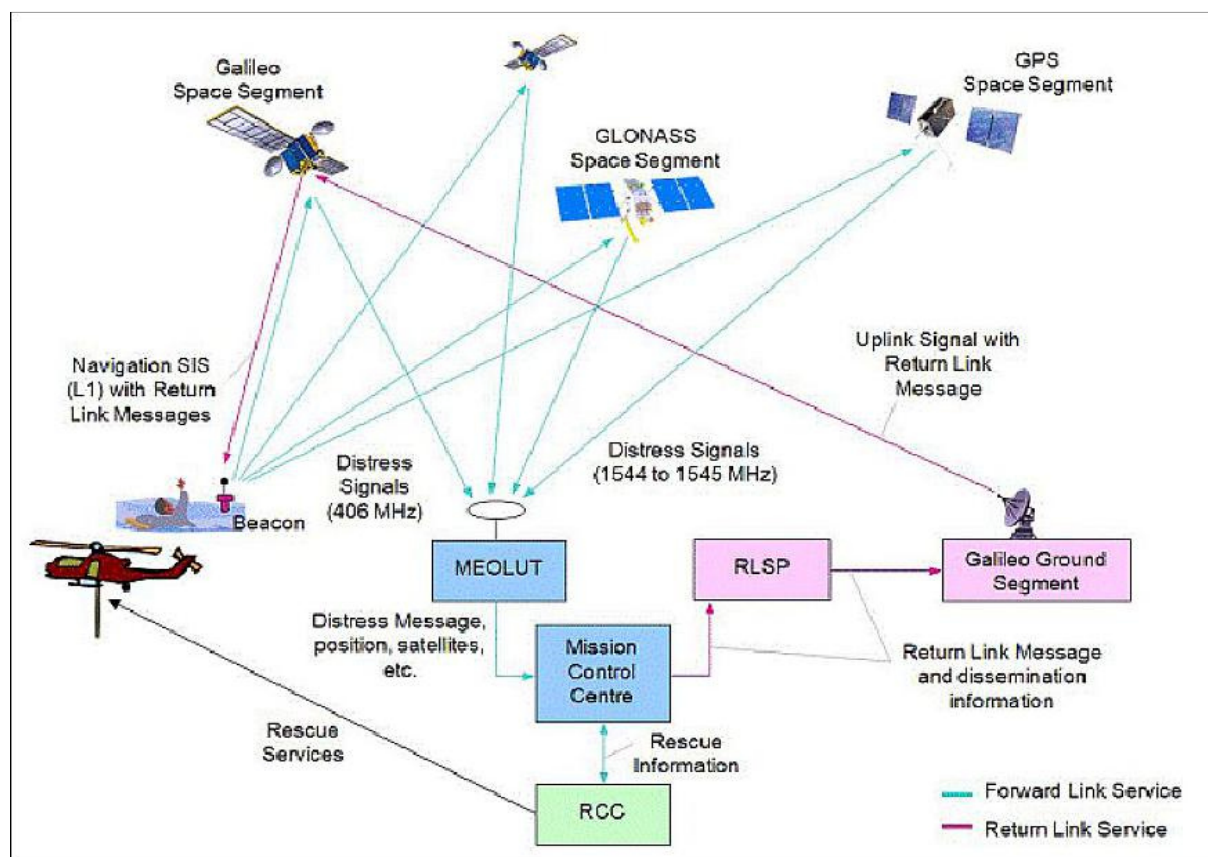
#### **4.1.3 MEOSAR**

MEOSAR sustav satelita je najnoviji program Cospas-Sarsat sustava. Cospas-Sarsat trenutno je u procesu opremanja novih GPS satelita SAD-a, GLONASS Ruskih, te GALILEO satelita Europske svemirske agencije, svojom opremom za primanje i prosljeđivanje signala odašiljača s EPIRB uređaja. Ovi sateliti nalaze se u srednjoj orbiti oko zemlje na visinama između 19 000 km i 23 000 km, a od tu ovaj program dobiva i svoje ime:

- MEOSAR – Medium altitude Earth Orbit Search And Rescue system

Svrha ovog programa je prvotno nadopuniti LEOSAR i GEOSAR sustave te ih u konačnici u potpunosti zamijeniti. Ovaj sustav pruža sve prednosti LEOSAR-a i GEOSAR-a zajedno ali bez njihovih nedostataka te se očekuje da će u konačnoj formi više od 70 satelita biti opremljeno Cospas-Sarsat uređajima.

MEOSAR sateliti imat će mogućnost primanja i slanja signala pogibelji, određivanja lokacije te slanja povratne informacije prema EPIRB-u da je signal zaprimljen, a sve to će se moći obavljati bez čekanja da odašiljač dođe u vidno polje satelita jer će zbog velikog broja korištenih satelita oni pružiti pokrivenost cijele zemlje u svakom trenutku. Očekuje se da će vrijeme potrebno za zaprimanje signala poslanog s EPIRB odašiljača na frekvenciji od 406 MHz iznositi oko 50 sekundi.



Slika 9. Komunikacija u MEOSAR sustavu

S ciljem poboljšavanja cjelokupnog sustava Cospas-Sarsat je pred ovaj sustav postavio nekoliko zahtjeva po pitanju lociranja odašiljača ako oni nisu opremljeni uređajima za otkrivanje i slanje svoje lokacije, te vremena potrebnog za primanje signala nakon aktivacije odašiljača. Iako je očekivano vrijeme primanja signala oko 50 sekundi nakon aktivacije veliki pomak prema naprijed u odnosu na stare sustave, konačni cilj je da se to vrijeme skрати na 30 sekundi.

Zahtjevi po pitanju lokacije uređaja koji nisu opremljeni uređajima za određivanje svoje lokacije odnose se na točnost lokacije u određenom vremenskom roku nakon aktiviranja EPIRB-a pa bi tako standard lociranja trebao biti:

- U roku od 30 sekundi točnost mora biti unutar 5 kilometara
- U roku od 5 minuta točnost mora biti unutar jednog kilometra
- U roku od 30 minuta točnost mora biti unutar 100 metara

Lansiranje satelita opremljenih MEOSAR opremom započelo je u prosincu 2012. godine te je tad počela faza demonstracije i evaluacije programa koja je pokazala višestruke prednosti u odnosu na LEOSAR i GEOSAR sustave. U prosincu 2016. faza demonstracije i evaluacije je završila te je MEOSAR sustav ušao u fazu rane operacijske sposobnosti u kojoj se još provode testiranja sustava ali je on također u mogućnosti primati signale pogibelji koji se prosljeđuju SAR centrima. Da bi ovaj sustav došao do svoje pune operacijske faze potrebno je opremiti dovoljan broj zemaljskih MEOLUT stanica te postaviti dovoljan broj satelita opremljenih MEOSAR uređajima u srednju orbitu zemlje kako bi oni ispunili zahtjev za pokrivenost cijele površine zemlje u stvarnom vremenu.

MEOSAR sustav trebao bi ući u punu operacijsku fazu rada 2018. godine.

#### **4.2. Zemaljska komponenta Cospas-Sarsat programa**

Zemaljska komponenta Cospas-Sarsat programa sastoji se od:

- Lokalnih korisničkih terminala (LUT – Local User Terminal)
- Kontrolnih operacijskih centara (MCC – Mission Control Center)

Lokalni korisnički terminali (LUT) su stanice čiji je zadatak primanje i procesuiranje signala pogibelji zaprimljenih sa satelita Cospas-Sarsat sustava te njihovo prosljeđivanje u povezane MCC-ove nakon obrade. U ovom sustavu razlikujemo tri različite vrste LUT-ova ovisno o sustavu satelita kojim upravljaju te iz kojeg primaju signale pa tako imamo:

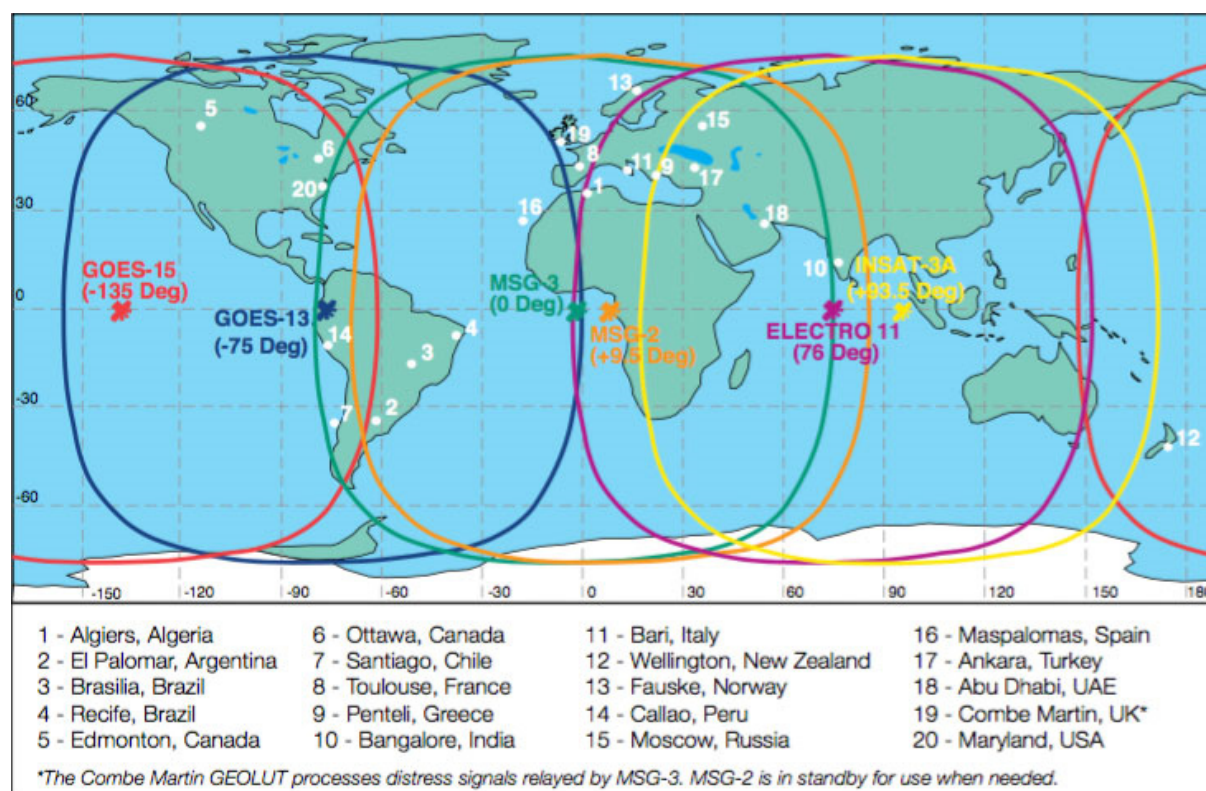
- LEOLUT stanice
- GEOLUT stanice
- MEOLUT stanice

LEOLUT stanice namijenjene su praćenju satelita LEOSAR sustava. Njihova konfiguracija i mogućnosti mogu biti različite kako bi se postigli specifični zahtjevi država koje sudjeluju u održavanju ovih stanica, no zbog standardnog formata u kojem se vrši komunikacija između LEOSAR satelita i LEOLUT stanica, sve ove stanice u mogućnosti su vršiti operacije sa svim satelitima LEOSAR-a.

Trenutno se u svijetu nalaze 53 LEOLUT stanice (Slika 6., str. 20) čiji je zadatak uz primanje signala:

- Praćenje satelita i planiranje njihovih putanja
- Procesuiranje zaprimljenih podataka
- Određivanje lokacije EPIRB uređaja ako satelit nije opremljen uređajima za to
- Održavanje i prikupljanje podataka o orbitama satelita
- Pružanje prikupljenih i obrađenih podataka kontrolnim centrima

GEOLUT stanice zadužene su za primanje i procesuiranje signala pogibelji na frekvenciji od 406 MHz koji su im prosljeđeni od strane Cospas-Sarsat-ovih geostacionarnih satelita (GEOSAR). Diljem svijeta trenutno je u funkciji 21 GEOLUT čiji je zadatak održavanje vremenske i frekvencijske reference sa satelitima te primanje, obrađivanje i prosljeđivanje signala pogibelji prema pridruženom MCC-u. Budući da ovaj sustav nema mogućnost određivanja lokacije EPIRB uređaja s kojih je odaslan signal pogibelji, GEOLUT može MCC u prosljediti podatke o lokaciji samo ako je EPIRB s kojeg je taj signal poslan, opremljen uređajima za samostalno lociranje.



**Slika 10.** Prikaz GEOSAR satelita i GEOLUT stanica te njihov popis

MEOLUT stanice zadužene za primanje signala u MEOSAR sustavu trenutno su još u fazi testiranja i opremanja jer cjelokupni sustav još nije počeo s punom operacijskom fazom. Za sad



na svijetu trenutno postoji 17 ovakvih stanica no do ulaska ovog sustava u operativnu fazu očekuje se višestruko povećanje ovog broja.

Kontrolni operacijski centri (Mission control center - MCC) – U svakoj državi u kojoj se nalazi LUT nalazi se i njegov pridruženi kontrolni centar u koji se šalju sve zaprimljene poruke pogibelji. Uloga MCC-a u ovom sustavu je da:

- Prikuplja, sortira te čuva sve podatke zaprimljene od LUT-ova i drugih MCC-ova
- Pruža razmjenu podataka između svih objekata Cospas-Sarsat sustava
- Obavještava centre za koordinaciju traganja i spašavanja o svim zaprimljenim porukama pogibelji, te im pruža sve poznate informacije o lokaciji s koje prima signale pogibelji

U sustavu Cospas-Sarsat-a trenutno se nalazi 30 kontrolnih centara koji su međusobno povezani pripadajućom mrežom koja im omogućava međusobnu razmjenu podataka i informacija.

#### **4.3. EPIRB**

U Cospas-Sarsat sustavu razlikujemo tri različite vrste satelitskih odašiljača za slučaj pogibelji, ovisno o području na kojem se koriste. ELT (Emergency Locator Transmitter) odašiljači koriste se u zračnom prometu, PLB (Personal Locating Beacon) za uporabu na kopnu te nama najvažniji EPIRB (Emergency Position Indicating Radio Beacon) za uporabu na moru.

EPIRB je prijenosni odašiljač koji svoje signale šalje prema satelitima Cospas-Sarsat sustava na frekvenciji od 406 MHz, namijenjen uzbuđivanju u slučaju nesreće na moru tj. napuštanja broda. Svrha EPIRB-a je da nakon aktivacije pošalje signal koji će službama traganja i spašavanja ukazati na potrebu pokretanja SAR operacije te će im taj signal pružiti informacije o identitetu i lokaciji osobe ili broda koji su u neposrednoj opasnosti. Ovisno o vrsti satelita koji zaprimi signal EPIRB-a lokacija će se odrediti pomoću Dopplerovog efekta ili će ona biti ukomponirana u poruku ako je EPIRB opremljen GPS-om.

Danas se na tržištu nalazi veliki broj EPIRB uređaja koji se razlikuju u opremljenosti i cijeni, no svaki od njih opremljen je nekim osnovnim komponentama. Te osnovne komponente koje mora imati svaki EPIRB su:

- Antena – prilikom odašiljanja signala antena mora biti u vertikalnom položaju
- Senzor vode – automatski aktivira EPIRB ako se on nađe pod vodom
- Prekidač za ručnu aktivaciju
- Prekidač za testiranje – omogućava provjeru ispravnosti uređaja
- Konop – služi za privezivanje i osiguravanje uređaja na brodicu ili splavi za spašavanje

- Bljeskajuće svjetlo – prilikom aktivacije ovo svjetlo počinje bljeskati te tako pruža vizualno pomagalo za lociranje u SAR operaciji
- Lampicama - označavaju u kojem se načinu rada uređaj nalazi
- Baterijama – moraju omogućavati aktivan rad odašiljača minimalno 48 sati nakon aktivacije
- GPS sustavom za pozicioniranje – iako se ova komponenta ne nalazi na svim uređajima ona je iznimno važna jer omogućava da akcija traganja i spašavanja započne onog trenutka kad RCC primi poruku pogibelji koja sadrži lokaciju EPIRB-a



Slika 11. Standardni EPIRB uređaj

Uz ove osnovne komponente koje posjeduju svi EPIRB uređaji na tržištu, oni su svi također narančaste ili žute boje, napravljeni na način i od materijala koji im omogućavaju sposobnost da plutaju na vodi ili isplivaju na površinu ako se nađu pod vodom.

Registriranje EPIRB uređaja nakon kupovine iznimno je važno ako znamo da ti podatci mogu ubrzati proces pokretanja akcije traganja i spašavanja. Svaki EPIRB uređaj je prilikom kupovine programiran troznamenkastim brojem koji označava kod države u čijoj bazi podataka EPIRB uređaja će se nalaziti detalji registracije tog uređaja, a to je uglavnom država pod čijom zastavom plovi brod na kojem će se taj EPIRB nalaziti. Registraciju uređaja obavlja kupac na standardiziranom formularu te je onda dostavlja nadležnim službama.

Važnost registracije vidljiva je u primjeru da RCC primi poruku pogibelji odaslanu s EPIRB-a koji nema mogućnost određivanja svoje lokacije, a proslijeđenu prema RCC-u od strane GEOSAR sustava. U ovom slučaju RCC će znati da postoji potreba za pokretanjem akcije traganja i spašavanja ali neće znati lokaciju osoba u nevolji sve dok satelit LEOSAR sustava ne dođe u poziciju s koje može vidjeti taj EPIRB. Ovaj proces u najgorem slučaju može potrajati i do 2 sata.

Ako je EPIRB registriran, RCC može prema registracijskom broju EPIRB-a koji je uključen u njegovu poruku pogibelji, saznati o kojem se brodu radi, njegovu rutu te možda čak i njegovu posljednju lokaciju na kojoj se nalazio. Ovi podatci RCC-u pružaju dovoljno informacija za početak akcije traganja i spašavanja, na nekom geografskom području i bez znanja točne lokacije EPIRB-a, a ona će biti određena prilikom prelaska LEOSAR satelita korištenjem Dopplerovog efekta

Aktivacija EPIRB uređaja može biti obavljena na dva načina:

- Ručno aktiviranje
- Automatsko aktiviranje

Kako bi EPIRB uređaj započeo s odašiljanjem signala, on prvo mora biti izvađen iz svog kućišta. Ta radnja može se obaviti ručno tako da osoba fizički izvadi EPIRB iz kućišta i aktivira ga putem sklopke za aktivaciju ili automatski putem hidrostatskog uređaja za otpuštanje koji će se aktivirati ako se EPIRB nađe pod vodom.

Hidrostatski uređaj za otpuštanje je mehanizam pokretan tlakom, dizajniran da automatski otpusti EPIRB ako se nađe ispod površine vode na dubini od 2 do 4 metra. Na toj dubini pritisak vode djeluje na dijafragmu koja se nalazi unutar zaštitnog kućišta te uzrokuje otpuštanje kopče koja drži EPIRB na mjestu. Ovo omogućava EPIRB-u da ispluta na površinu, a budući da je svaki ovaj uređaj opremljen senzorom za automatsku aktivaciju u slučaju da se nađe u vodi, on će početi odašiljati signale čim se nađe na površini. Kako bi se osiguralo da EPIRB ispluta na površinu u slučaju potonuća broda, on bi trebao biti postavljen na mjesto na kojem nema od što zapeti prilikom izrona, kao što su antene, krovništa i slično. Idealna mjesta za postavljanje EPIRBA su stoga krila zapovjedničkog mosta ili „monkey island“ (krovište navigacijskog mosta). Prilikom odabira lokacije treba uzeti u obzir pristupačnost mjesta radi dostupnosti u

nevolji ili prilikom održavanja te da je udaljenost od radarskih antena i opreme kompasa, minimalno 2 metra.

Nakon aktivacije EPIRB počinje odašiljati niz vrlo kratkih, kodiranih, digitalnih signala na frekvenciji od 406 MHz prema satelitima u orbiti zemlje. U prvoj fazi nakon aktivacije EPIRB odašilje 6 inicijalnih signala s razmakom od 5 sekundi između svakog. Nakon prve faze EPIRB nastavlja slati signale svakih 30 sekundi, sljedećih 30 ( $\pm 1$ ) minuta, nakon čega se cijeli proces ponavlja tj. vraća se u prvu fazu odašiljanja.

Digitalni signali odaslani na ovaj način sadrže informacije kao što su (Slika 12., str. 31):

- Zemlja porijekla EPIRB-a
- Jedinstveni 15-znamenasti heksadecimalni identifikacijski kod EPIRB-a (15-hex ID)
- Kodiranu identifikaciju broda kojem taj EPIRB pripada
- Ako je moguće, GPS lokaciju
- Da li je EPIRB opremljen uređajem za navođenje koji radi na frekvenciji od 121.5 MHz

Ove informacije identificiraju korisnika što omogućava laku provjeru stvarnosti potrebe za akcijom traganja i spašavanja, jer su slučajni alarmi dosta učestala pojava. U slučaju da EPIRB nije registriran, te se ne može provjeriti radi li se o slučajnoj aktivaciji, izračun lokacije i moguće pokretanje akcije traganja i spašavanja obaviti će se nakon što dva satelita LEOSAR sustava prijeđu preko tog EPIRB-a te prime njegov signal. Glavna misao vodilja je da niti jedan signal pogibelji neće biti ignoriran.

Kako bi se osiguralo da EPIRB uređaj ne zakaže u slučaju potrebe za njim, vrlo je važno provoditi redovna testiranja te servisiranja uređaja. Testiranje uređaja provodi se jednom mjesečno i to tako da se:

- EPIRB, njegov nosač i senzor vode vizualno pregledaju u potrazi za oštećenjima te očiste od prljavštine i soli
- Provjeri uže za osiguravanje kako ono ne bi bilo zapetljano za neki dio na brodu te tako spriječeno od isplutavanja na površinu u slučaju potopljenja broda
- Provjeri rok valjanosti baterije
- Ako je riječ o automatskom EPIRB-u, treba provjeriti rok valjanosti hidrostatskog uređaja za otpuštanje te potvrditi da se pokrov kućišta EPIRB-a može lako ukloniti
- Provesti standardno testiranje. Svaki EPIRB ima ugrađen testni način rada. U ovom načinu rada EPIRB testira zdravlje baterije, da su odašiljači i antena ispravni, bljeskajuće svjetlo operativno te ako ima GPS da je i on ispravan. Provođenje ovog testa obično se provodi u prvih 5 minuta nakon punog sata kako bi se testiranjem što manje ometao rad na kanalima namijenjenim hitnim pozivima. Nakon izvršenog testa EPIRB daje rezultate određenim zvučnim i svjetlosnim signalima, ovisno o rezultatima testa.

Ako EPIRB na testu pokaže neke probleme ili je istekao rok trajanja nekog sklopa, on mora odmah biti poslan na servis kod proizvođača, a ako je bio korišten u nevolji baterija mora biti promijenjena.

```
24291 ORSRKA RH
CROMD A 430024F
CROSS
060 DU 06/05/92 - SARSAT 406MHZ
0 061255Z MAI 92
FM MRCC LA GARDE
TO CAPITANERIE ZADAR
INFO RIJEKA RADIO
BT
UNCLASS
SIC / SAR
NMR/0005 NP 0605 - LA GARDE
SUBJ/COSPAS/SARSAT ALERT
REF/MON 05 NP 0605 - LA GARDE
TXT
FOLLOWING MESSAGE HAS BEEN RECEIVED FROM FMCC TOULOUSE. MARITIME
SEARCH AND RESCUE AUTHORITY IS REQUESTED TO ASSUME COORDINATION OF
OPERATIONS
QUOTE
SS LFJGYYYY
061244 LFIAZSZX
1. DISTRESS COSPAS/SARSAT ALERT S04
2. MSG NO 09125 REF NO 09123
3. DETECTION TIME 06 MAY 92 1231 UTC
4. DETECTION FREQUENCY 406.025 MHZ
5. COUNTRY ANTIGUA
6. USER CLASS MARITIME/IDENTIFICATION 070143/0
7. EMERGENCY CODE ELAPSED TIME 01 HOURS
8. LOCATIONS A LAT 45 19.6N/LONG 014 26.7E PROB 85
B LAT 45 19.6N/LONG 014 26.7E PROB 85
9. NEXT PASS A 1240 UTC
B 1240 UTC
10. REMARKS
A. HOMING SIGNAL 121.5 MHZ
ACTIVATION AUTOMATIC
B. 53046B86BAD2068DBA331000000000
C. BEACON NO 0
D. TECHNICAL QUALITY GOOD
FM: FMCC COSPAS/SARSAT TOULOUSE
TO: LFJGYYYY
END OF MESSAGE
UNQUOTE
```

**Slika 12.** Primjer poruke o izračunu položaja EPIRB uređaja, u donjem dijelu vidljiv primjer dešifrirane poruke EPIRB-a<sup>8</sup>

<sup>8</sup> Izvor: D. Zec, 2001

## 5. ZAKLJUČAK

U završnom radu analizirani su satelitski sustavi za traganje i spašavanje na moru, odnosno analizirana je svrha svakog sustava te su opisane njihove karakteristike. Osnovna svrha satelitskih sustava koji se koriste u traganju i spašavanju na moru jest pomoći pomorcima da se u slučaju brodoloma ili neke druge nesreće na brodu što lakše pronađu i da se što brže osigura njihovo spašavanje. Da bi se to omogućilo, potrebno je da svaki brod ima satelitske sustave za traganje i spašavanje na moru u skladu s odredbama međunarodnih konvencija, s kojima su usklađeni i hrvatski zakoni. Među međunarodnim konvencijama Međunarodne pomorske organizacije kojima se regulira sigurnost plovidbe u završnom radu ističu se SOLAS i SAR konvencija. Države koje su ratificirale te međunarodne konvencije obvezne su poštivati njihove odredbe i osigurati da se one provode u praksi. Kako se tehnologija sve više razvija, međunarodne konvencije dužne su u tekst konvencije uvoditi odredbe vezane za nove satelitske sustave ili promjene vezane uz postojeće sustave, dok su države potpisnice dužne uvažiti te promjene i primijeniti ih na svoje zakone i propise. Sami pomorci, pak, trebaju biti uvježbani za različite opasne situacije na brodu za koje će im biti potrebno korištenje satelitskih sustava za traganje i spašavanje. Dužni su usavršavati se u svojem poslu i biti upoznati s radom i karakteristikama postojećih i novih satelitskih sustava koji se koriste na brodovima.

Među satelitskim sustavima koji se koriste u svrhu traganja i spašavanja na moru jest GMDSS. To je svjetski sustav sigurnosti i pogibelji čiji se osnovni koncept temelji na obavještanju vlasti na kopnu koja je odgovorna za traganje i spašavanje, kao i brodova u neposrednoj blizini o brodu koji se nalazi u opasnosti. GMDSS koristi zemaljske i satelitske tehnologije za komunikaciju. Koristi se i Inmarsat komunikacijski sustav koji automatski prepoznaje poruke pogibelji te im dodjeljuje prioritet na drugim porukama i prosljeđuje ih u koordinacijski centar za traganje i spašavanje. Kao i GMDSS, Inmarsat sustav koristi zemaljske i satelitske tehnologije za komunikaciju. Posebno je važan Inmarsat EGC sustav koji se koristi za prijenos pomorskih sigurnosnih informacija tamo gdje nije dostupna NAVTEX usluga. Na brodovima se koriste i SART uređaji, odnosno prijenosni uređaji koji služe za navođenje i lociranje broda u nevolji. Važan je i COSPAS-SARSAT program koji je utemeljen s ciljem otkrivanja i lociranja radio odašiljača s brodova koji odašilju signal pogibelji na frekvenciji od 406 MHz. S ciljem djelovanja tog programa koriste se SARR i SARP uređaji te EPIRB uređaji.

Iz svega navedenoga može se zaključiti da je potrebna suradnja među svim državama, uključujući brodare i članove posade na brodovima kako bi se satelitski sustavi za traganje i spašavanje na moru mogli koristiti na brodovima te kako bi ti sustavi doista poslužili svojoj svrsi. Isto tako, provođenjem odredbi međunarodnih konvencija i uvođenjem obveze sredstava za spašavanje na brodovima te posvećivanjem posebne pažnje svim pitanjima koja su vezana uz preživljavanje i spašavanje na moru umanjuju se tragične i katastrofalne posljedice. Rizici i opasnosti koje prijete pomorcima nikad se neće moći eliminirati, ali važno je umanjiti štetu koje razne opasnosti mogu prouzročiti, a upravo iz razloga da bi se to postiglo uvode se razne odredbe koje su članovi posade dužni poštivati i provoditi, što je, uostalom, i u njihovom najboljem interesu.

## 6. POPIS LITERATURE

- [1] Zec D. (2001): Sigurnost na moru, Udžbenici Sveučilišta u Rijeci, Rijeka
- [2] International Maritime Satellite Organization (2002), Inmarsat Maritime Communications Handbook, Issue 4, Inmarsat Customer Services, Inmarsat Limited, London, Dostupno na: [http://seaworm.narod.ru/12/Inmarsat\\_Maritime\\_Handbook.pdf](http://seaworm.narod.ru/12/Inmarsat_Maritime_Handbook.pdf)
- [3] Australian Government i Australian Maritime Safety Authority (2013), Australian Maritime Distress and Safety System (GMDSS) Handbook
- [4] Ilčev, Stojče Dimov (2005), Global mobile satellite communications for maritime, land, and aeronautical applications, Springer, Dordrecht
- [5] Tetley L. i Calcutt D. (1994), Understanding GMDSS: Global Maritime and Distress Safety System, Edward Arnold, Suffolk
- [6] COSPAS-SARSAT System Data, No.42, Prosinac, 2016., Dostupno na: <http://www.cospas-sarsat.int/images/stories/SystemDocs/Current/SD42-DEC16.pdf>

URL 1: [https://en.wikipedia.org/wiki/International\\_Maritime\\_Organization](https://en.wikipedia.org/wiki/International_Maritime_Organization)

URL 2: <http://www.imo.org/en/About/Pages/Default.aspx>

URL 3: <http://www.imo.org/en/About/Membership/Pages/MemberStates.aspx>

URL 4: <http://www.imo.org/en/About/Pages/Structure.aspx>

URL 5: <https://kliper.hr/zanimljivosti/medjunarodna-pomorska-organizacija-imo/>

URL 6: [https://en.wikipedia.org/wiki/SOLAS\\_Convention](https://en.wikipedia.org/wiki/SOLAS_Convention)

URL 7: [http://www.imo.org/en/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-for-the-Safety-of-Life-at-Sea-\(SOLAS\),-1974.aspx](http://www.imo.org/en/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-for-the-Safety-of-Life-at-Sea-(SOLAS),-1974.aspx)

URL 8: <http://www.imo.org/en/About/Conventions/StatusOfConventions/Pages/Default.aspx>

URL 9: [https://en.wikipedia.org/wiki/Global\\_Maritime\\_Distress\\_and\\_Safety\\_System](https://en.wikipedia.org/wiki/Global_Maritime_Distress_and_Safety_System)

URL 9: [https://en.wikipedia.org/wiki/Search\\_and\\_rescue](https://en.wikipedia.org/wiki/Search_and_rescue)

URL 10: <http://www.unsceb.org/content/imo>

URL 11: [http://www.imo.org/en/About/conventions/listofconventions/pages/international-convention-on-maritime-search-and-rescue-\(sar\).aspx](http://www.imo.org/en/About/conventions/listofconventions/pages/international-convention-on-maritime-search-and-rescue-(sar).aspx)



- URL 12: <http://www.imo.org/en/OurWork/Safety/Regulations/Documents/GMDSSandSAR1999.pdf>
- URL 13: [http://www.ccg-gcc.gc.ca/eng/CCG/SAR\\_Gmdss](http://www.ccg-gcc.gc.ca/eng/CCG/SAR_Gmdss)
- URL 14: <https://www.navcen.uscg.gov/?pageName=gmdssArea>
- URL 15: <http://www.egmdss.com/gmdss-courses/mod/resource/index.php?id=6>
- URL 16: <https://en.wikipedia.org/wiki/Inmarsat>
- URL 17: <http://www.marineinsight.com/marine-safety/what-is-search-and-rescue-transponder-sart/>
- URL 18: <http://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/psa/satellite-communications.html>
- URL 19: [https://en.wikipedia.org/wiki/Emergency\\_position-indicating\\_radiobeacon\\_station](https://en.wikipedia.org/wiki/Emergency_position-indicating_radiobeacon_station)
- URL 20: <https://www.cospas-sarsat.int/en/beacon-ownership/what-happens-when-i-activate-my-beacon>
- URL 21: <https://www.cospas-sarsat.int/en/18-frontpage-articles/603-what-is-a-cospas-sarsat-beacon>
- URL 22: [https://en.wikipedia.org/wiki/International\\_Cospas-Sarsat\\_Programme](https://en.wikipedia.org/wiki/International_Cospas-Sarsat_Programme)
- URL 23: <http://www.sostechnic.de/epirbs/satinfo/leosar/index.php>
- URL 24: [https://en.wikipedia.org/wiki/Emergency\\_position-indicating\\_radiobeacon\\_station](https://en.wikipedia.org/wiki/Emergency_position-indicating_radiobeacon_station)
- URL 25: <http://www.sarsat.noaa.gov/emercbns.html>
- URL 26: <http://www.insidegnss.com/node/4274>
- URL 27: <http://www.cospas-sarsat.int/en/2-uncategorised/177-meosar-system>
- URL 28: <https://www.cospas-sarsat.int/en/search-and-rescue/transition-to-meosar>
- URL 29: <https://www.cospas-sarsat.int/en/21-embedded-articles/230-doppler-processing>
- URL 30: <http://www.sarsat.noaa.gov/satellites1.html>
- URL 30: <https://www.cospas-sarsat.int/en/system-overview/cospas-sarsat-system>

## 7. POPIS SLIKA

SLIKA 1:

<http://www.shipwonders.com/communities/2/004/013/086/932//images/4620810858.jpg>

SLIKA 2: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/fc/GMDSS\\_Sea\\_Areas.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/fc/GMDSS_Sea_Areas.jpg)

SLIKA 3: <http://www.fao.org/docrep/005/Y4447E/y4447e0x.jpg>

SLIKA 4: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e8/SART\\_on\\_Radar.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e8/SART_on_Radar.png)

SLIKA 5: [https://www.uscg.mil/hq/cg5/cg534/images/Cospas-Sarsat\\_Logo.jpg](https://www.uscg.mil/hq/cg5/cg534/images/Cospas-Sarsat_Logo.jpg)

SLIKA

6:

[https://lh3.googleusercontent.com/cLPhTXGwyM4Mk4Im2UBxz6nkstI35j7\\_avAu6lPuAWJH4CfqGcb9ud6F7vQ-hYBVGfYj3Q=s170](https://lh3.googleusercontent.com/cLPhTXGwyM4Mk4Im2UBxz6nkstI35j7_avAu6lPuAWJH4CfqGcb9ud6F7vQ-hYBVGfYj3Q=s170)

SLIKA 7: <https://www.cospas-sarsat.int/images/stories/dopplercurve.gif>

SLIKA 8: <https://www.cospas-sarsat.int/images/stories/dopplerexplanation.gif>

SLIKA

9:

[https://statementdog.s3.amazonaws.com/uploads/insight/asset/image/production/2015/d15/fc6/large\\_d15fc68f-34d9-48c4-b872-3d158de96edb.jpg](https://statementdog.s3.amazonaws.com/uploads/insight/asset/image/production/2015/d15/fc6/large_d15fc68f-34d9-48c4-b872-3d158de96edb.jpg)

SLIKA 10: <http://gmdsstesters.com/images/radio-survey/cospas-sarsat-geolut.jpg>

SLIKA 11: [http://navtekindia.com/images/tron\\_40s.jpg](http://navtekindia.com/images/tron_40s.jpg)

SLIKA 12: D. Zec, 2001

## 8. SAŽETAK

U završnom radu analizirani su satelitski sustavi za traganje i spašavanje na moru. Nakon što je pobliže definirano što je Međunarodna pomorska organizacija analizirane su odredbe nekih međunarodnih konvencija koje je ta organizacija donijela, a koje su ratificirale brojne države. Konkretno su se analizirale odredbe međunarodnih konvencija vezanih uz sigurnost plovidbe, i to odredbe SOLAS konvencije kojom su propisane obveze vezane uz sustave i uređaje za zaštitu i spašavanje pomoraca te SAR konvencije kojom su propisane obveze traganja i spašavanja na moru. Države koje su ratificirale te međunarodne konvencije obvezne su poštivati njihove odredbe i osigurati da se one provode u praksi. U skladu s time analizirani su postojeći satelitski sustavi za traganje i spašavanje na moru koji se koriste na brodovima tako da je utvrđena njihova svrha te su pojašnjene njihove karakteristike, a koje su u skladu s odredbama međunarodnih konvencija. Tako su analizirani GMDSS i Inmarsat satelitski sustavi te COSPAS-SARSAT program. Analizirani su i uređaji koji se koriste kao komunikacijska sredstva na brodovima i na sredstvima za spašavanje u slučaju određene opasnosti na brodu, kao što su SART i EPIRB uređaji. Bez tih sustava i uređaja bilo bi znatno teže znati da je neki brod u opasnosti i gdje se taj brod nalazi pa je njihova uloga u zaštiti i spašavanju pomoraca, ali i brodova i brodskog tereta iznimno važna. Pomorcima će uvijek prijetiti određene opasnosti, ali se uvođenjem i poštivanjem međunarodnih konvencija koje se bave sigurnošću plovidbe, a koje propisuju i korištenje sredstava za spašavanje te obvezu traganja i spašavanja na moru može umanjiti šteta koje opasnosti na moru mogu prouzročiti.

**Ključne riječi:** pomorci, satelitski sustavi, traganje i spašavanje na moru

## 9. ABSTRACT

### **Satellite systems used for maritime search and rescue**

In this dissertation, satellite systems used for maritime search and rescue have been analysed. After closely defying what is International Maritime Organization, some international regulations that this organization enacted, which have been ratified by many nations, are analysed. Specifically international regulations regarding safety at sea have been analysed, primarily focusing on SOLAS convention regulations which prescribe obligations regarding systems and equipment for protection and rescue of mariners, and SAR convention which prescribes obligation for search and rescue at sea. Countries that have signed these international conventions are obliged to follow these regulations and to insure their implementation into the system. In correlation with previous work, satellite systems for search and rescue at sea that are currently in use have been analysed in a way that their goal was determined and their characteristics which are in accordance with international regulations explained. These analysed systems are GMDSS, Inmarsat satellite system and COSPAS-SARSAT program. Equipment which is in use as communicational equipment on vessels and search and rescue equipment like SART and EPIRB have been analysed as well. Without these systems and equipment it would be much harder to find out that a certain vessel is in danger and finding out their true location would be almost impossible so the role of these systems and equipment is crucial in protection and rescue of seafarers, vessels and their cargo. Certain dangers will always pose a threat to seafarers but with introduction of new international rules and regulations that prescribe the usage of safety equipment aswell as obligations for search and rescue missions, the loss of lives, vessels and goods that these dangers can cause, could be greatly diminished.

**Key words:** seafarers, satellite systems, search and rescue at sea