

Cospas-Sarsat sustav

Bedalov, Josip

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:187:167319>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-17**



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

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

**SVEUČILIŠTE U RIJECI
POMORSKI FAKULTET**

JOSIP BEDALOV

COSPAS-SARSAT SUSTAV – OTKRIVANJE OSOBA U MORU

ZAVRŠNI RAD

Rijeka, 2024.

**SVEUČILIŠTE U RIJECI
POMORSKI FAKULTET**

**COSPAS-SARSAT SUSTAV – OTKRIVANJE OSOBA U MORU
COSPAS-SARSAT SYSTEM – DETECTION OF PERSONS AT
SEA**

ZAVRŠNI RAD

Kolegij: Sigurnost na moru

Mentor: dr.sc. Damir Zec

Student: Josip Bedalov

Studijski smjer: Nautika i tehnologija pomorskog prometa

JMBAG: 0112081674

Rijeka, veljača 2024.

Josip Bedalov

Nautika i tehnologija pomorskog prometa

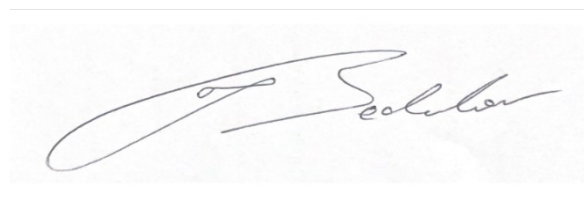
JMBAG: 0112081674

IZJAVA O SAMOSTALNOJ IZRADI ZAVRŠNOG RADA

Kojom izjavljujem da sam završni rad s naslovom „COSPAS-SARSAT sustav – otkrivanje osoba u moru“ izradio samostalno pod mentorstvom prof.dr.sc Damir Zec.

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

Josip Bedalov - autor



Josip Bedalov

Nautika i tehnologija pomorskog prometa

JMBAG: 0112081674

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/>

Josip Bedalov - autor

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'J. Bedalov', is written on a light-colored, textured background.

SAŽETAK

Satelitski sustavi su jedan od najvažnijih dijelova unaprjeđenja sigurnosti i prevencije u pomorskom prijevozu. Međutim, kada nastane potreba za traganjem i spašavanjem na moru, postaju još važniji. U ovom završnom radu analizirani su COSPAS-SARSAT sustav i svi njegovi dijelovi, organizacija rada te uređaji koji se koriste kao komunikacijska sredstva neposredno povezana s COSPAS-SARSAT sustavom. Analizirani su postupci svih strana koje djeluju u akciji pronalaženja i spašavanja osoba u moru, uređaji i plutače te sustavi koji poboljšavaju i usavršavaju proces traganja i spašavanja na moru. Na moru uvijek prijete određena opasnost te s tom činjenicom svaki sustav koji unaprjeđuje sigurnost ne smanjuje samo štetu nego doslovno spašava živote.

Ključne riječi: traganje i spašavanje, satelitski sustav, sigurnost.

SUMMARY

Satellite systems are one of the most important segments of improving safety and prevention in maritime transport. However, when there is a need for search and rescue at sea, they become even more important. In this final paper, the COSPAS-SARSAT system and all its parts, work organization and devices used as communication tools directly connected to the COSPAS-SARSAT system are analyzed. The procedures of all parties involved in the operation of finding and rescuing persons at sea, devices and buoys and systems that improve the search and rescue process at sea have been analyzed. There is always a certain danger at sea. Referring to that, any system that improves safety not only reduces damage but literally saves lives.

Keywords: search and rescue, satellite system, safety.

SADRŽAJ

SAŽETAK	III
SUMMARY	III
SADRŽAJ.....	IV
1. UVOD.....	1
2. POVIJEST	2
3. ORGANIZACIJA RADA COSPAS-SARSAT SUSTAVA	3
3.1. Organizacija Cospas-Sarsat.....	3
3.1.1. Vijeće organizacije Cospas - Sarsat.....	4
3.1.2. Tajništvo organizacije Cospas – Sarsat.....	4
3.2. Funkcioniranje Cospas – Sarsat sustava.....	6
4. SATELITSKI SUSTAVI.....	11
4.1. GNSS.....	12
4.2. SATELITSKI SUSTAVI COSPAS – SARSAT-a.....	15
4.2.1. GEOSAR	15
4.2.2. MEOSAR.....	17
4.2.3 LEOSAR.....	18
5. KOMUNIKACIJSKE FUNKCIJE	20
5.1. Povijesni razvoj	20
5.2. Uređaj EPIRB	22
5.3. Uređaj SART.....	26
6. TRAGANJE I SPAŠAVANJE NA MORU	28
7. ZAKLJUČAK.....	30
LITERATURA.....	31
KAZALO KRATICA.....	32
POPIS SLIKA	34

1. UVOD

Smanjivanje opasnosti i povećavanje sigurnosti jedan je od najvećih prioriteta u modernome pomorskom prometu. Upravo su te teme među glavnim ciljevima Međunarodne pomorske organizacije (*International Maritime Organization – IMO*). Jedno od najvećih unaprjeđenja je i Međunarodni pomorski sustav u pogibelji (*Global Maritime Distress and Safety System – GMDSS*). GMDSS dio je sustava SOLAS (*The International Convention for the Safety of Life at Sea – SOLAS*) koji upotrebljava Inmarsat i Cospas-Sarsat sustav kao radijski prijenosnik signala. U ovome završnom radu analizirat ćemo svjetski satelitski sustav Cospas -Sarsat. Glavna je svrha tog sustava pronalazak, odnosno lociranje ljudi ili objekata gdje god se nalazili. Takav sustav zanimljiv je zbog toga kako je nastao i kako funkcionira te je dostupan i jednostavan za upotrebu krajnjem korisniku. Cospas-Sarsat je kao sustav za traganje i spašavanje počeo s radom u 1982. godine i od tada zaslužan je za tisuće spašenih života. Mnogi se piloti, pomorci i ostali korisnici diljem svijeta koriste upravo Cospas-Sarsat prijamnim uređajima koji odašilju signal kako bi ih se prije lociralo u nevolji bilo gdje u svijetu. Cospas-Sarsat sateliti pokrivaju gotovo cijeli svijet, a kontrolni centri (*Mission Control Centre - MCC*) i lokalni terminali (*Local User Terminal – LUT*) smješteni diljem svijeta, kako bi veza između njih i satelita bila što brža i točnija, a pomoć poslana što učinkovitije.

Svrha je ovog rada istaknuti važnost tog sustava, ali i mogućnosti njegova poboljšanja, kako bi bio još brži, točniji i učinkovitiji nego što je bio dosad.

2. POVIJEST

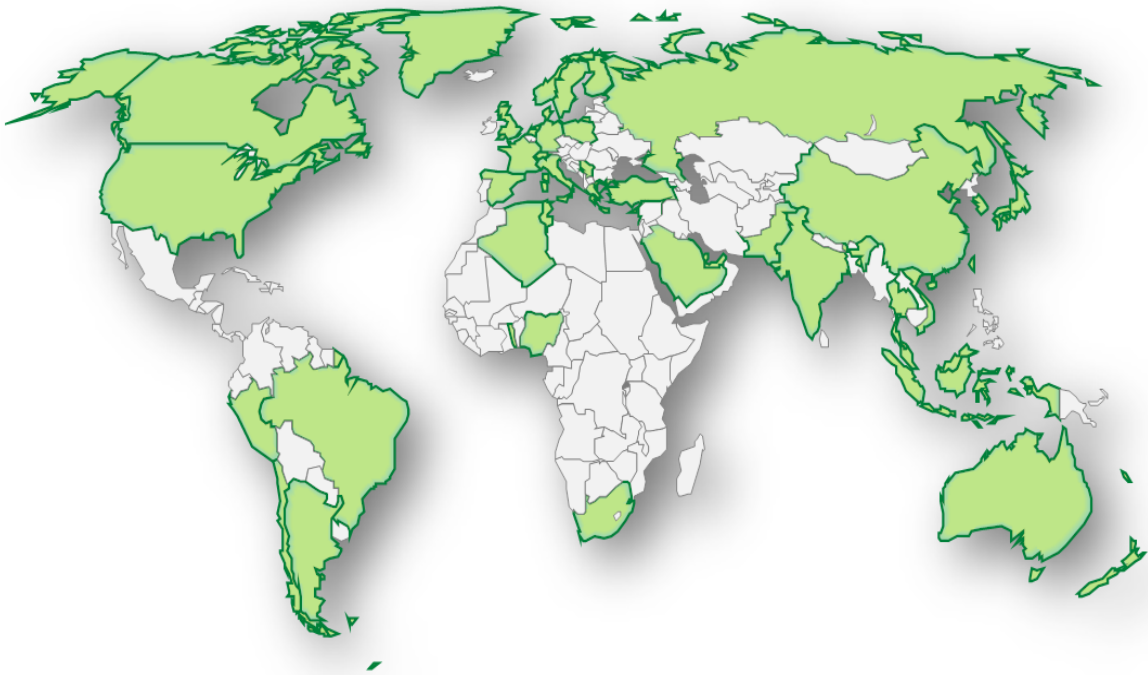
Prije 1982. godine bilo koji brod u nevolji na moru koji je izgubio vezu s kopnom ili bilo koji zrakoplov koji je skrenuo s kursa i pao na tlo u nekome zabačenom području dalje od redovnih zračnih ruta, imao je jako male izgleda za uspješnu akciju spašavanja. Mnogo je brodova i zrakoplova jednostavno – nestalo. Skupina znanstvenika i inženjera iz Sjedinjenih Američkih Država, Kanade, Francuske i Rusije željela je to promijeniti. U tom su procesu učinili velike promjene u akcijama traganja i spašavanja u cijelom svijetu.

Prije upotrebe satelitskih sustava u svemiru, sve što je postojalo jest poziv u pomoć preko radija. Međutim, ako bismo se našli u zabačenom dijelu svijeta gdje bi prvi brod ili zrakoplov prošli tek nakon nekoliko sati, takav sustav nam nije bio od pomoći. U 70-tim godinama 20. stoljeća istraživači i znanstvenici prepoznali su korisnost satelita kako bi akcije traganja i spašavanja bile uspješnije. Sjedinjene Američke Države saznale su da je Kanada na sličnom tragu pa su se te države udružile i tražile daljnje partnere kako bi uspjele izgraditi globalni sustav na kojem ne bi postojala zabačena područja i na kojem bi u bilo koje doba dana i noći bilo moguće locirati preživjele. U to je doba Rusija je upotrebljavala sustave satelita polarne orbite kao što su sustavi Molniya, Meteor i Cosmos koji su uglavnom pokrivali sjeverna zabačena područja pa su shvatili da kada bi se udružili ovi sustavi sa sustavima Sjedinjenih Američkih Država, velik dio svijeta bi bio pokriven satelitima, a svaka država trebala bi imati dio satelita kojim bi se pokrивao svijet. U tom je trenutku ključno bilo imati što više država saveznica koje su imale želju i sredstva sudjelovati u takvom pothvatu. Rusija i SAD nakon misije Apollo i Soyuz tražile su druge projekte u kojima bi mogli sudjelovati u svemiru. S obzirom na to da je Cospas-Sarsat organizacija zamišljena kao humanitarna, bilo je jednostavno postići dogovor, raditi zajedno i uspostaviti takav sustav. Rusija je 30. lipnja 1982. lansirala prvi probni Cospas-Sarsat satelit, a ono što je slijedilo zauvijek je promijenilo način organizacije akcije traganja i spašavanja. Prvi život koji je taj sustav spasio dogodio se upravo na probnom ispitivanju sustava, kada još nije bio službeni. U prvih sto dana djelovanja Cospas-Sarsat sustava, sedam je ljudskih života spašeno. Nakon potpisane prve deklaracije o Cospas-Sarsat programu, 1988. godine početnim članicama pridružilo se još trideset država članica. Dosad je više od 50.000 ljudi spašeno zahvaljujući tom sustavu, a provedba akcija traganja i spašavanja postala je lakša, djelotvornija i učinkovitija.

3. ORGANIZACIJA RADA COSPAS-SARSAT SUSTAVA

3.1. Organizacija Cospas-Sarsat

Cospas-Sarsat ili kratica ruskog nazivlja *Cosmicheskaya Systyema Poiska Avariynyich Sudov* i engleskog *Search and Rescue aided Tracking* međunarodna je organizacija koja broji četrdeset i tri nacionalne agencije, odnosno države članice. Republika Hrvatska nije članica te organizacije.



Slika 1: Države članice organizacije Cospas-Sarsat prikazane na shematskoj karti svijeta

Izvor: <https://www.cospas-sarsat.int/en/about-us/participants>

Sustav Cospas-Sarsat sastavni je dio međunarodnoga pomorskog sustava pogibelji i sigurnosti (GMDSS). Osnovan je međunarodnim sporazumom ICSPA (*eng. International Cospas-Sarsat Programme Agreement*), poznatijim pod nazivom Međunarodni Cospas-Sarsat sporazum koji su sklopile četiri države: Sjedinjene Američke Države, Francuska, Kanada i Rusija.

Ugovorom je određeno da će Rusija i Sjedinjene Američke Države osiguravati svemirsku tehnologiju, a četiri države osnivačice zajedno, mjerne i komunikacijske uređaje satelita. Organizaciju čine četrdeset i pet nacionalnih agencija odnosno država članica, podijeljene na: četiri glavne države članice, trideset država poslužitelja na tlu, devet država korisnika i dvije organizacije. Organizacija se sastoji od dvaju osnovnih tijela: Vijeća i Tajništva.

3.1.1. Vijeće organizacije Cospas - Sarsat

Vijeće se sastoji od predstavnika glavnih četiriju država članica. Sastaje se najmanje dvaput na godinu, uvijek u nekoj od država osnivačica kako je unaprijed dogovoreno. Na tim sastancima Vijeća, na kojima su samo predstavnici spomenutih četiriju država, imenuje se uprava tajništva te se vodi računa i raspravlja o odnosima zemalja članica, korisnicima, međunarodnim organizacijama, suradnji s ostalim tijelima međunarodnog prava te o ostalim pitanjima za koje je procijenjeno da su važna za poboljšanje i sigurnost daljnjeg rada organizacije. Razlikuju se sastanci Vijeća otvorenog i zatvorenog tipa, koji se obvezno održavaju jedanput u godini. Tijekom održavanja otvorenih sastanaka, sve četrdeset i tri države članice imaju mogućnost sudjelovati te iznijeti svoja stajališta i razmišljanja.

3.1.2. Tajništvo organizacije Cospas – Sarsat

Tajništvo organizacije je administrativno tijelo, odnosno pomoćno tijelo Vijeća koje u mnogim područjima pomaže pri upravljanju i organizaciji djelovanja sustava. Novim ugovorom između Francuske, Kanade, Rusije i Sjedinjenih Američkih Država organizaciji, odnosno sustavu dodijeljen je status prema kanadskom ustavu dajući mu povlastice i zaštitu međunarodne organizacije. Zbog je tog ugovora tajništvo Cospas-Sarsat međunarodne organizacije dobilo glavni ured u Montrealu, pokrajini Quebec, upravo u Kanadi. Glavna je zadaća Tajništva svakoj državi članici pružiti operativno administrativnu pomoć. Jedan od najvažnijih zadataka jest nadzor i održavanje tehničkih uređaja, odobravanje i registracija plutača za pogibelj te koordinacija suradnji s različitim međunarodnim organizacijama kao što su: Međunarodna civilna zrakoplovna organizacija (*International Civil Aviation Organisation*), Međunarodna pomorska organizacija (*International Maritime Organization*) i Međunarodna telekomunikacijska udruga (*International Telecommunication Union*).



Slika 2. Zgrada sjedišta tajništva organizacije Cospas-Sarsat u Montrealu, Kanada

Izvor: <https://www.cospas-sarsat.int/en/about-us/the-secretariat>

3.2. Funkcioniranje Cospas – Sarsat sustava

Nakon izvršene analize sustava, razvidno je da se sastoji od tri glavne cjeline i dvije vrste satelita. Prva glavna cjelina tog sustava je zemaljski dio sustava. U tom dijelu razlikujemo kontrolne centre (*Mission Control Centre-MCC*) i lokalne korisničke terminale (*Local User Terminal – LUT*).

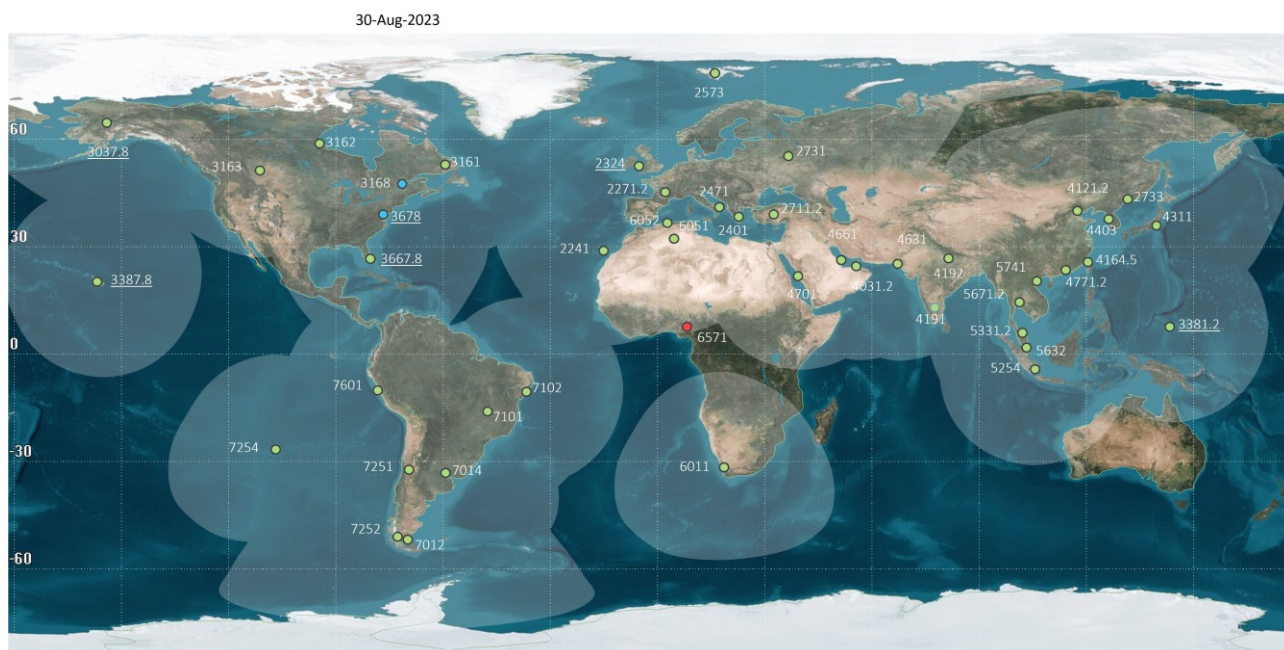
MCC ili kontrolni centar, sastavni je dio zemaljskog dijela Cospas-Sarsat sustava i služi za prikupljanje informacija s porukama u pogibelji. MCC dobivene poruke razvrstava prema geografskom obilježju, a zatim šalje podatke o hitnosti ili pogibelji odgovarajućem koordinacijskom RCC centru (*Rescue Coordination Center*) s kojim surađuje. Svi kontrolni centri povezani su preko glavnog regionalnog kontrolnog centra. Regionalni centri smješteni su u: Španjolskoj, Francuskoj, Japanu, Australiji, Rusiji i Sjedinjenim Američkim Državama.

Drugoj cjelini pripada svemirski dio sustava. Zemaljske postaje (LUT) služe za prosljeđivanje i odašiljanje signala u pogibelji koje su zaprimile od satelita. Postoje dvije vrste takvih postaja; postaje koje se koriste satelitima GEOSAR (*Geostationary Local User Terminal – GEOLUT*) i postaje koje se koriste satelitima LEOSAR (*Low Altitude Earth Orbit Local User Terminal – LEOLUT*). Trećoj cjelini pripadaju predajnici koji odašiljaju signal koji satelit SARSAT prima, a mogu biti pomorski, zračni i kopneni. Poslije će u ovom radu najveća pozornost biti posvećena na pomorskim predajnicima.

Od LEOLUT i GEOLUT operatera očekuje se da pružaju pouzdana upozorenja i podatke o lokaciji. Svemirski dio tog sustava opskrbljuje LEOLUT i GEOLUT operatere podacima o sustavu koji su potrebni za njihov rad. Kako bi se osiguralo da su ti podatci pouzdani i da ih se može operativno koristiti, Cospas-Sarsat propisao je određene standarde koji se moraju zadovoljiti.

Konfiguracija svakog LEOLUT-a može se razlikovati ovisno o zahtjevima zemlje u kojoj se nalazi, a format signala satelita Cospas-Sarsat osigurava usklađenost između različitih satelita i svih LEOLUT-ova koji zadovoljavaju specifikacije Cospas-Sarsat sustava. Sposobnost LEOLUT-a određena je, najvećim dijelom, satelitima LEOSAR-a za koje je i dizajniran. Postoje dva moguća kanala; SARP (search and rescue signal processor) i SARR (search and rescue repeater) ovisno o određenom satelitu koji se prati, mogu biti dostupni za obradu.

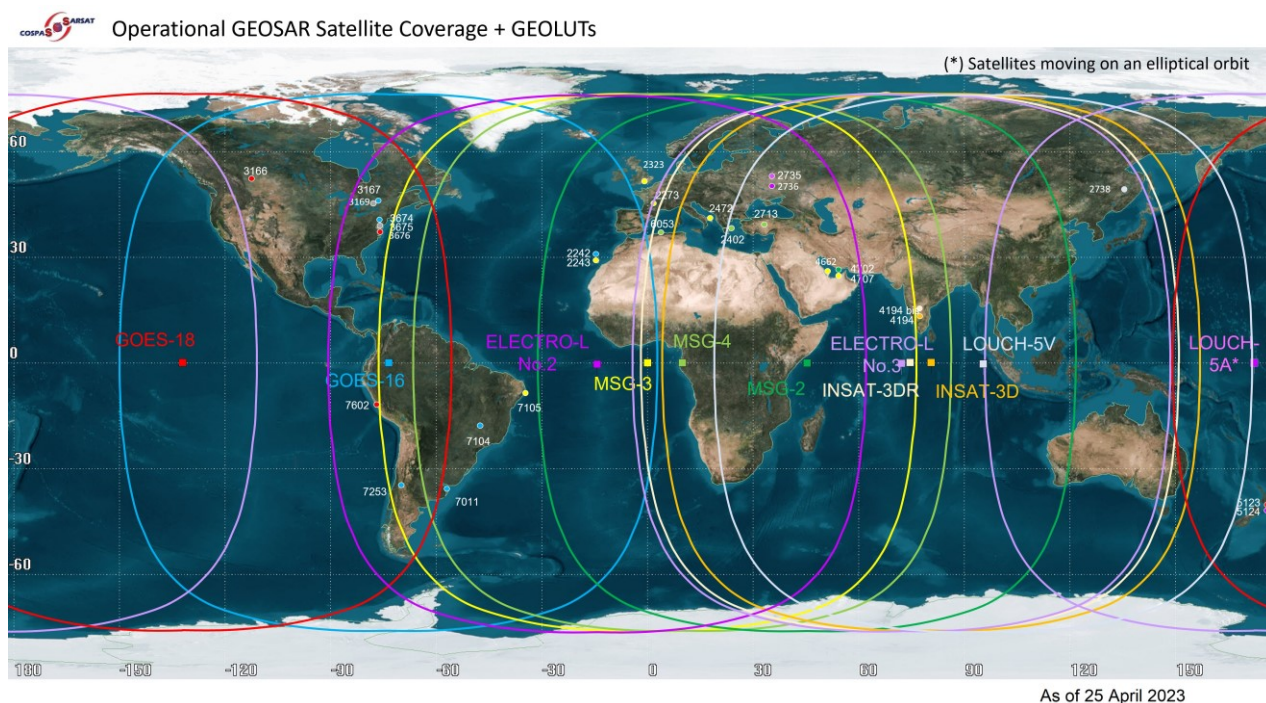
SARP i SARR uređaji nalaze se u pet satelita niske polarne orbite, pet satelita geostacionarne zemljine orbite te više od trideset satelita srednje zemljine orbite. Cospas-Sarsat-ov sustav satelita niske polarne orbite zemlje (LEOSAR) sastoji se od pet satelita koji kruže oko polova zemlje. Ova skupina satelita opremljena SARR i SARP uređajima čini osnovni satelitski skup Cospas-Sarsat-a te je njima moguće nadziranje cijele zemlje sa svrhom lociranja i detektiranja signala pogibelji poslanih 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.



Slika 3. Lokacije LEOLUT-a prikazane na shematskoj karti svijeta

Izvor: <https://www.cospas-sarsat.int/en/system-overview/cospas-sarsat-system>

GEOLUT je zemaljska prijamna postaja sustava Cospas-Sarsat koja prima i obrađuje signale na frekvenciji od 406,05 MHz koje je prenio geostacionarni satelit Cospas-Sarsat sustava. Zbog iznimno velike pokrivenosti koje pruža ta vrsta, GEOLUT-ovi odašilju gotovo trenutna upozorenja na velikim područjima. Međutim, zbog činjenice da satelit ostaje nepomičan u odnosu prema uređaju koji šalje signal u pogibelji, ne mogu odrediti lokaciju signala. GEOLUT nije izrađen za određivanje lokacije nego podatke prosljedi pridruženom MCC-u.



Slika 4. Prikaz pokrivenosti GEOSAR satelita i GEOLUT lokacija na shematskoj karti svijeta
Izvor: <https://www.cospas-sarsat.int/en/system/detailed-leosar-geosar-system-description/geosar-satellite-coverage>

MCC-ovi (*Mission control centres*) su postavljeni u većini zemalja s barem jednim LUT-om. Njihove su glavne zadaće: prikupljati, pohranjivati i razvrstavati podatke iz LUT-ova i drugih MCC-ova; omogućiti razmjenu podataka unutar sustava Cospas-Sarsat i prenositi podatke o lokaciji i pogibelji s povezanim RCC centrom.

Svi MCC-ovi međusobno su povezani. Kako bi se osigurala pouzdanost i cjelovitost raspodjele podataka, Cospas-Sarsat razvio je određene norme i uvjete rada (dokument C/S A.005). Izvješća o radu MCC-a dostavljaju operateri MCC-a svake godine. Povremeno se provode vježbe kako bi se provjerio operativni status i izvedba svih LUT-ova i MCC-ova te postupaka razmjene podataka.



Slika 5. Prikaz lokacija MCC-ova na shematskoj karti svijeta

Izvor: <https://www.cospas-sarsat.int/images/stories/20200414-MCC.png>

Shematski prikaz kronologije događaja, od osobe u nevolji do aktivirane jedinice traganja i spašavanja u Cospas-Sarsat sustavu (1 - 6):

1. Osoba u pogibelji aktivira predajnik koji odašilje signal (s kopna, mora ili iz zraka).
2. Cospas-Sarsat satelit prima signal.
3. Lokalni korisnički terminali (LUT) primaju i obrađuju signale kako bi odredili približnu lokaciju. Kada se primi signal za pomoć, COSPAS-SARSAT sustav ga obrađuje kako bi odredio lokaciju hitnog slučaja. To se provodi analizom frekvencije signala i Dopplerovog pomaka, što omogućuje izračun položaja aktivnog predajnika.
4. Kontrolni centri (MCC) imaju ključnu ulogu u koordinaciji akcija traganja i spašavanja za svoje geografsko područje.

5. Spasilački koordinacijski centri (RCC): RCC-ovi se nalaze u različitim zemljama diljem svijeta i odgovorni su za koordinaciju i upravljanje akcijama traganja i spašavanja unutar svojih određenih područja. Oni primaju informacije o signalima za pomoć od MCC-ova i koordiniraju s raspoloživim resursima kako bi počeli postupak spašavanja.
6. Traganje i spašavanje: Nakon obrade signala za pomoć i utvrđivanja lokacije, relevantni centri za koordinaciju spašavanja su uzbuđeni i pokreću se odgovarajuće akcije traganja i spašavanja kako bi se pomoglo osobama u nevolji.

4. SATELITSKI SUSTAVI

Satelitski sustavi imaju važnu ulogu u različitim područjima modernog života pružajući raznovrsne usluge i mogućnosti. Evo nekih ključnih područja u kojima satelitski sustavi imaju važan utjecaj:

1. **Komunikacija:** Satelitski komunikacijski sustavi omogućuju globalnu povezanost za pozive, prijenos podataka, pristup internetu i emitiranje sadržaja. Osobito su ključni u udaljenim područjima, regijama pogođenima katastrofama, pozivima u pomoć i na mobilnim platformama kao što su brodovi, zrakoplovi i vozila. Komunikacijski sateliti olakšavaju komunikaciju na velike udaljenosti, premošćuju praznine u povezivanju i omogućuju razmjenu informacija u stvarnom vremenu diljem svijeta.
2. **Satelitski sustav u suvremenom životu:** Usluge satelitske televizije i radijskog emitiranja gledateljima diljem svijeta pružaju mnoge informacije, vijesti i obrazovne sadržaje. Usluge satelitske televizije Direct-to-Home (DTH) nude širok raspon kanala i mogućnosti programiranja. Uz to, usluge satelitskog radija slušateljima pružaju pristup glazbi, emisijama, *podcastovima* i drugom audio sadržaju na velikim geografskim područjima.
3. **Navigacija:** Globalni satelitski navigacijski sustavi (GNSS) kao što su GPS, GLONASS, Galileo i BeiDou pružaju usluge preciznog pozicioniranja, navigacije i mjerenja vremena. Ti sustavi omogućuju navigaciju za automobile, brodove, zrakoplove te za osobne potrebe pojedinca. Satelitski kartografski i lokacijski servisi intenzivno se koriste za planiranje rute, ažuriranje prometa u stvarnom vremenu, usluge temeljene na lokaciji i praćenju vozila.
4. **Praćenje i predviđanja vremenske prognoze:** Meteorološki sateliti snimaju slike i podatke o atmosferskim uvjetima, naoblaci, olujama i drugim meteorološkim pojavama. Te su informacije ključne za praćenje vremena, istraživanje klime i točnu vremensku prognozu. Satelitski podaci pomažu meteorolozima, agencijama za upravljanje katastrofama u donošenju informiranih odluka o vremenskim uvjetima i mogućim opasnostima.
5. **Traganje i spašavanje:** Satelitski sustavi traganja i spašavanja poput COSPAS-SARSAT-a pomažu locirati i pomoći osobama u nevolji. Predajnici za odašiljanje signala, poput EPIRB-a, ELT-a i PLB-a, odašilju signale za pomoć koje primaju sateliti. Te se informacije šalju se lokalnim centrima i kontrolnim centrima za koordinaciju traganja i spašavanja.

To je samo nekoliko primjera kako satelitski sustavi utječu na suvremeni život. Stalni napredak u satelitskoj tehnologiji i sve veća dostupnost satelitskih usluga pridonose poboljšanoj komunikaciji, navigaciji, pristupu informacijama i sveukupnoj globalnoj povezanosti.

4.1. GNSS

Zasnivajući se na satelitskim navigacijskim sustavima, kao glavni i ishodišni pojam pojavljuje se GNSS (*Globalni navigacijski satelitski sustav*). To je satelitski navigacijski sustav koji pruža usluge pozicioniranja, navigacije i mjerenja vremena. Sustavi omogućuju precizno određivanje lokacije, brzine i vremena za različite primjene, uključujući osobne navigacijske uređaje, zrakoplovstvo, pomorsku navigaciju, geodetske namjere, izradu karata itd.

Najpoznatiji i sustav koji se najviše koristi jest GPS (*Global Positioning system*), razvijen od strane vlade Sjedinjenih Američkih Država. GPS se sastoji od konstelacije satelita u srednjoj Zemljinoj orbiti (MEO) koji odašilju signale do GPS-ova prijamnika na Zemlji. Ti signali sadržavaju informacije o položaju satelita. Uz GPS-a, diljem svijeta postoje i drugi sustavi GNSS-a koji rade i razvijaju se:

1. GLONASS (Globalni navigacijski satelitski sustav)

GLONASS je ruski GNSS koji se sastoji od satelita koji osiguravaju globalnu pokrivenost. GLONASS radi na sličan način kao GPS i omogućuje korisnicima primanje signala sa satelita GLONASS-a zajedno s GPS-om radi poboljšanja točnosti i dostupnosti.

2. Galileo

Galileo je GNSS sustav Europske unije. Svrha mu je osigurati neovisan, civilno kontroliran navigacijski sustav s poboljšanom preciznošću, dostupnošću i integritetom. Konstelacija Galileo raspoređuje se u srednjoj Zemljinoj orbiti i sastojat će se od više satelita kada bude potpuno operativna.

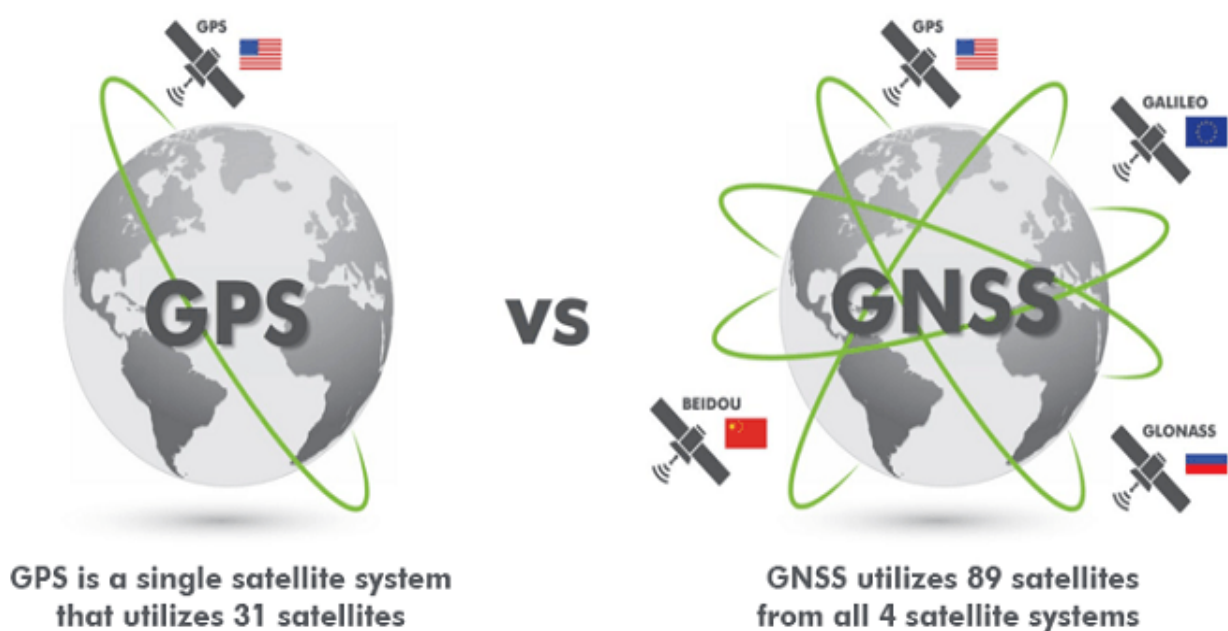
3. BeiDou

Poznat i kao kompas, kineski je GNSS sustav. U početku je pružao regionalnu pokrivenost, a od tada se proširio na globalni sustav. BeiDou nudi usluge za pozicioniranje, navigaciju, mjerenje vremena i slanje poruka.

4. NavIC

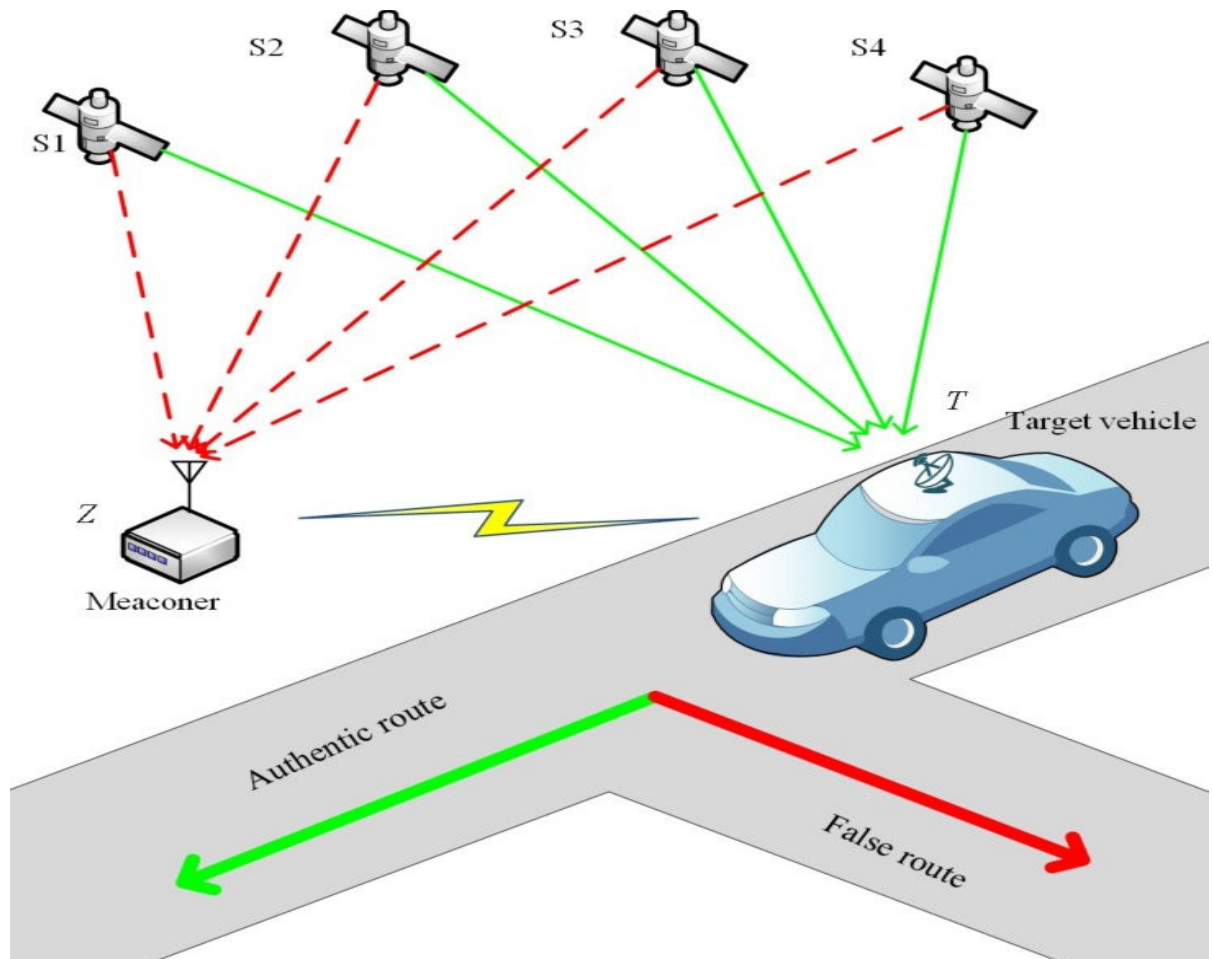
NavIC je indijski regionalni navigacijski sustav koji je razvila indijska organizacija za istraživanje svemira (ISRO). Pruža usluge pozicioniranja i mjerenja vremena u indijskoj regiji i okolnim područjima.

Dizajn odašiljačkih uređaja za određivanje pozicije tijekom vremena drastično se mijenjao. Najnoviji odašiljači na frekvenciji od 406 MHz najčešće sadrže GPS prijamnik. Ovakvi odašiljači svoju poziciju određuju upotrebom nekog od GNSS prijmnika i šalju izvještaje o poziciji signala. Ovaj proces sustavu Cospas-Sarsat daje informacije o poziciji osobe u nevolji. Signal u pogibelji primljen od strane satelita i pozicija odašiljača sadržana u izvješću prosljeđuju se Zemaljskim postajama zaduženim za organiziranje akcije traganja i spašavanja putem međunarodne mreže za prijenos podataka sustava Cospas-Sarsat. Ovakva pouzdanost sustava i globalna pokrivenost ima za cilj ukloniti „traganje“ iz akcija traganja i spašavanja. GNSS tehnologija je revolucionirala aplikacije za navigaciju, pozicioniranje i mjerenje vremena, koja omogućuje točne i pouzdane usluge zasnovane na lokaciji diljem svijeta. Postao je sastavni dio raznih industrija i svakidašnjeg života, olakšava učinkovit prijenos, logistiku, mapiranje, hitne intervencije i mnoge druge sustave koji se zasnivaju na preciznim informacijama o pozicioniranju.



Slika 6. Razlika između GPS i GNSS sustava

Izvor: <https://www.everythingrf.com/community/what-is-the-difference-between-gnss-and-gps> 58



Slika 7. Osnovni prikaz mjerenja GPS-a s najmanje četiri satelita

Izvor:

https://www.researchgate.net/publication/330442230_Efficient_signal_separation_method_based_on_antenna_arrays_for_GNSS_meaconing/figures?lo=1

4.2. SATELITSKI SUSTAVI COSPAS – SARSAT-a

Cospas-Sarsat sustav sastoji se od MEOSAR i GEOSAR satelita. Godine 2013. počinje dogradnja sustava tehničkim naprednijim i modernijim elementima pod nazivom – MEOSAR. Proces je završio petogodišnju fazu ispitivanja 2018. nakon čega je postao dio nadogradnje Cospas-Sarsat sustava. LEOSAR sateliti i dalje igraju ključnu ulogu u akcijama traganja i spašavanja, a MEOSAR sateliti dodani su kako bi poboljšali i proširili kapacitete sustava. LEOSAR sateliti se nalaze u niskoj Zemljinoj orbiti (LEO), dok MEOSAR sateliti kruže na srednjoj orbiti (MEO). Ovi različiti tipovi satelita pružaju zajednički i integrirani sustav za praćenje signala u pogibelji i spašavanje osoba u opasnosti. Kombinacijom ovih satelita omogućujemo brže i preciznije lociranje osoba u pogibelji širom svijeta.

4.2.1. GEOSAR

Sustav satelita GEOSAR (*Geostationary Search and Rescue*), jedan je od osnovnih dijelova Cospas-Sarsat sustava. Sustav ima četiri aktivna satelita i pet pomoćnih koji služe kao pričuva. Ukupno devet satelita raspršeno je u Zemljinoj orbiti na visini od približno 36,000 km od tla. Satelitske jedinice nalaze se na različitim geografskim dužinama i imaju orbitalno razdoblje od 24 sata, što znači da neprekidno pokrivaju cijelu Zemlju između 70° N i 70° S. Za razliku od satelita LEOSAR, kojima je trebalo neko vrijeme da detektiraju signal EPIRB-a, GEOSAR ima trenutni odgovor u stvarnom vremenu što lanac traganja i spašavanja dodano ubrzava i poboljšava. Jedna od značajki satelita GEOSAR jest da su oni nepomični u odnosu na gibanje Zemlje. Zbog toga, nije moguće iskoristiti učinak Dopplerova efekta. Za određivanje položaja tim sustavom, odašiljač mora biti u mogućnosti odrediti svoju položaj te ga uključiti u signal koji šalje. Sustav GEOSAR pruža mogućnost otkrivanja signala u pogibelji poslanog sa Zemlje, što omogućuje da s pomoću baze podataka EPIRB uređaja otkrijemo kojem brodu određeni uređaj pripada. Kad otkrijemo kojem brodu ili drugom sredstvu uređaj pripada, vrlo je jednostavno pronaći podatke o ruti te tim sužavamo geografsko područje s kojeg je signal poslan. Taj je postupak temelj početka svake akcije traganja i spašavanja.

Sustav GEOSAR jednim satelitom pokriva veliko područje, ali ne može odrediti položaj, ne pokriva polove i ne koristi se Dopplerovim efektom. Smješten je na velikoj udaljenosti od Zemlje te su zbog toga češće smetnje u protoku signala.



Slika 8. Jedan od devet satelita GEOSAR-a (pogled iz svemira)

Izvor: <https://www.northropgrumman.com/wp-content/uploads/DS-44a-GEOSTar-3.pdf>

4.2.2. MEOSAR

MEOSAR (*Medium Earth Orbit Search and Rescue*) je sustav koji je zadužen za pružanje preciznijih informacija o lokaciji signala pogibelji što je kasnije krucijalno pri usmjeravanju operacije spašavanja. Izrađen je da pruži poboljšanu globalnu pokrivenost i brže vrijeme pobude u usporedbi s tradicionalnim sustavima traganja i spašavanja.

MEOSAR se koristi mrežom satelita u srednjoj Zemljinoj orbiti (MEO) za otkrivanje i lociranje signala za pomoć u nuždi koje emitiraju odašiljači na moru, kopnu ili u zraku. Ti se signali u nuždi zatim prenose postajama na Zemlji, koje prosljeđuju informacije kontrolnim centrima za traganje i spašavanje koji analiziraju prikupljene informacije kako bi identificirali lokaciju signala te što bolje organizirali akciju spašavanja. Sustav MEOSAR kombinira mogućnosti postojećeg satelitskog sustava Cospas-Sarsat, koji radi u niskoj Zemljinoj orbiti, s poboljšanom pokrivenošću i mogućnostima koje pružaju sateliti u srednjoj Zemljinoj orbiti. Upotreba satelita MEO omogućuje brže i točnije određivanje lokacije signala za pomoć, omogućujući brže vrijeme odgovora i potencijalno brže spašavanje života.

MEOSAR sustav, poput drugih sustava za određivanje pozicije satelita, koristi Dopplerov efekt kako bi poboljšao preciznost određivanja pozicije signala za nuždu. Dopplerov efekt odnosi se na promjenu u frekvenciji vala zvuka ili elektromagnetskog vala u odnosu na promatrača koji se kreće u odnosu na izvor tih valova.. Sateliti MEO mogu odrediti položaj na osnovi samo jednog emitiranja signala, no, za to je obično potrebno koristiti tri ili više satelita. Ova tehnika poznata je kao trilateracija, slična onoj koja se koristi u globalnom navigacijskom sustavu poput GPS-a. Dvjesto tehnika kojima se sateliti MEO koriste kako bi izračunali položaj su razlika vremena prijema signala (*Time difference of arrival – TDOA*) i razlika frekvencije prijema signala (*Frequency difference of arrival - FDOA*).

Sustav kao takav je u funkciji tek od 2018. godine kada je uspješno zamijenio dotadašnji, zastarjeli sustav LEOSAR. Jedina manjkavost tog sustava jest vremenska ograničenost. Prema određenim istraživanjima i pretpostavkama, sustav bi trebao raditi neprestano pet godina, a nakon toga trebao bi se ažurirati ili zamijeniti.

4.2.3 LEOSAR

Cospas-Sarsat sateliti održavaju se i upravljaju kroz suradnju različitih zemalja i svemirskih agencija koje su uključene u Cospas-Sarsat program. Cospas-Sarsat je međunarodni program za spašavanje na moru i u zraku, a sudionici programa uključuju različite države diljem svijeta. Glavne organizacije koje sudjeluju u Cospas-Sarsat programu su:

1. **Cospas (Cosmicheskaya Sistema Poiska Avariynykh Sudov - Space System for the Search of Vessels in Distress):** Cospas je ruska svemirska agencija koja je jedna od partnera u programu. Njihova uloga je u pružanju satelita i drugih resursa za Cospas-Sarsat sustav.
2. **NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration):** NOAA iz Sjedinjenih Američkih Država također igra ključnu ulogu u Cospas-Sarsat programu. NOAA je zadužena za održavanje i uspostavu satelita i zemaljskih segmenata sustava.
3. **ESA (European Space Agency):** ESA, Europska svemirska agencija, sudjeluje u programu održavanjem satelita i pružanju tehničke podrške.
4. **DRDO (Defence Research and Development Organisation):** Indijska organizacija DRDO također sudjeluje u programu.

Sve ove organizacije zajednički surađuju u održavanju i upravljanju Cospas-Sarsat sustavom. Sateliti koje pružaju različite svemirske agencije smješteni su u različite orbite kako bi zajednički pokrili cijelu Zemlju i omogućili brzo i učinkovito detektiranje signala za nuždu te lokalizaciju hitnih situacija. Održavanje i nadogradnje sustava provode se u suradnji između ovih organizacija kako bi se osigurala njihova dugoročna funkcionalnost i poboljšane sposobnosti za traganje i spašavanje.

Sustav LEOSAR (*Low Earth Orbit Search and Rescue*) sastoji se od dva COSPAS satelita, ruskog vlasništva, koji se nalaze na visini od 850 km te nagibom od 99° u odnosu na ravninu ekvatora te pet SARSAT satelita pod istim nagibom ali visinom od 1.000 km. SARSAT sateliti u vlasništvu su Sjedinjenih Američkih Država. Svaki LEOSAR satelit pokriva područje širine 6.000km.

Sateliti LEOSAR opremljeni su SARP (*Search and Rescue Signal Processor*) uređajem koji radi na 406 MHz te bilježi frekvenciju i vrijeme primljenog signala. Navedene informacije spremaju se u SARR (*Search and Rescue Signal Repeater*) uređaj te ih LEOLUT može preuzeti. Ova oprema nam pomaže da nesmetano nadziremo cijelu zemlju sa zadatkom određivanja lokacije signala pogibelji.

Ova skupina satelita radi u dva načina rada: lokalnom i globalnom. Satelit se nalazi u lokalnom načinu rada ako su satelitu u isto vrijeme vidljivi i plutača i lokalni korisnički terminal. LEOSAR sateliti u lokalnom načinu rada ne koriste ugrađenu memoriju koja može zapamtiti lokaciju signala pogibelji te su u mogućnosti prenijeti signal jedino u ovom slučaju. Ovo svojstvo satelita LEOSAR prilično je veliki nedostatak, koji ispravljaju sateliti koji rade u globalnom načinu rada. Takvi sateliti u sebi imaju ugrađenu memoriju koja pohranjuje signal te ga predaje stanici na Zemlji koja se nađe u dometu. Pohranjeni signal se može slati i do 48 sati od primanja, osiguravajući da ih Zemaljske stanice prime. Detekcijom signala u pogibelji, LEOSAR Dopplerovim efektom određuje poziciju pogibelji. Dopplerov efekt je promjena frekvencije signala kod kretanja izvora signala. U ovom slučaju relativno kretanje odnosi se samo na kretanje satelita. Problem određivanja lokacije nastaje kada signal EPIRB uređaja nije fiksiran i koristi se samo ako su signali pogibelji poslani na uobičajenoj frekvenciji od 406 MHz. Poteškoće pri određivanju lokacije mogu se pojaviti kada je kut između satelita i odašiljača premal. LEOSAR je u mogućnosti odrediti lokaciju EPIRB uređaja unutar 10 km. Ovim satelitima upravlja NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*), SARR uređaj razvija kanadsko ministarstvo obrane a SARP procesor francuski „Centre National D’Etudes Spatiales CNES“.

5. KOMUNIKACIJSKE FUNKCIJE

5.1. Povijesni razvoj

Povijesni razvoj komunikacije u akcijama traganja i spašavanja (*Search and rescue – SAR*) može se pratiti od antičkog vremena kada su se koristile različite metode za signaliziranje pomoći ili koordinaciju akcije spašavanja i lociranja unesrećenog. Tijekom godine je napredak u tehnologiji uvelike poboljšao učinkovitost komunikacije u akciji traganja i spašavanja. Okvirni kronološki slijed evolucije tog područja možemo prikazati i ovako:

1. Drevne tehnike signaliziranja:

U davna vremena ljudi su se služili jednostavnim metodama signaliziranja, za komunikacije na velikim udaljenostima koristili su se dimnim signalima, zastavicama i zrcalima. Te su metode bile ograničenog doseg a i uvelike su ovisile o vanjskim čimbenicima.

2. Telegraf i Morseov kod:

U 19. stoljeću izum telegrafa donio je revoluciju u komunikaciji na velike udaljenosti. Telegraf je omogućio brzo slanje poruka putem telegrafskih žica, što je omogućilo bolju koordinaciju i žurniju uzbunu u hitnim slučajevima. Morseov kod, sustav točaka i crtica, razvijen je za brzi prijenos informacija i široko se koristio u operacijama traganja i spašavanja na moru.

3. Radiokomunikacija:

Izum radiokomunikacije u kasnom 19. i ranom 20. stoljeću znatno je poboljšao komunikaciju u akcijama traganja i spašavanja (*SAR*). Brodovi i zrakoplovi počeli su se koristiti radijskim signalima za slanje poruka u pogibelji i za prenošenje informacija o lokaciji i drugih čimbenika važnih za uspješnu akciju traganja i spašavanja.

4. Radar:

Tijekom Drugoga svjetskog rata radarska tehnologija razvijena je u vojne svrhe, ali se brzo počela primjenjivati u civilnoj upotrebi, uključujući akcije traganja i spašavanja (*SAR*). Radar je omogućio bolje otkrivanje objekata i pojedinaca, te poboljšao točnost i smanjivanje kruga traganja i spašavanja.

5. ELT (*Emergency Locator Transmitters*) i EPIRB (*Emergency Position Indicating Radio Beacons*):

Sredinom 20. stoljeća, ELT i EPIRB uređaji uvedeni su u zrakoplove i brodove. Ti su uređaji dizajnirani za automatski prijenos signala u pogibelji s informacijama o lokaciji kada se aktiviraju, pomažu spasiocima da točno odrede mjesto zrakoplova ili plovila u nevolji.

6. Satelitska komunikacija:

Pojava satelitske tehnologije donijela je revolucionarne promjene u komunikaciji akcija traganja i spašavanja. Sustavi satelitskog praćenja potpomognutog traganja i spašavanja (SARSAT) razvijeni su za primanje signala u pogibelji i prosljeđivanje informacija Zemaljskim stanicama, znatno povećavajući brzinu i točnost lociranja plovila ili pojedinaca u nevolji.

7. GMDSS (*Global Maritime Distress and Safety System*):

GMDSS, koji je uspostavila Međunarodna pomorska organizacija (IMO), integrirani je komunikacijski sustav za pomorske hitne slučajeve. Uključuje različite komunikacijske tehnologije kao što su satelitska komunikacija, digitalno selektivno pozivanje (DSC) i NAVTEX (*Navigacijski teleks*) za povećanje sigurnosti i učinkovitosti u akcijama traganja i spašavanja.

8. Današnje tehnike komunikacija:

S razvojem digitalnih i internetskih tehnologija, moderne akcije SAR-a sada se oslanjaju na širok raspon komunikacijskih alata, uključujući satelitske telefone, mobilne telefone, GPS uređaje i internetske komunikacijske platforme. Te tehnologije omogućuju dijeljenje podataka u stvarnom vremenu, koordinaciju i poboljšanu svijest o situaciji tijekom misija spašavanja.

5.2. Uređaj EPIRB

Uređaj EPIRB (*Emergency Position Indicating Radio Beacon*) jedan je od glavnih odašiljačkih uređaja za određivanje položaja u nuždi. Riječ je o uređaju koji signale namijenjene uzbunjivanju u slučaju nesreće šalje prema Cospas-Sarsat satelitima na frekvenciji od 406 MHz. Glavna je svrha uređaja EPIRB je poslati signal koji će službama traganja i spašavanja pružiti informacije o lokaciji i identitetu broda u opasnosti. Konvencijom SOLAS propisano je da svaki brod s više od 500 BT mora imati najmanje dva EPIRB uređaja. EPIRB je plutuća koja funkcioniра u svim vremenskim uvjetima te se može aktivirati ručno ili automatski. Automatsko aktiviranje je od životne važnosti tijekom havarije, kada se uređaj sam aktivira na dubini od četiri metra te počne odašiljati signal kao poziv u pomoć. Ulogu preuzimaju sateliti sustava Cospas-Sarsat koji primaju te prepoznaju odašiljani signal i preusmjeravaju ga na najbližu postaju traganja i spašavanja na moru.



Slika 9. Uređaj EPIRB

Izvor:

<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.jrc.co.jp%2Fen%2Fproduct>

S obzirom na tehnološki složen sustav uređaja, konvencijom SOLAS je također propisan nadzor, tj. preventivno održavanje i servisiranje unutar intervala te je nepoštivanje tih protokola strogo kažnjivo. Svaki uređaj mora imati plivajuću privezu i pokazivač rada s mogućnošću provjere, a napajanje uređaju mora omogućiti nesmetan rad najmanje 48 sati. Uređaj EPIRB kao dio opreme GDMSS-a ima identifikacijski broj te mora biti registriran za svaki brod posebno. Registriranje uređaja iznimno je važno ako uzmemo u obzir koliko ti podatci mogu ubrzati proces akcije traganja i spašavanja. Ako je EPIRB valjano registriran, RCC vrlo brzo i jednostavno može saznati o kojem je brodu riječ, njegovu posljednju rutu ili lokaciju.



Slika 10. Prikaz ugrađenog uređaja EPIRB na brodu

Izvor: [https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.marineinsight.com%](https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.marineinsight.com%2F)

Ključni dijelovi EPIRB-a jesu:

- antena
- senzor vode koji automatski aktivira EPIRB četiri metra ispod morske razine
- prekidač za ručnu aktivaciju
- prekidač za ispitivanje ispravnosti uređaja
- vezica koja povezuje uređaj sa pojasom za spašavanje
- LED svijetlo koje svijetli na intervale kad je uređaj aktivan
- izvor napajanja, baterija
- GPS kao dogradnja modernijih plutača EPIRB

Kako bi se bilo sigurno da je uređaj EPIRB ispravan, iznimno je važno provoditi ispitivanja istog. Ispitivanje se provodi najmanje jedanput na mjesec.

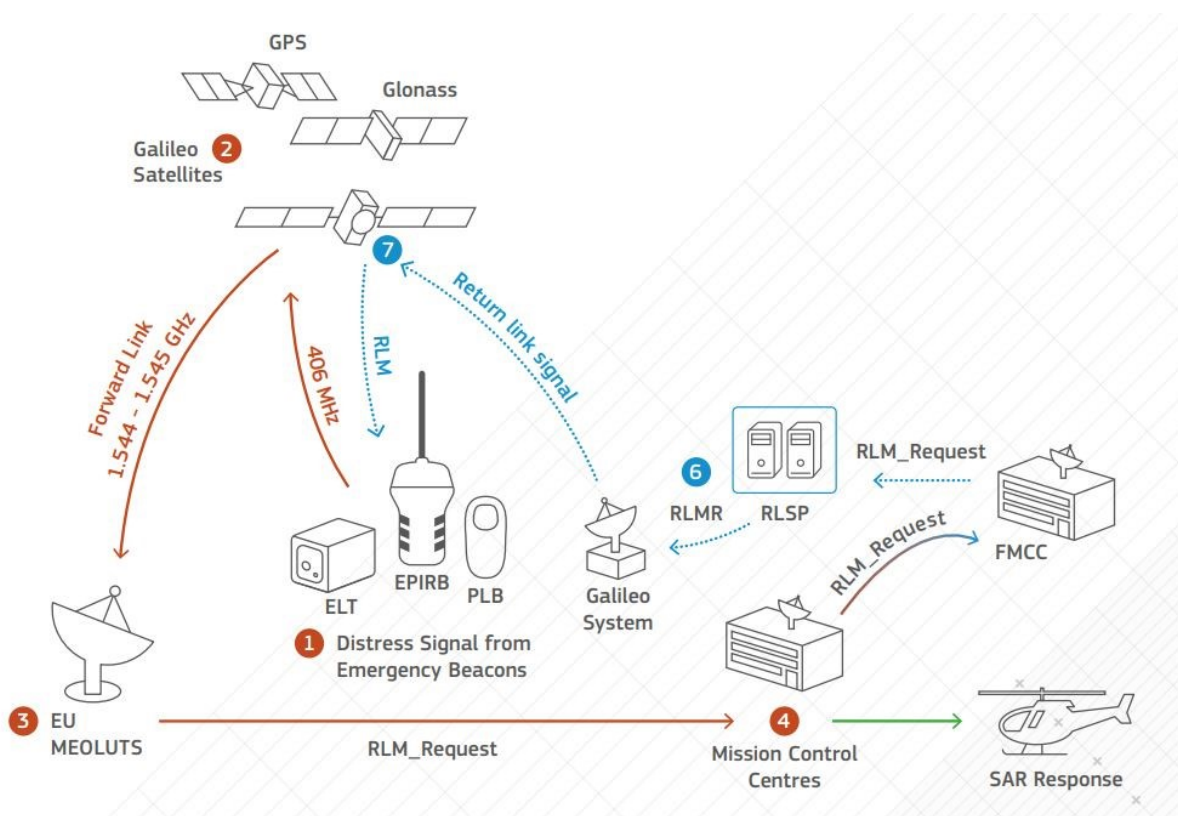


Slika 11. AIS EPIRB prijamnik

Izvor:

<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.smgeurope.com%2Fmcmurdo-smartfind-g8-ais-epirb-with-auto>

Uređaj EPIRB često podliježe brojnim nadogradnjama a u posljednje vrijeme jedna od značajnijih jest RLT (*Return link service*). RLT ili u prijevodu *Usluga povratne veze* nadogradnja je EPIRB uređaja koja krajnjem korisniku u nevolji javlja da je njegov poziv u pomoć netko primio; naprimjer bljeskajućim plavim svjetlom na uređaju. Također ukoliko uređaj ima ekran, poruku da je poziv primljen i lokaliziran te da je obavještena najbliža kopnena stanica. To ne znači da je operacija traganja i spašavanja krenula. Glavna svrha RLS signala je osobi u nesreći pružiti mir i dati im do znanja da je njihova poruka odaslana. Saznanje da je njihova poruka primljena, korisnicima daje povjerenje u proces spašavanja te samim time mentalnu snagu koja je ključna za donošenje ispravnih odluka u takvim situacijama. Funkcija RLS nastala je suradnjom GALILEO navigacijskog sustava i organizacije Cospas-Sarsat. Radi na frekvenciji od 406 MHz te je dostupna na EPIRB-u PLB-u i ELT-u.



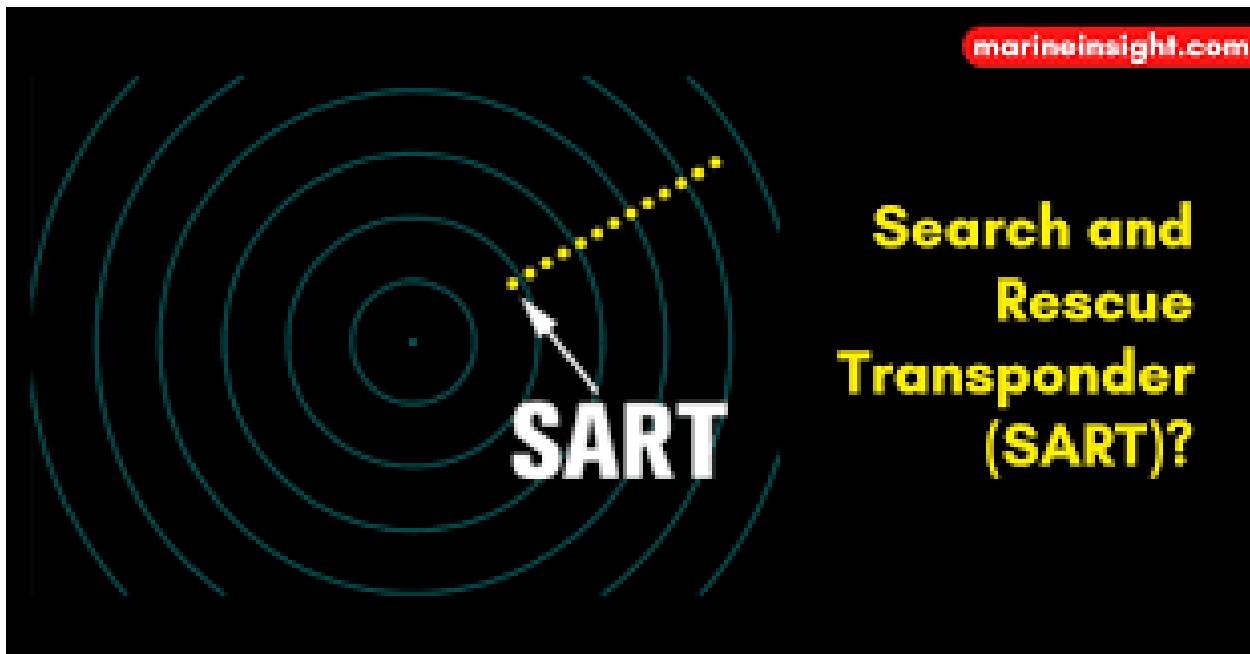
Slika 12. Shematski opisana RLT funkcije

Izvor: <https://www.acrartex.com/news/galileo-return-link-service-rls-meosar/>

5.3. Uređaj SART

SART (*Search and rescue transponder*) je uređaj za navođenje koji omogućuje određivanje položaja osoba u nevolji. Namijenjen je za upotrebu na moru pa je i vodootporan. Postoji više vrsta uređaja SART kao što su radar-SART i AIS-SART. SART je mali prijenosni uređaj koji prima radarske signale na frekvenciji od 9 GHz X benda, na S-bandu neće biti vidljiv. Na radaru stvara jeku u obliku crte od 12 točkica koje upućuju na to odakle signal dolazi. Kako se jeka približava, točkice se pretvaraju u lukove ili u koncentrične kružnice čije je središte mjesto odašiljanja, tj. SART uređaj. Približno točnu lokaciju uređaj prepoznaje na udaljenosti od jedne nautičke milje. Radar-SART prima signal na udaljenosti od otprilike osam nautičkih milja, a najmanja je udaljenost pet nautičkih milja. Prema SOLAS-u obvezno ga trebaju imati svi brodovi te mora biti vodootporan do 10 metara ispod razine mora, mora plutati, kapacitet baterija mora izdržati najmanje 96 sati te baterija ne smije biti starija od pet godina. Uređaj mora imati omogućenu ručnu aktivaciju, zvučnu te svjetlosnu indikaciju rada te mora biti prepoznatljive žute boje. Od 1. siječnja 2010. godine brodovi umjesto klasičnog SART-a mogu biti opremljeni sa AIS SART-om. Podaci o poziciji odašilju se svakih 60 sekundi u obliku niza od osam jednakih izvješća, od kojih se četiri šalju na frekvenciji od 161.975MHz, te ostalih četiri na frekvenciji od 162.025MHz. Brodovi manji od 500 BT moraju imati jedan SART uređaj, a veći od 500 BT dva. Konvencijama je propisano da putnički i RO-RO brodovi u svakoj brodicu za spašavanje moraju imati jedan ispravan SART uređaj. Dokazano je da se SART uređaj, položen na tlo brodice za spašavanje detektira na udaljenosti od 1.8 nautičke milje. Međutim ako se uređaj uspravi, domet se povećava na 2.5 nautičkih milja. Upravo zbog tog, mnoge brodice za spašavanje imaju točno određeno mjesto za SART, najčešće na visini većoj od 2,5 metara.

Ispravnost SART-a važna je kako bismo u određenom trenutku od njega imali pomoći, te smo ga zato obvezni i testirati, a prema potrebi servisirati. Testiranje se izvodi kratkom uporabom uređaja, odnosno uključivanjem testnog načina rada. Tijekom testiranja radar bi trebao biti prekriven koncentričnim kružnicama, čije je središte u neposrednoj blizini broda. Tada znamo da SART odašilje u neposrednoj blizini broda, odnosno na brodu. Takva bi se ispitivanja ispravnosti uređaja trebala provoditi dok nema drugih brodova u neposrednoj blizini, kako ne bi slali lažno uzbunjivanje.



Slika 13. Prikaz SART odašiljanja na radaru

Izvor:

<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.marineinsight.com%2Fmari>



Slika 14. SART uređaj

Izvor: [https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.radioholland.com%](https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.radioholland.com%2F)

6. TRAGANJE I SPAŠAVANJE NA MORU

Sustav Cospas-Sarsat trenutno ima 65 aktivnih satelita te 2,160,000 registrirana uređaja EPIRB diljem svijeta. Njihove signale primaju i obrađuju 32 kontrolna centra, odnosno 106 lokalnih terminala LEOSAR, MEOSAR i GEOSAR sustava. Od siječnja 2021. do prosinca te godine, sustav Cospas-Sarsat pomogao je spašavanju čak 3,623 osobe u 1,149 akcija traganja i spašavanja. Od uspostave tog sustava u kolovozu 1982. godine, organizirano je 17,663 akcija traganja i spašavanja u kojima je spašeno 57,413 osoba.

Međunarodna konvencija o traganju i spašavanju na moru (*International Convention on Maritime Search and Rescue-SAR*) međunarodni je ugovor čiji je svrha uspostavljanje sveobuhvatnog procesa koordinacije i provođenje akcija traganja i spašavanja na moru. Konvencija daje smjernice i standarde koje zemlje članice trebaju slijediti kada odgovaraju na situacije u nevoljama na moru, osiguravajući učinkovite i pravodobne radnje traganja i spašavanja. Glavni je cilj *SAR* konvencije osigurati brzo i učinkovito provođenje akcija traganja i spašavanja na moru kako bi se spasili životi i spriječili gubitak ili oštećenje imovine. Konvencija uspostavlja okvir za suradnju među zemljama u pružanju pomoći plovilima i osobama u nevolji, bez obzira na njihovu nacionalnost.

Konvenciju je razvila Međunarodna pomorska organizacija (*International Maritime Organisation-IMO*), specijalizirana agencija Ujedinjenih naroda odgovorna za reguliranje pomorske sigurnosti i zaštite. *SAR* konvencija donesena je 1979. godine, a počela se provoditi 22. lipnja 1985. godine. Manje izmjene stupile su na snagu dopunama konvencije 2000. i 2004. godine. Kao dodatci, postoji osam rezolucija u kojima su opisani i objašnjeni postupci i koraci traganja i spašavanja. Do 2001. godine koristili su se tzv. Priručnici MERSAR i IMOSAR. Suradnjom Međunarodne pomorske organizacije (*IMO*) i Međunarodne organizacije civilnog zrakoplovstva (*ICAO*) dobivamo IAMSAR (*International Aeronautical and Maritime Search and rescue*) priručnik. Taj priručnik sadržava opširne upute te detaljno opisane korake akcije traganja i spašavanja za zajednički pothvat zrakoplovnog i pomorskog pristupa u organiziranju akcije. Konvencija opisuje odgovornosti i obveze zemalja u uspostavi i održavanju učinkovitih službi traganja i spašavanja unutar svojih pomorskih regija. Pokriva

širok raspon tema, uključujući koordinaciju napora traganja i spašavanja, komunikacijske sustave, obuku, zahtjeve za opremu, održavanje opreme i suradnju među zemaljama.

Konvencija određuje posebn područja traganja i spašavanja u kojima su zemlje odgovorne za koordinaciju i pružanje usluga traganja i spašavanja. Ta su područja uspostavljena kako bi se što brže i učinkovitije osigurala dostupnost pomoći brodovima i pojedincima u potrebi.. Od zemalja se traži da uspostave centre za koordinaciju spašavanja (*RCC*) kako bi nadzirale akcije traganja i spašavanja unutar svojih određenih područja. Cospas-Sarsat obrađuje signal za pomoć kako bi se odredila približna lokacija, kontrolni centri koordiniraju i uzbunjuju službe traganja i spašavanja a lokalni *RCC* organizira akciju. *RCC*-i su također odgovorni za primanje upozorenja o opasnosti od kontrolnih centara, koordinaciju „responda“ i upravljanje spasilačkim službama. Konvencija uključuje odredbe za uspostavu globalnog plana traganja i spašavanja, koji olakšava koordinaciju traganja i spašavanja na globalnoj razini. Svrha je tog plana osigurati da se pomoć može pružiti preko međunarodnih granica ukoliko je potrebno.

Međunarodna konvencija o traganju i spašavanju na moru važna je u uspostavi standardiziranog i koordiniranog pristupa spašavanju života na moru. Promicanjem suradnje i učinkovite komunikacije među državama, konvencija pridonosi sigurnijoj pomorskoj plovidbi i povećanim izgledima za uspješne akcije traganja i spašavanja.

Ako se dogodi pomorska nesreća, plovilo šalje signal za uzbunu nakon kojeg se određenim protokolom prosljedi poruka sa pojedinostima o nesreći te hitnosti slučaja. Zbog toga su svi brodovi dužni, prema SOLAS konvenciji biti opremljeni s najmanje jednim EPIRB uređajem koji radi na frekvenciji od 406 MHz. Tada se uključuje sustav Cospas-Sarsat koji otkiva i locira signale u pogibelji, odaslane na frekvenciji od 406 MHz. Lokalni terminali primaju i obrađuju signale kako bi odredili približnu lokaciju hitnog slučaja. Cospas-Sarsat, agencija poznata je po tome da se bavi lociranjem i primanjem poruka u pogibelji, a ne provodi akcije traganja i spašavanja. Kontrolni centri, koji su odgovorni za koordinaciju i uzbunjivanje, obavještavaju državne službe zadužene za upravljanje organizacijom traganja i spašavanja na svojem geografskom području. Kako bi se akcija spašavanja što prije pokrenula, nužno je da prva poruka sadržava podatke o identitetu broda, lokaciji nesreće odnosno trenutna pozicija broda. Većinu tih podataka dobijemo putem identifikacijskog broja uređaja EPIRB, ako je pravilno registriran. Također, upozorenje o pojedinostima o stanju i opasnosti koji mogu ugroziti članove posade. Danas traganje i spašavanje rijetko počinje samo izravnim pozivom osoba u nevolji. Takve obavijesti najčešće se temelje na porukama opasnosti kao što su: telefonski signal MAYDAY, signali pogibelji na DSC uređaj, SOS

signalima te fizičkim porukama kao što su rakete crvene boje, zastavice pucnji ili vatra. Takvi se signali najčešće koriste posljednji.

7. ZAKLJUČAK

U ovom završnom radu opisan je sustav Cospas-Sarsat. U cijelom radu naglasak je stavljen na sigurnost na moru kao jedan od najvažnijih dijelova te industrije. Opisana je organizacija rada sustava Cospas-Sarsat sustava, njegovo funkcioniranje u traganju i spašavanju ljudi, plovila te bilo kojih drugih prijevoznih sredstava u pogibelji.

Taj sustav uvelike podiže razinu sigurnosti na moru, a svojedobno ga je prepoznala Međunarodna pomorska organizacija (IMO) koja je propisala standarde koja se tiču obveza traganja i spašavanja te sigurnosti na moru. Također smo se u ovom radu dotaknuli i Međunarodnoga pomorskog sustava pogibelji i sigurnosti (GDMSS) kojem su glavni ciljevi omogućavanje komunikacijskih usluga svim potrebitima u određenom vremenu i prostoru. Što se tiče poboljšanja sustava Cospas-Sarsat, Međunarodne pomorske organizacije (IMO), Međunarodnog pomorskog sustava u pogibelji i sigurnosti (GDMSS) te drugih velikih organizacija i sustava, svi imaju isti cilj, a to je zaštititi najdragocjeniji dio pomorske industrije – pomorce.

Taj lanac organizacija koji počinje od slanja signala u pogibelji do spašavanja unesrećenog obrađen je skoro do savršenstva. Dakako, sustav će se neprestano poboljšavati, nijedan sustav u tom lancu neće biti savršen, ali postajat će brži, učinkovitiji i točniji. Pomorci su iz godine u godinu sve sigurniji, događa se sve manje pomorskih nesreća iako opasnost i pogibelji na moru stalno prijete. Sve je više brodova, sve je više pomoraca, ali je usporedno sve više satelita, konvencija, organizacija te su akcije traganja i spašavanja standardizirane te rutinske. Možemo zaključiti da je organizacija Cospas-Sarsat iznimno važna za pomorstvo te zaslužna za spašavanje mnogo pomoraca i drugih unesrećenih gdje god se nalazili.

LITERATURA

Knjige:

1. Zec, D: GDMSS sustav i sigurnost plovidbe, POMORSKI FAKULTET RIJEKA, Rijeka 1996.
2. Sušan, J. : Tehničk temelji GDMSS sustava, POMORSKI FAKULTET RIJEKA, Rijeka 1995.
3. Pomorski zakonik. Zagreb, 1994.

Elektronički izvori:

1. <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=741402>
2. <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5996532>
3. <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=210088>
4. <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4620284>
5. <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4301019>
6. <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5606113>
7. <https://cospas-sarsat.int/en/system-overview/cospas-sarsat-system>
8. [file:///C:/Users/bedal/Desktop/dino_stipcic_zavrsni_rad.pdf%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/bedal/Desktop/dino_stipcic_zavrsni_rad.pdf%20(1).pdf)
9. <https://www.sarsat.noaa.gov/video/how-sarsat-works/>
10. <https://www.sarsat.noaa.gov/video/how-sarsat-began/>
11. <https://www.eoportal.org/satellite-missions/cospas-sarsat#cospas-12.sarsat-international-satellite-system-for-search-and-rescue-services>
12. <https://www.gsc-europa.eu/sites/default/files/sites/all/files/Galileo-SAR-SDD.pdf>
13. <https://www.eoportal.org/satellite-missions/cospas-sarsat#sasar-satellite-aided-search-and-rescue>
14. <https://www.cospas-sarsat.int/en/about-us/the-secretariat>
15. <https://www.microwavejournal.com/articles/36708-architecture-of-the-cospas-sarsat-global-satellite-distress-and-safety-system-for-military-applications?page=2>

KAZALO KRATICA

KRATICA	POTPUNI NAZIV NA STRANOM JEZIKU	POTPUNI NAZIV NA HRVATSKOM JEZIKU
COSPAS - SARSAT	Rus. Cosmicheskaya Systema Poiska Avariynyich Sudov	Globalni sustav za lociranje i detekciju radio signala
LEOSAR	Low Earth Orbit SARSAT satellite	Sustav SARSAT koji se koristi nižim satelitima u Zemljinoj orbiti
MEOSAR	Medium Altitude Earth Orbit Search and Rescue system	Sustav SARSAT koji koristi srednje visinskim satelitima u Zemljinoj orbiti
GEOSAR	High- altitude geosynchronos orbit search and rescue	Sustav SARSAT koji koristi visoke satelite u Zemljinoj orbiti
IMO	International Maritime Organization	Međunarodna pomorska organizacija
EPIRB	Emergency Position Indicating Radio Beacon	Radiofar za pronalaženje položaja u pogibelji
GEOLUT	Geostationary Local User Terminal	Lokalni terminal za rad sa satelitima GEOSAR na kopnu
LEOLUT	Low altitude Earth orbit local user terminal	Lokalni terminal za rad sa LEOSAR satelitima na kopnu
GLONASS	Globalnaya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema	Ruski sustav satelita

GMDSS	Global Maritime Distress and Safety System	Međunarodni pomorski sustav pogibelji i sigurnosti
GNSS	Global Navigation Satellite System	Globalni navigacijski satelitski sustav
GPS	Global Positioning System	Globalni sustav za navigaciju
LUT	Local User Terminal	Zemaljska postaja/lokalni terminal na kopnu
SAR	Search and Rescue	Traganje i spašavanje na moru
SOLAS	International Convention on the Sea od life at Sea	Međunarodna konvencija o zaštiti ljudskih života na moru
SART	Search and Rescue Transporter	Uređaj za traganje i spašavanje

POPIS SLIKA

Slika 1. Države članice organizacije Cospas-Sarsat prikazane na shematskoj karti svijeta

Slika 2. Zgrada sjedišta tajništva organizacije Cospas-Sarsat u Montrealu, Kanada

Slika 3. Lokacije LEOLUT-a prikazane na shematskoj karti svijeta

Slika 4. Prikaz pokrivenosti GEOSAR satelita i GEOLUT lokacija na shematskoj karti svijeta

Slika 5. Prikaz lokacija MCC-ova na shematskoj karti svijeta

Slika 6. Razlika između GPS i GNSS sustava

Slika 7. Osnovni prikaz mjerenja GPS-a s najmanje četiri satelita

Slika 8. Jedan od devet satelita GEOSAR (pogled iz svemira)

Slika 9. Uređaj EPIRB

Slika 10. Prikaz ugrađenog uređaja EPIRB-a na brodu

Slika 11. AIS EPIRB prijammnik

Slika 12. Shematski opisana funkcija RLT

Slika 13. Prikaz SART odašiljača na radaru

Slika 14. Uređaj SART