

Povijesni pregled razvoja COSPAS-SARSAT sustava

Gršković, Antonio

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:187:195892>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-20**



Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet
University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies

Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies - FMSRI Repository](#)



SVEUČILIŠTE U RIJECI

POMORSKI FAKULTET

ANTONIO GRŠKOVIĆ

**POVIJESNI PREGLED RAZVOJA COSPAS-SARSAT
SUSTAVA**

ZAVRŠNI RAD

Rijeka, 2024.

SVEUČILIŠTE U RIJECI

POMORSKI FAKULTET

**POVIJESNI PREGLED RAZVOJA COSPAS-SARSAT
SUSTAVA**

**HISTORICAL OVERVIEW OF COSPAS-SARSAT
SYSTEM DEVELOPMENT**

ZAVRŠNI RAD

BACHELOR THESIS

Kolegij: Pomorske komunikacije

Mentor: doc. dr. sc. Zoran Mrak

Komentor: izv. prof. dr. sc. Sanjin Valčić

Student: Antonio Gršković

Studijski smjer: Nautika i tehnologija pomorskog prometa

JMBAG: 0112087412

Rijeka, rujan 2024.

Student: Antonio Gršković

Studijski program: Nautika i tehnologija pomorskog prometa

JMBAG: 0112087412

IZJAVA O SAMOSTALNOJ IZRADI ZAVRŠNOG RADA

Kojom izjavljujem da sam završni rad s naslovom **POVIJESNI PREGLED RAZVOJA COSPAS-SARSAT SUSTAVA** izradio samostalno pod mentorstvom doc. dr. sc. Zoran Mrak te komentorstvom izv. prof. dr. sc. Sanjin Valčić

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

Student



Antonio Gršković

Student: Antonio Gršković

Studijski program: Nautika i tehnologija pomorskog prometa

JMBAG: 0112087412

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/>

Antonio Gršković – autor



SAŽETAK

COSPAS-SARSAT je međunarodni satelitski sustav za asistenciju operacijama traganja i spašavanja koji pruža globalnu pokrivenost za detekciju i lociranje signala u nuždi emitiranih pomoću pripadajućih uređaja. U ovom radu analizirani su svi segmenti sustava i detaljno je opisan njegov nastanak i razvitak. Osnovan 1979. godine kroz suradnju između Kanade, Francuske, SAD-a i Sovjetskog Saveza, sustav koristi satelite u LEO, MEO i GEO orbiti za brzo otkrivanje signala i njihovo prosljeđivanje zemaljskim stanicama. Opisan je i razvoj satelitskih sustava kao i kopnenih stanica kojim se postigla globalna pokrivenost i brzi odgovor na sve vrste kriznih situacija. Sustav je posebno značajan za zrakoplovnu i pomorsku industriju jer pruža mogućnost jednostavnog i efektivnog slanja poziva pogibelji iz bilo kojeg dijela svijeta. Kroz stalne inovacije i međunarodnu suradnju, COSPAS-SARSAT ostaje temelj suvremenih SAR operacija.

Ključne riječi: EPIRB, pozicija, satelit, sigurnost, traganje i spašavanje.

SUMMARY

COSPAS-SARSAT is an international satellite system for assisting search and rescue operations that provides global coverage for the detection and location of distress signals. In this paper, all segments of the system are studied and its origin and development is described in detail. Established in 1979 through a collaboration between Canada, France, the US and the Soviet Union, the system uses satellites in LEO, MEO and GEO orbits to rapidly detect signals and relay them to ground stations. The development of satellite systems as well as ground stations, which achieved global coverage and quick response to all types of crisis situations, is described. The system is particularly important for the aviation and maritime industries as it provides the ability to easily and effectively send distress calls from anywhere in the world. Through constant innovation and international cooperation, COSPAS-SARSAT remains the foundation of modern SAR operations.

Keywords: EPIRB, position, safety, satellite, search and rescue.

SADRŽAJ

SAŽETAK	I
SUMMARY	I
SADRŽAJ	II
1. UVOD	1
2. POVIJEST I NASTANAK	3
2.1. OPERACIJE TRAGANJA I SPAŠAVANJA PRIJE NASTANKA COSPAS – SARSAT-A.....	3
2.2. SARSAT - MEMORANDUM O RAZUMIJEVANJU	5
2.3. COSPAS PROJEKT	5
2.4. UDRUŽENJE I POČETCI COSPAS – SARSAT SUSTAVA.....	7
2.5. BUDUĆNOST COSPAS-SARSAT SUSTAVA	11
3. SATELITSKI SUSTAVI	12
3.1. LEOSAR	12
3.2. GEOSAR	14
3.3. MEOSAR	16
4. KOPNENA INFRASTRUKTURA	19
4.1. OPĆENITO O KOPNENOJ INFRASTRUKTURI	19
4.2. LUT	20
4.2.1. LEOLUT	22
4.2.2. GEOLUT.....	22
4.2.3. MEOLUT	22
4.3. MCC	23
4.4. SAR SLUŽBE	24
4.5. KRAJNI KORISNICI.....	24
5. RAZVOJ RADIOFAROVA	26

5.1. EPIRB.....	26
5.1.1. <i>Općenito o EPIRB uređaju</i>	26
5.1.2. <i>Razvoj EPIRB uređaja</i>	28
5.2. ELT.....	31
.....	32
5.3. PLB.....	32
.....	33
6. ZAKLJUČAK.....	34
LITERATURA	35
POPIS SLIKA.....	37

1. UVOD

COSPAS-SARSAT je međunarodni program koji predstavlja okosnicu globalnog sustava za traganje i spašavanje. Nastao je 1979. godine udruživanjem dvaju sustava sa suprotnih strana svijeta, ali s istim ciljem – razvoj satelitskog sustava za pomoć pri operacijama traganja i spašavanja koji u kratkom roku detektira signal pogibelji i pruža točnu lokaciju. SARSAT (engl. Search and Rescue Satellite Aided Tracking), kojeg u to vrijeme čine Kanada, Francuska i SAD te sovjetski COSPAS (rus. Cosmicheskaya Sistyema Poiska Avariynich Sudov), unatoč hladnom ratu, udružuju snage i započinju suradnju koja traje sve do danas. Cilj udruženja bio je poboljšati postojeći sustav uzbunjivanja i lociranja unesrećenih koji je radio na frekvenciji 121.5 MHz te istraživanje i razvitak nove 406 MHz radne frekvencije. Sustav se sastoji od svemirskog segmenta (LEO, MEO I GEO sateliti) i kopnenog segmenta kojeg većinom čine LUT-ovi (engl. Local User Terminal) diljem svijeta. Princip rada zasniva se na satelitskoj detekciji signala pogibelji odaslanog aktivacijom radiofarova (engl. beacon). Sateliti dekodiraju signal nakon čega podatke šalju prema odgovarajućoj LUT stanici koja navedene podatke prosljeđuje misijskom kontrolnom centru (engl. Mission Control Centre – MCC) te dalje prema Koordinacijskom centru traganja i spašavanja (engl. Rescue Coordination Centre – RCC) gdje sama SAR (engl. Search and Rescue) misija započinje. Postoje tri vrste radiofara:

- **EPIRB (engl. Emergency Position Indicating Radio Beacon)** za uporabu u pomorstvu;
- **ELT (engl. Emergency Locator Transmitter)** za uporabu u zrakoplovstvu;
- **PLB (engl. Personal Locator Beacon)** za osobnu uporabu.

Preko 16,000 SAR operacija tijekom kojih je spašeno više od 52,000 ljudskih života pripisuje se COSPAS-SARSAT sustavu, od čega je približno dvije trećine ljudi spašeno na moru [1].

Temeljna svrha ovog istraživanja je proučiti i pobliže opisati samu organizaciju COSPAS-SARSAT, njezin nastanak i okolnosti za vrijeme istoga. Navedeni sustav nije prvi u povijesti koji je pokušao odgovoriti rastućim zahtjevima za poboljšanje i unaprjeđenje SAR operacija. Bilo je i kasnijih pokušaja stvaranja sličnih sustava koji bi pružali slične usluge, s određenim varijacijama, ali uglavnom neuspješno. Istraživani sustav uspio je

opstati do danas unatoč konkurenciji i raznim problemima na koje uobičajeno nailaze međunarodne organizacije u nastanku te usprkos razlici u stajalištima stranki. Uzimajući navedeno u obzir, COSPAS-SARSAT zadivljujući je primjer međunarodne suradnje u svrhu spašavanja života. Ipak, do takvog statusa se ne dolazi preko noći i bilo je potrebno uložiti velike napore kako bi sustav funkcionirao te se s takvim trudom treba nastaviti kako bi se odgovorilo rastućim izazovima današnjice.

Istraživanjem okolnosti tokom samih početaka i za vrijeme razvoja navedenog sustava pomaže se mlađim generacijama shvatiti tadašnje izazove zbog nedostatka tehnologije koja je prisutna danas. Shvaćanjem toga dijela lakše i razumljivije gledamo na sustav kakvog trenutno poznajemo te postajemo svjesni budućih izazova i potrebe za novim idejama i naporima. Proučavanjem i razumijevanjem nastanka i prošlosti nekog sustava lakše i jasnije predviđamo budućnost te prepoznamo tok kojim bi se razvoj trebao nastaviti.

2. POVIJEST I NASTANAK

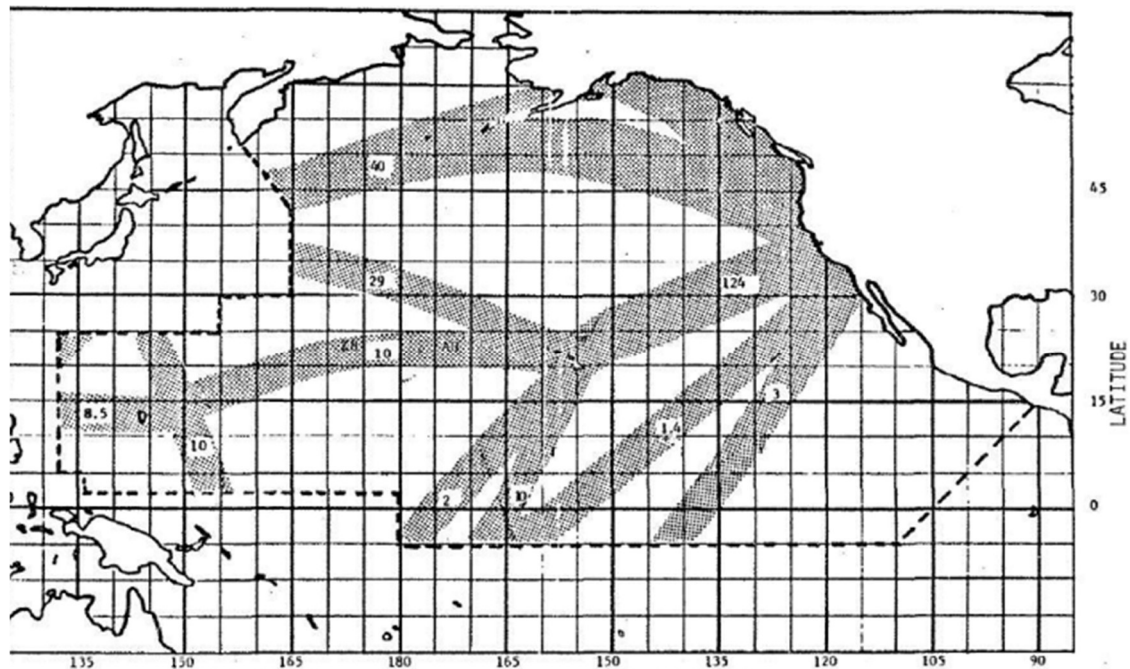
U ovom poglavlju ukratko će se prikazati povijest korištenja radiofarova u svrhu operacija traganja i spašavanja te će se analizirati okolnosti nastanka COSPAS-SARSAT-a.

2.1. OPERACIJE TRAGANJA I SPAŠAVANJA PRIJE NASTANKA COSPAS – SARSAT-A

Nakon „utrke“ na Mjesec u 60-im godinama prošloga stoljeća, sljedeće desetljeće bilo je posvećeno razvoju satelita u zemaljskim orbitama, uglavnom za mobilnu komunikaciju i globalnu navigaciju. Isto razdoblje obilježeno je i velikim porastom pomorskog i zračnog prometa, što je rezultiralo većim brojem nesreća i većim opsegom SAR operacija. Lokatori za hitne slučajeve (ELT-ovi) razvijeni su još 50-ih godina istoga stoljeća za potrebe vojnih zrakoplova, a nedugo zatim počeli su se koristiti i u civilnom zrakoplovstvu. Uveden je i EPIRB uređaj za primjenu u pomorstvu, no posjedovati ga nije bilo obavezno, već samo preporučeno od strane SOLAS-a (engl. International Convention for the Safety Of Life At Sea). Njihova radna frekvencija bila je 121.5 MHz, koja je do tada bila u upotrebi za pozive pogibelji u zrakoplovstvu, a detekcija signala mogla se ostvariti jedino prelijetanjem zrakoplova s prijemnikom iznad mjesta nesreće. Posjedovati lokatore postalo je nužno 1972. godine nakon što se srušio avion u kojemu su bila dva američka kongresnika, za kojim je pokrenuta velika SAR operacija, ali bez rezultata. Nakon ovog događaja američka FAA (engl. Federal Aviation Administration) propisuje obvezan posjed ELT uređaja, a nedugzatim isto čine i Kanada te Europa. ICAO (engl. International Civil Aviation Organisation) također usvaja navedeni propis te isti postaje međunarodni standard.

Uređaj bi se aktivirao prilikom nesreće i odašiljao signal za navođenje na frekvenciji 121.5 MHz koji je mogao biti detektiran jedino iz zrakoplova koji prelijeću iznad mjesta nesreće. Tehnologija na kojoj su se bazirali uređaji bila je analogna i u kombinaciji s radnom frekvencijom koja je imala određenih mana, sustav je bio podložan greškama. Iako je postojeći sustav predstavljao napredak, bio je daleko od savršenoga. Navedena radna frekvencija bila je preopterećena, zatrpna smetnjama i lažnim signalima, pružala je slabu

pokrivenost i nedovoljnu točnost lociranja, a kako bi se detektirao signal, zrakoplov je morao biti unutar dometa (Slika 1).



Slika 1: Pokrivenost Pacifika detektorima iz zrakoplova[2]

Istovremena pojava nove satelitske tehnologije i povećane potrebe za novim i efikasnijim načinom detektiranja signala pogibelji rezultirala je povijesnim napretkom. U to vrijeme razvijali su se LEO (engl. Low Earth Orbit) sateliti i njima je bila djelomično ostvarena globalna pokrivenost. Glavni nedostatak dotadašnjeg sustava bila je upravo slaba pokrivenost tj. otežano detektiranje signala pogibelji, a rješenje tog problema znanstvenici su vidjeli u korištenju LEO satelitskog sustava za detekciju signala. NASA (engl. National Aeronautics and Space Administration) je 1975. godine započela s istraživanjem koncepta satelitske detekcije signala te načina lociranja unesrećenih. Smatrali su da je bilo potrebno odmah započeti s testiranjem mogućih rješenja, a u svom izvještaju su također naveli kako je nužno početi s razvojem i implementacijom poboljšanog sustava koji bi radio na frekvenciji 406 MHz. Ista je već bila u upotrebi kod francuskog *Argos-a*, sustava za prikupljanje podataka, u sklopu kojeg je utvrđeno da je dorasla zadatku. Uvođenje nove radne frekvencije bilo je potrebno zbog nezanemarivih grešaka koje su obilježavale onu do tad korištenu. Radna 406 MHz frekvencija ima mnoge prednosti, a glavna je što je tehnologija prijenosa digitalna, čime se postiže brža, preciznija i pouzdanija detekcija

signala. Omogućivala bi zasebnu identifikaciju svakog odašiljača tj. signala, što bi pomoglo u provjeri autentičnosti poziva pogibelji, uvelike smanjujući lažne uzbune. Postojala bi i mogućnost prijenosa dodatnih podataka, kao što je npr. definiranje prirode krizne situacije. Inicijalni plan bio je ugraditi sustav za detekciju signala na nove meteorološke satelite za prikupljanje podataka. NASA je naglasila kako je poželjno da se u projekt ovolikog razmjera uključe i ostale države te kako je međunarodna suradnja ključna da bi se postigao napredak [2].

2.2. SARSAT - MEMORANDUM O RAZUMIJEVANJU

Potpisivanje SARSAT memoranduma 1979. godine predstavlja značajan trenutak u povijesti satelitski navođenih SAR operacija. Memorandumom je potvrđena i formalizirana suradnja među državama ključnim za razvoj SAR satelitskog sustava. Države potpisnice navedene su ranije u ovom radu, a njihove agencije koje su preuzele inicijativu su: NASA od strane SAD-a, Odjel za komunikacije (DOC – engl. Department of Communications) iz Kanade te francuski Nacionalni centar za svemirska istraživanja - CNES (engl. Centre National d'Etudes Spatiales). Njihova glavna zadaća bila je poboljšati pokrivenost sustava, smanjiti vrijeme potrebno za detekciju signala pogibelji te povećati točnost dane lokacije. Svaka stranka imala je obavezu razviti i osigurati svoj dio sustava. Kanađani su imali obavezu proizvesti repetitore za radne frekvencije 121.5/406 MHz, a Francuzi prijemnike, dok su Amerikanci bili odgovorni za ugradnju SAR sustava na satelit te općenito za integritet satelitskog sustava. Prvi takav satelit lansiran je 1983. godine.

Ova suradnja, iako je započela tek kao eksperimentalni projekt, predstavlja važan prvi korak međunarodne kooperacije u svrhu stvaranja globalnog SAR satelitskog sustava [2].

2.3. COSPAS PROJEKT

Opće je poznato da je, uz SAD, Sovjetski Savez ulagao enormna sredstva za istraživanje svemira. SSSR je bio prvi koji je poslao čovjeka u svemir, ali i prvi koji je

lansirao satelit, *Sputnik 1*. Dok je kod Amerikanaca razvoj SAR satelitskog sustava većinom potaklo zrakoplovstvo, Sovjetima je prioritet bilo pomorstvo. Njima su također od prije poznati 121.5 MHz odašiljači, a s njima i njihove mane. Veliki napredak svemirske tehnologije potaknuo je ideju da se ista primjeni unutar SAR sustava. Ministarstvu pomorstva u SSSR-u (MORFLOT) bio je glavni cilj pružiti i unaprijediti pomoć pomorcima u nevolji te je upravo njemu dodijeljena zadaća implementacije COSPAS projekta. Oni su također započeli s razvojem sustava koji bi detektirao val frekvencije 406 MHz.

COSPAS projekt na čelu s MORFLOT-om službeno je uspostavljen 1978. godine rezolucijom Vijeća ministara i nedugo zatim započinje suradnja sa NASA-om. Unutar SARSAT-a, sustav za detekciju signala bio je ugrađen na meteorološke satelite, dok je kod COSPAS-a isto bilo učinjeno na *Tsikada* navigacijskim satelitima (Slika 2). No, trebalo je proći mnoge prepreke kako bi sustav postao operativan. Naime, navedeni navigacijski sustav radio je na frekvenciji 150 – 400 MHz, što se podudaralo s radnom frekvencijom SAR sustava, a trebalo je i osigurati izvor napajanja te smjestiti nepraktično velike 121.5 MHz antene. Problemi su otklonjeni od strane Instituta za razvoj svemirskih uređaja, a ključnu ulogu u razvoju sustava imao je Yuri Zurabov. Do 1984. godine tri COSPAS satelita su lansirana, uspostavljena su tri LUT-a i jedan zajednički MCC u Moskvi te je sustav proglašen pred-operacijskim da bi 1987. postao potpuno operativan. Udruživanje dvaju SAR satelitskih sustava bilo je na tragu, no nije toga trebalo je sustave učiniti kompatibilnima[2].



Slika 2: Ilustracija Tsikada satelita [2]

2.4. UDRUŽENJE I POČETCI COSPAS – SARSAT SUSTAVA

Prednosti globalnog satelitskog SAR sustava prepoznate su od strane IMO-a te je postalo jasno da će sustav morati biti dostupan korisnicima na globalnoj razini. U listopadu 1976. NASA je održala sastanak sa sovjetskom delegacijom kako bi raspravili buduću suradnju. Sastanci na istu temu su se održavali i kroz narednu godinu. Kamen spoticanja bio je zahtjev prema Sovjetima od strane SARSAT-a da na svoje satelite ugrade i 121.5 MHz odašiljače. Oni su to smatrali suvislim zbog poznatih mana navedenih odašiljača te su tvrdili da sovjetski brodovi ne posjeduju njima kompatibilne radiofarove. SARSAT je kao preduvjet suradnje zahtijevao da sistem počiva na dvojnjoj radnoj frekvenciji na što su Sovjeti pristali tek 1979.g. Još jedna prepreka prema međunarodnoj suradnji bio je zahtjev SARSAT-a da COSPAS u svrhu suradnje lansira dva satelita, umjesto jednog planiranog. Konačno, prvi Memorandum o razumijevanju potpisan je u Lenjingradu 23. studenog 1979.g. između NASA-e, MORFLOT-a, DOC-a i CNES-a.

Dogovor je definiran kao međunarodna suradnja u zajedničkom eksperimentalnom projektu u svrhu razvoja satelitskog sustava za navođenje SAR operacija. Dokument je naglasio dvije zasebne strane sporazuma koje rade ka istom cilju, a to je stvaranje dvaju sistema međusobno kompatibilnima. Nakon lansiranja prvih satelita započinje testno razdoblje u trajanju od 18 mjeseci u suradnji sa predstavnicima SAR službi. COSPAS-1 satelit lansiran je 30. lipnja 1982.g., a testno razdoblje započelo je 1. rujna iste godine. Samo deset dana kasnije, izvedena je uspješna SAR operacija uz pomoć satelita na području Kanade. To je bio prvi slučaj da su se satelitski dobiveni podatci iskoristili za operaciju traganja i spašavanja (Slika 3). Zapanjujući uspjeh na samom početku eksperimentalne faze odjeknuo je u javnosti te pokazao vrijednosti i potencijale cijeloga projekta[2].



Slika 3: Mjesto nesreće prvog zrakoplova lociranog uz pomoć satelita [3]

Samo mjesec dana kasnije sustav je ponovno bio od velike važnosti, ovoga puta kod spašavanja na moru. Naime, trimaran se prevrnuo oko 300 nautičkih milja istočno od Bostona pri čemu je posada aktivirala EPIRB uređaj. Signal je prvo detektiran iz zrakoplova koji je preletio iznad mjesta nesreće, a točna lokacija dobivena je dolaskom satelita unutar dometa odašiljača. Američka Obalna straža spasila je troje ljudi od utapanja i tako je ovaj događaj zabilježen kao prva akcija traganja i spašavanja na moru uz pomoć satelita (Slika 4) [3].



Slika 4: Spašavanje posade s trimarana „Gonzo“ [3]

Na nadolazećim sastancima bila je prisutna euforija zbog navedenih događaja no, bilo je i loših vijesti. Naime, sa satelita je dolazio niz lažnih alarma od strane 406 MHz odašiljača koji su bili uzrokovani mnogim interferencijama u tom frekvencijskom pojasu. Iako je na satelitima postojao sistem za „filtriranje“ lažnih uzbuna situacija nije bila toliko jednostavna. S navedenim sistemom moralo se rukovati s oprezom kako se ne bi izostavili signali sa stvarnih odašiljača. Separacija alarma trenutno postaje primarni zadatak COSPAS-SARSAT udruženja. Lansiranjem novih satelita tijekom 1983.g. koji su na sebi nosili poboljšani digitalni sistem filtriranja alarma proizveden od strane CNES-a problem je djelomično riješen. Sistem je zadržao opciju primitka svih alarma čime se ostavila mogućnost ispravka računalne greške.

Porastom popularnosti povećao se globalni interes za sudjelovanje u programu. Norveški Svemirski Centar skupa sa ministarstvom prijevoza iz Ujedinjenog Kraljevstva potpisali su zaseban Memorandum o Razumijevanju sa SARSAT partnerima kako bi sudjelovali u testnom projektu sa svojim kopnenim stanicama. Bugarska *State Shipping Company* potpisala je sporazum sa Sovjetima kako bi eksperimentirali sa 406 MHz odašiljačima. Istekom testne faze sustav je proglašen tehnički operativnim, no u praksi materija nije bila do kraja razrađena te je otklanjanje starih problema ostala glavna zadaća. Proširenje područja pokrivenosti na globalnu razinu otvorilo je problem internacionalne distribucije poziva pogibelji. Započeo je razvoj kopnene infrastrukture (MCC-ova i LUT-ova) te je za uspjeh programa bila potrebna učinkovita i brza razmjena podataka među njima. Globalni sustav za distribuciju podataka o uzbunama bio je neophodan, a s obzirom da u to vrijeme nije postojao takav konkretni, TELEX je bio jedina opcija. Razvoj i implementacija COSPAS-SARSAT sustava za distribuciju podataka zahtijevali su velika ulaganja od strane svih sudionika uključujući same COSPAS-SARSAT partnere, SAR ustanove te na prvom mjestu zemlje koje upravljaju kopnenim segmentom. Problem distribucije podataka dodatno se pogoršao kada su 406 MHz odašiljači postali popularni među ribarima te dolaskom u funkciju geostacionarnih satelita koji su detektirali iste odašiljače, ali često bez zapisa o lokaciji.

Nužno je bilo i dogovoriti područja nadležnosti određenih kopnenih centara, što nije bilo toliko zahtjevno na velikom teritoriju SAD-a i tadašnjeg SSSR-a, koliko na području Europe gdje bi jedan poziv bio detektiran u više centara. Način prosljeđivanja poziva pogibelji u zemlje koje još nisu bile dio Programa također je trebalo dokučiti, a treba uzeti u obzir i političke odnose između tih zemalja u navedeno vrijeme.

Potpisnici Memoranduma 1984. godine proglasili su sustav spremnim za upotrebu i preporučili njegov daljnji razvitak, no navedene agencije u svojoj nadležnosti imale su „samo“ zadatak da stvore sustav i učine ga operativnim, a plan za daljnji razvitak nije bio formiran kao što nije ni postojala agencija unutar Programa koja bi se bavila SAR operacijama. Bilo je očito da je Programu potreban novi poredak koji bi osigurao brigu za njegovu budućnost i omogućio priznanje istoga na međunarodnoj razini. Tako je 5. listopada 1984. godine potpisan drugi po redu Memorandum o razumijevanju između istih agencija kao i 1979. godine, no pod blago promijenjenim uvjetima. Naime, cilj novoga memoranduma bio je učiniti Sustav međunarodno dostupnim i funkcionalnim te potaknuti i druge zemlje na sudjelovanje. Strane su se obvezale da će raditi na daljnjem poboljšanju sustava, a spomenuta je i mogućnost korištenja geostacionarnih satelita u budućnosti. Provedena je i modifikacija samog institucijskog poretka kako bi se udovoljilo zahtjevima te tako i ostvarila suradnja s bitnim međunarodnim organizacijama, kao što su IMO (engl. International Maritime Organization), ITU (engl. International Telecommunication Union) te ICAO. U Memorandumu COSPAS-SARSAT sustav opisan je kao sustav kojeg čine međusobno kompatibilni svemirski segment i zemaljski segment (MCC-ovi i LUT-ovi). Svemirski segment činili su tri Sarsat-ova satelita (NOAA E već u upotrebi te NOAA F i NOAA G koji su bili spremni za lansiranje) skupa s tri COSPAS-ova satelita (Cosmos 1383, 1447 te 1574). Formirano je i novo upravno tijelo cijelog sustava, *COSPAS-SARSAT Steering Committee*, kojemu je zadatak bio koordinirati međusobnu suradnju, održavati interoperabilnost te razmjenjivati podatke potrebne za normalno funkcioniranje.

Nakon stvaranja funkcionalnoga satelitskoga sustava za traganje i spašavanje bilo je potrebno posvetiti se njegovu održavanju i napretku. Dogovoriti se kojim će smjerom Program nastaviti dalje između toliko različitih strana koje su radile na jednom zajedničkom projektu nije niti u jednu ruku bilo jednostavno, no potpisivanjem drugog memoranduma bila je vidljiva želja za daljnjim razvojem te se dala naslutiti priprema za prelazak na dugoročniji aranžman [2].

2.5. BUDUĆNOST COSPAS-SARSAT SUSTAVA

COSPAS-SARSAT kontinuirano se razvija kako bi odgovorio na sve veće potrebe za globalnom sigurnošću. Budući planovi programa uključuju nekoliko ključnih područja, a sve s ciljem unaprjeđenja tehnologije, proširenja globalne pokrivenosti te poboljšanja učinkovitosti.

Proširenje i modernizacija MEOSAR sustava jedan je od najvažnijih planova. Povećanje broja satelita u MEO orbiti omogućiti će još bržu detekciju i lociranje signala pogibelji te povećati redundantnost i pouzdanost sustava. Poboljšanje postojećih i gradnja novih MEOLUT stanica također će doprinijeti napretku.

Planira se intenzivirati integraciju postojećih komponenti s novim generacijama GNSS sustava, čime se postiže dodatno poboljšanje u točnosti lociranja te brža razmjena i obrada podataka među sustavima.

Problem lažnih uzbuna nije u potpunosti riješen. Uvođenjem naprednijih algoritama za obradu signala smanjiti će se broj lažnih poziva i povećati učinkovitost operacija. Poboljšane procedure i protokoli pomoći će u bržoj identifikaciji i verifikaciji stvarnih hitnih slučajeva i tako omogućiti brži odgovor.

Nastaviti će se razvoj novih i naprednijih radiofarova koji će biti manji i lakši, a istovremeno funkcionalniji s dužim vijekom trajanja baterije. Ranije spomenuta mogućnost dvosmjerne komunikacije je također u razradi.

Međunarodna suradnja ključna je za uspjeh programa i stoga se u budućnosti planira i potiče proširenje članstva kako bi se ostvarila još bolja pokrivenost i bolja koordinacija. Radit će se i na daljnjoj standardizaciji postupaka kako bi se osigurala interoperabilnost među sustavima i zemljama.

Osim na razvoju tradicionalnih funkcija, COSPAS-SARSAT radi i na razvoju novih, kao što je npr. korištenje satelitske tehnologije za pomoć kod reakcija na prirodne katastrofe, korištenje umjetne inteligencije za analizu signala te praćenje klimatskih promjena.

3. SATELITSKI SUSTAVI

U ovom poglavlju dan je pregled triju satelitskih sustava korištenih od strane COSPAS-SARSAT-a i opisan je razvoj svakoga.

3.1. LEOSAR

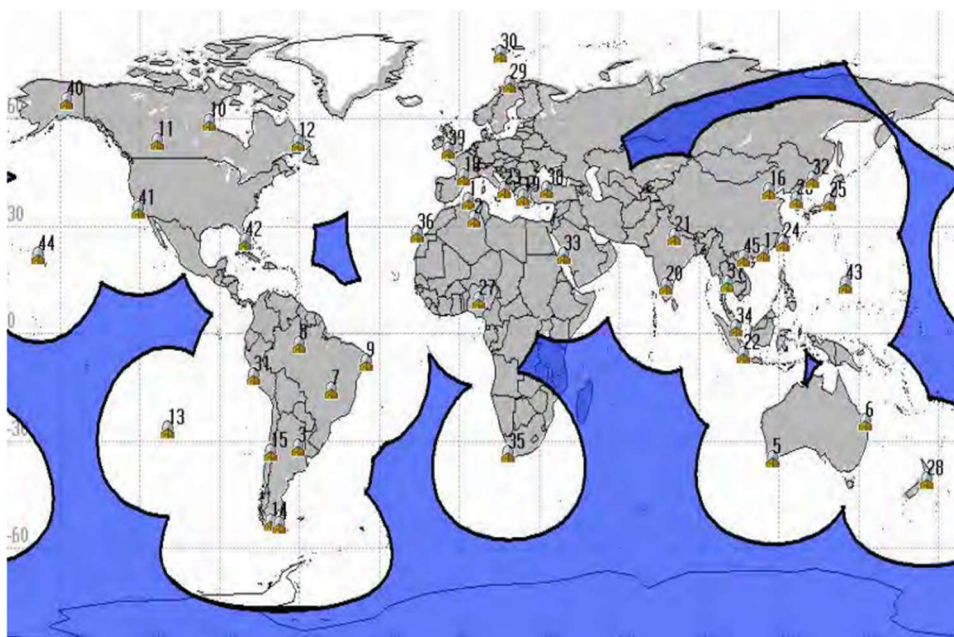
LEOSAR (engl. low-altitude Earth orbit search and rescue) sustav je ključna komponenta COSPAS-SARSAT programa. Prvi sateliti korišteni za traganje i spašavanje bili su LEO (engl. low-altitude Earth orbit) sateliti i pripadali su ovom sustavu, a to su bili NOAA (SARSAT) meteorološki sateliti na visini od 850km te Tsikada (COSPAS) navigacijski sateliti na visini od 1000 km.

Općenito, LEO sateliti smješteni su u orbiti na visini do 2000 km iznad Zemlje. Vidljivost takvog satelita može se opisati krugom promjera 5000km. S obzirom da imaju veliku brzinu, radiofar koji je stacionaran na Zemlji ostaje u vidljivosti satelita 15-ak minuta. Kako satelit nije uvelike udaljen, ostvaruje se manji gubitak na prijenosu podataka i stoga je moguća veća brzina prijenosa. Ova činjenica je od velike pomoći za sami koncept rada opisanoga sustava. Naime, ako se uzme u obzir činjenica da je sa satelita radiofar vidljiv otprilike 15 minuta, može se zaključiti da je veća brzina prijenosa podataka pogodna za ovu situaciju gdje je svaka minuta od velike važnosti. Također, veća brzina prijenosa pogoduje i točnijem izračunavanju pozicije. Pozicija se računa pomoću Dopplerovog efekta iz promjena u frekvenciji primljenoga signala, a većom brzinom prijenosa omogućeno je brže slanje/primanje podataka, što ostavlja prostora za slanje više zasebnih poruka, a time omogućuje i više izračuna promjene frekvencije što uvelike doprinosi točnosti dobivene pozicije [12].

Američki NOAA sateliti nosili su 121.5 MHz, 243 MHz i 406 MHz repetitore te 1544.5 MHz odašiljač za silaznu vezu. Tsikada sateliti imali su identičnu opremu, isključujući 243 MHz repetitore. Nakon detekcije signala s radiofara, satelit je silaznom vezom slao podatke LUT-ovima gdje bi se primljeni podatci analizirali i prosljeđivali dalje odgovarajućim postajama.

Ovaj sustav koristi ranije spomenut Dopplerov efekt za određivanje lokacije signala pogibelji. Relativnim kretanjem satelita u odnosu na Zemlju (tj. u odnosu na poziciju aktiviranog radiofara) frekvencija primljenog signala se mijenja, a pomoću iznosa u promjeni frekvencije kroz određeno vrijeme izračunava se pozicija radiofara. No, izračunom se dobivaju parovi pozicija, najčešće jedna prava i jedna zrcaljena u odnosu na pravu lokaciju. Na kopnenim stanicama se dobivene pozicije analiziraju i izračunava se vjerojatnost točnosti svake, ali se neovisno o izračunu svaka dobivena pozicija prosljeđuje SAR upravi. Problem s dvosmislenosti dobivenih podataka bio je izraženiji kod 121.5 MHz radiofara zbog neprikladnog vala nosioca i smetnji unutar spektra. Kod 406 MHz tehnologije pri pogodnoj geometriji između lokacije na Zemlji i putanje satelita izračunata vjerojatnost točnosti među dobivenim lokacijama iznosila bi 75% - 25%. Točna lokacija utvrdila bi se drugim prolaskom satelita iznad aktiviranog radiofara.

U početku sustav je radio na principu 121.5 MHz odašiljača, a uvođenjem novih na radnoj frekvenciji od 406 MHz uvelike su se poboljšale performanse SAR sustava. Navedeni radiofarovi imali su digitalne komunikacijske mogućnosti što im je dopuštalo prijenos detaljnijih podataka kao što su npr. priroda nužne situacije, identitet vlasnika te točna lokacija, ako je radiofar imao ugrađen GNSS (engl. Global Navigational Satellite System) prijammnik. Početkom 2000-ih lansirani su novi sateliti (NOAA K i Cospas 10) na kojima je bila ugrađena još naprednija 406 MHz tehnologija koja je omogućavala brže i točnije određivanje pozicije te se njima povećala i globalna pokrivenost (Slika 5).



Slika 5: Područje detekcije LEOSAR sustava [2]

Nakon do sada navedenih činjenica jasno je kako je LEOSAR sustav koji je na samom početku počivao na 121.5 MHz tehnologiji okosnica satelitski navođenog traganja i spašavanja. No, navedene su mnoge mane spomenute radne frekvencije i zasigurno se čitatelju nameće pitanje: zašto se nakon svih ovih spoznaja i nakon otkrića bolje i prikladnije radne frekvencije i dalje inzistiralo na zadržavanju one stare? Odgovor leži u činjenici da je u trenutku nastajanja Programa u upotrebi bilo oko 250 000 radiofarova koji su radili na 121.5 MHz frekvenciji, a oni su bili proizvedeni u doba prije korištenja satelita u navedene svrhe, kada se detekcija vršila prelijetanjem zrakoplova s prijammnikom iznad mjesta nesreće. Takvu situaciju i navedene brojke nije se moglo samo zaobići, već se moralo udovoljiti prilikama toga vremena.

3.2. GEOSAR

GEOSAR (engl. Geostationary Earth orbit search and rescue) sustav počeo se razvijati unutar COSPAS-SARSAT programa početkom 80-ih godina prošloga stoljeća, a službeno je postao dio Programa 1998. godine. Navedeni sustav zamišljen je kao dopuna LEOSAR sustavu. Naime, GEO sateliti već su otprije poznati svijetu, a pogotovo su bili cijenjeni unutar IMO-a. Agencija Inmarsat predstavila je svoje L-band EPIRB-ove koji su radili u kombinaciji s GEO satelitima i njima oduševila članove IMO-a. Prednosti GEOSAR sustava uvidjeli su i ljudi unutar COSPAS-SARSAT-a i postalo je jasno da, ako žele zadržati naklonost IMO-a i ostati vodeći po pitanju satelitskog SAR-a, moraju početi raditi na razvitku sličnog sustava.

GEO (engl. Geostationary Earth Orbit) sateliti nalaze se na oko 36 000 kilometara udaljenosti od Zemlje, u ravnini s ekvatorom. Oni se ne kreću oko planete, već prate njezinu rotaciju tj. stoje fiksno u odnosu na neku točku na Zemlji. Ova značajka eliminira mogućnost određivanja pozicije odaslanog signala; satelit se ne kreće i tako ne može mjeriti promjenu u frekvenciji. Jedini način određivanja pozicije unutar ovoga sustava bilo je ugrađivanje GNSS prijemnika na sami radiofar. Velika prednost ovih satelita bila je ta što se kompletna globalna pokrivenost može postići sa svega tri do četiri satelita. Svaki satelit konstantno pokriva određeno područje na Zemlji (kod LEOSAR sustava moralo se čekati dok satelit ne uđe u vidokrug radiofara) i tako omogućava skoro pa trenutačnu detekciju signala. U tome leži razlog zašto je ovaj sustav zamišljen kao dopuna LEOSAR sustavu. GEO sateliti

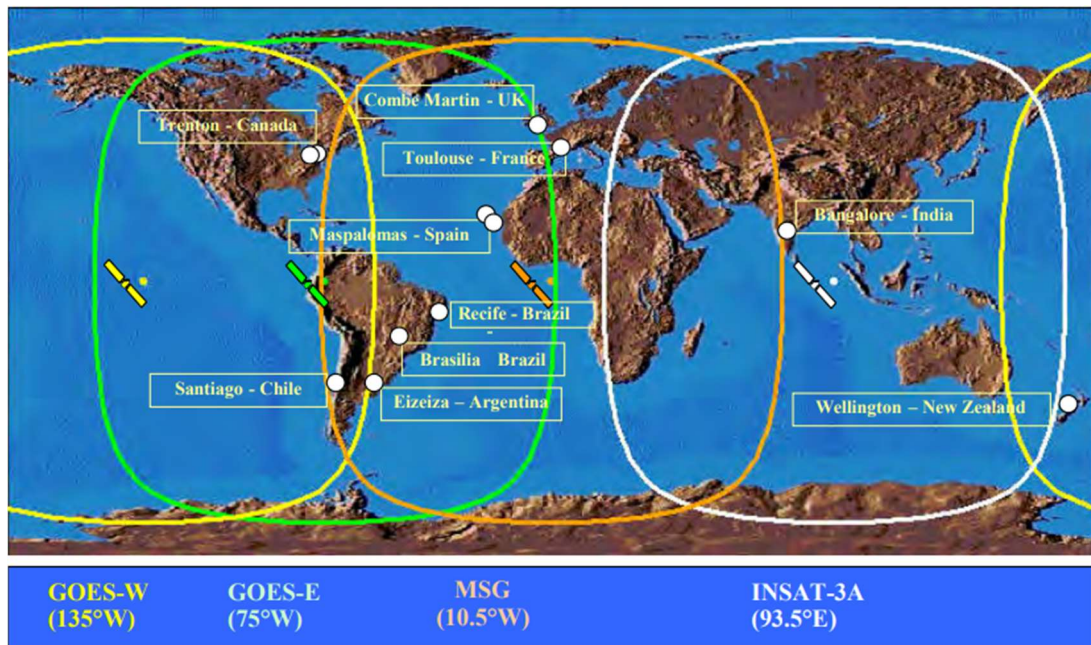
trenutačno detektiraju signal i pomoću digitalne identifikacije dobiva se početna slika s osnovnim informacijama koje su dovoljne da pripreme SAR službe za brzi odgovor, a nakon prolaska LEO satelita pruža se točna pozicija te se hitne službe detaljno usmjeravaju.

GEOSAR sustav dizajniran je da detektira signale samo 406 MHz radiofarova. Snaga odaslanog signala ograničena je zbog dizajna samog radiofara, a cilj je bio da isti budu čim manji i da ugrađena baterija traje čim duže. S obzirom na veliku udaljenost satelita veliki su i gubitci energije stoga je odlučeno da će se smanjiti brzina prijenosa podataka, a time će se povećati snaga po prenesenom bitu. No, snaga je i dalje bila veoma mala i stoga su na satelite morali biti ugrađeni vrlo osjetljivi repetitori, kao i što su na GEOLUT stanice morali biti ugrađeni veoma osjetljivi prijemnici. Smanjenje brzine prijenosa značilo je da će se odužiti vrijeme potrebno za slanje/primanje podataka. Još jedna posljedica toga bila je nestabilnost i „širenje“ vala nosioca, a taj problem otklonjen je u početku specijalnom namjenom frekvencijskog spektra širine 1 MHz samo za navedene potrebe.

Prvi GEO sateliti korišteni za ovaj sustav bili su američki meteorološki GOES (engl. Geostationary Operational Environmental Satellite) sateliti koji su radili pomoću 402 MHz frekvencije što je olakšalo njihovu prenamjenu. Za postizanje globalne pokrivenosti bilo je potrebno još satelita. 1984. godine ISRO (engl. Indian Space Research Organization) ponudila je sudjelovati u programu i ugraditi 406 MHz repetitore na svoje INSAT satelite koji su ušli u funkciju do 1994. godine. EUMETSAT (engl. European Meteorological Satellite Organisation) lansirala je 2003. godine svoje MSG satelite čime se postigla globalna pokrivenost sustava (Slika 6). Sustav je upotpunjen 2011. godine kada je Rusija lansirala svoje Luch i Electro satelite.

Završetkom testne faze, koja je trajala od 1996. do 1998. godine, zaključeno je kako se udruživanjem LEOSAR i GEOSAR sustava uvelike unaprijedila razina usluge koju je Program tada pružao. Zabilježeno je da bi satelit GEOSAR sustava detektirao signal s radiofara u prosijeku 41 minutu prije no što bi isti signal detektirao satelit LEOSAR sustava. GEO sateliti detektirali su otprilike 85% od ukupnog broja odaslanih poziva unutar njihove vidljivosti, a objašnjeno je kako ostatak nije detektiran zbog prepreka na Zemlji ili prekomjerno slabog odaslanog signala. Zabilježeno je i kako je novi sustav detektirao neke signale koje stari sustav uopće nije detektirao. Konačno, uvidjelo se da je ranija detekcija signala uvelike pomogla SAR službama, iako točna pozicija nije bila od početka zabilježena. No, bolja detekcija signala nosila je i svoje nedostatke. Još veći broj lažnih i slučajnih poziva

bio je zabilježen, detektirano je bilo čak i ako bi netko samo na kratko vrijeme uključio uređaj kako bi ga „testirao“, što je, doduše, bilo zabranjeno. Veliku pomoć kod ovakvih slučajeva pružala je digitalna identifikacija svakog radiofara te se pokušalo potaknuti svakog korisnika da registrira svoj uređaj. Potaknute trenutnom situacijom, vlasti unutar COSPAS-SARSATA 2006. godine uvode Međunarodnu bazu za registraciju radiofarova (IBRD – engl. International Beacon Registrations Database).



Slika 6: Područja pokrivenosti svakog GEO satelita i GEOLUT stanice do 2003. g. [2]

3.3. MEOSAR

MEOSAR (engl. medium-altitude Earth orbit search and rescue) sustav je najnovija komponenta COSPAS-SARSAT programa. Sustav koristi MEO (Medium-altitude Earth Orbit) satelite u srednjoj Zemljinoj orbiti na visini od 20 000 km do 24 000 km.

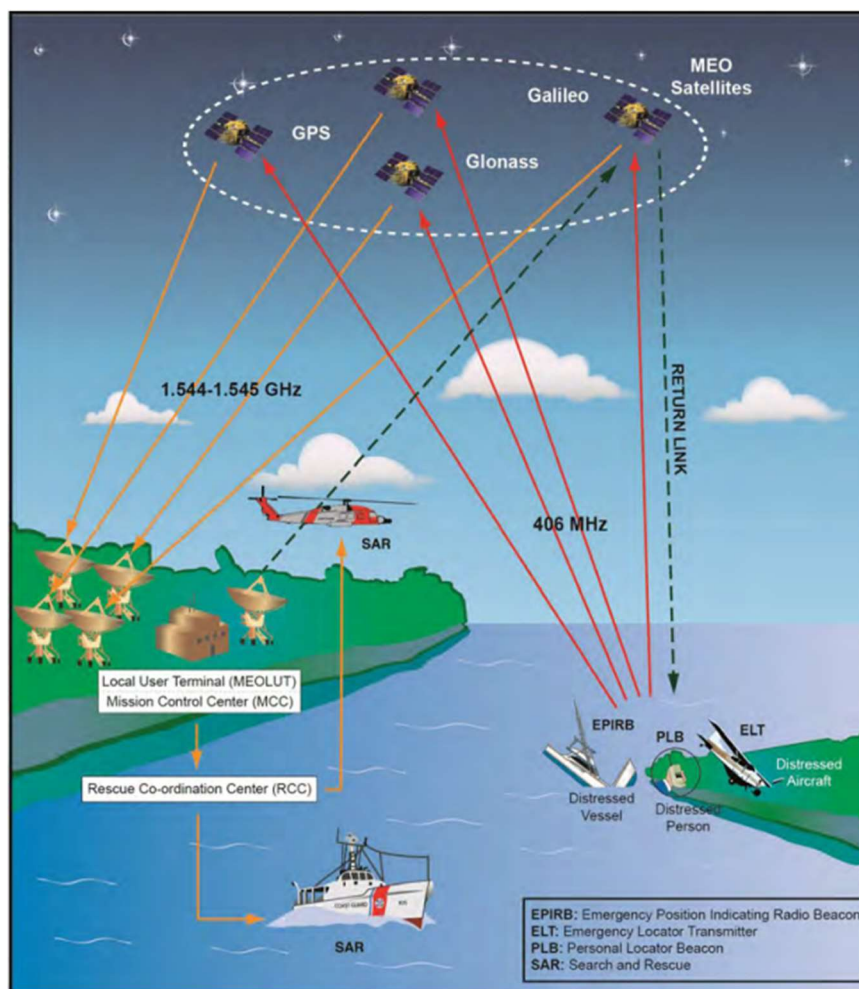
Istraživanje provedeno tijekom 1997. godine u Kanadi pokazalo je kako bi korištenje MEO satelita, koji su već tada bili u upotrebi za satelitske navigacijske sustave, uvelike poboljšalo performanse cijelog COSPAS-SARSAT sustava. Naime, u usporedbi s LEOSAR sustavom, MEOSAR sustavu potrebno je manje satelita za postizanje globalne pokrivenosti. Sateliti u MEO orbiti imaju veći vidokrug zbog svoje visine i time je omogućeno

istovremeno praćenje šireg područja tj. ostvaruje se bolja pokrivenost, a time se ostvaruje i brža detekcija signala te kontinuirano praćenje. Novi sustav omogućuje vidljivost više satelita sa Zemlje u istom trenutku i time se postiže točniji izračun pozicije. Koristi se drugačija metoda izračunavanja pozicije, različita od one pomoću Dopplerovog efekta kod prijašnjeg sustava, a radi na principu trilateracije. Dakle, ova metoda oslanja se na trenutnoj vidljivosti više satelita, za čime svaki mjeri vrijeme potrebno za primitak signala i time se dobivaju stajnice, a pomoću tih točaka sa svakog satelita dobiva se sjecište koje predstavlja izračunatu poziciju visoke točnosti. Ovu metodu koristili su i koriste suvremeni navigacijski sustavi, također preko MEO satelita. Još jedna prednost ovog sustava je povećana redundancija, što znači da ako jedan satelit greškom ne detektira signal, detektirati će ga neki drugi satelit u kratkom roku. Zaključno, MEOSAR sustav ima mnoge prednosti nad LEOSAR-om, a pruža pogodnosti oba prijašnja sustava; precizan izračun pozicije i brzu detekciju. Sustav je dizajniran da bude kompatibilan s dotadašnjim sustavima koje je Program koristio i tako je njihov skup činio snažnu figuru za detekciju i lociranje osoba u nuždi.

Kao i GEOSAR, novi sustav je dizajniran da prima samo 406 MHz signale. Od strane Programa nisu lansirani sateliti u ovu svrhu, već je dogovorena suradnja s državnim vlastima, koje su dozvolile korištenje MEO navigacijskih satelita. Korišteni su sateliti triju najpouzdanijih GNSS sustava; GPS-a, Galilea (EU) i Glonassa (Rusija). S obzirom da je za izračun pozicije bilo potrebno da najmanje četiri satelita budu istovremeno unutar vidokruga radiofara, svaka ponuda za suradnjom bila je dobrodošla. Suradnja je službeno započela 2006. godine potpisivanjem deklaracije o kooperaciji među organizacijama. Pružatelji satelitskog dijela morali su učiniti male preinake na svojim satelitima kako bi sustavi bili kompatibilni, a i trebala se postići interoperabilnost svih navedenih sustava.

Kod ovog sustava na satelitima se informacije nisu obrađivale, već su isti služili isključivo kao repetitori pomoću kojih je signal s aktiviranog radiofara preusmjeren direktno prema specijaliziranim zemaljskim stanicama – MEOLUT-ovima (Slika 7). Uvedena je i nova generacija 406 MHz radiofarova s najnovijom tehnologijom kojom se ostvarivao bolji prijenos digitalnih podataka. Počelo se raspravljati i o novoj značajki sustava – povratnoj vezi. Ideja je bila da se, nakon što MCC primi poziv u pomoć, prema radiofaru šalje povratni signal koji će korisniku dati do znanja da je njegov poziv pronašao primatelja i da je pomoć na putu.

Još za vrijeme trajanja postupka implementacije novog sustava, 2004. godine odlučeno je kako će novi MEOSAR sustav zamijeniti stari, LEOSAR. Prekretnica u povijesti COSPAS-SARSAT programa bila je 2009. godina, kada je ukinut 121.5 MHz LEO sustav. Svakako, tako veliki korak nije postignut preko noći, već je odluka bila unaprijed najavljivana i kreiran je cijeli postupak za terminaciju spomenutog sustava. Ovom odlukom 121.5 MHz odašiljači izašli su iz upotrebe, što u široj javnosti nije bilo objeručke prihvaćeno. Također, iz ove odluke vidljive su očite prednosti MEOSAR sustava nad onim starijim te se buduće napore trebalo usmjeriti prema razvoju i kompatibilnosti novog GEO-MEO sustava.



Slika 7: Princip rada MEOSAR sustava [2]

4. KOPNENA INFRASTRUKTURA

Ovo poglavlje objasnit će pojam kopnene infrastrukture, opisati način njena rada te navesti sve njene segmente.

4.1. OPĆENITO O KOPNENOJ INFRASTRUKTURI

Iako glavna snaga COSPAS-SARSAT sustava leži u njegovoj satelitskoj komponenti, kopnena infrastruktura ne smije se izostaviti. Ona je ključna za obradu podataka i koordinaciju SAR odgovora. Kopnena infrastruktura sastoji se od nekoliko ključnih elemenata, a to su: lokalni korisnički terminali (LUT – engl. Local User Terminal), misijski kontrolni centri (MCC – engl. Mission Control Center), SAR službe te krajnji korisnici. Svaki od nabrojanih elemenata ima svoju specifičnu ulogu ključnu za funkcioniranje cijelog sustava. Također, svaki od njih oslanja se na veoma sofisticiranu tehnologiju i sustave podrške kojima se postiže velika učinkovitost i stabilnost cijelog sustava.

COSPAS-SARSAT koristi različite komunikacijske sustave za prijenos podataka između satelita, LUT-ova i MCC-ova. Za silaznu vezu (od satelita prema LUT-u) uglavnom se koristi signal na frekvenciji 1544.5 MHz. Za komunikaciju između LUT stanica i MCC-ova koristi se HF (engl. high frequency) tehnologija. MCC-ovi komuniciraju sa SAR službama putem internetske sigurne mreže. Velike količine podataka prikupljene od strane LUT-ova i MCC-ova obrađuju se pomoću sofisticiranih računalnih sustava za obradu podataka. Koriste se napredni algoritmi za analizu signala u nuždi koji otkrivaju lažne uzbune te izračunavaju pozicije. GIS (engl. Geographic Information System) tehnologija koristi se za vizualizaciju podataka o lokaciji i planiranje SAR odgovora. Ovaj sustav omogućava SAR službama brzu analizu podataka što im pomaže kod donošenja informiranih odluka o rasporedu resursa i prioritetima.

COSPAS-SARSAT jedinstven je po tome što je to program koji uključuje suradnju više od 40 zemalja i organizacija. Ova međunarodna suradnja ključna je za postizanje globalne pokrivenosti i visoke učinkovitosti cijeloga sustava. Zemlje članice Programa dijele se na:

- Zemlje osnivače
- Zemlje pružatelje kopnene infrastrukture (engl. ground segment providers)
- Zemlje korisnike (engl. user states) [6].

Zemlje osnivači (SAD, Kanada, Rusija, Francuska) zadržavaju najveću razinu ovlasti. Zemlje koje su pružatelji kopnene infrastrukture upravljaju i održavaju svoje LUT-ove i MCC-ove, obrađuju podatke primljene od strane istih, zatim te podatke dijele unutar COSPAS-SARSAT mreže i dostavljaju ih SPOC centrima (SAR Point of Contact) tj. predstavnicima SAR službi. Zemlje korisnici uživaju sve prednosti članstva u COSPAS-SARSAT programu te sudjeluju na sastancima gdje pružaju povratne informacije i rade na unaprjeđenju sustava. Potrebno je napomenuti kako članstvo u Programu nije nužno da bi se primale njegove informacije i usluge, no potrebno je slijediti međunarodne norme koje omogućavaju međusobnu komunikaciju i osiguravaju kompatibilnost različitih sustava. Također, svaka zemlja, neovisno o statusu, dužna je voditi i ažurirati svoj registar radiofarova [4,8].

4.2. LUT

LUT-ovi su zemaljske računalne stanice namijenjene za primanje repetiranog signala sa satelita. Opremljene su specijalnim antenama s prijemnicima podešenim da primaju signale male snage. Nakon primitka i obrade primljenih podataka, stanica šalje informacije misijskom kontrolnom centru pod čijom je nadležnošću. Ove stanice u potpunosti su automatizirane i nije im potrebno ljudsko osoblje.

Vrsta antene koju će koristiti LUT stanica ovisi o namjeni same stanice tj. o vrsti satelitskog sustava s kojim određena stanica komunicira. Dva uobičajena dizajna antena korištenih od strane LUT-ova su:

- Parabolična antena (Slika 8)
- Antenski fazni niz (Slika 9)

Parabolična antena može istovremeno primiti signal samo s jednog satelita. Ovisno o satelitu čiji signal prima, ova antena može se pomicati i pratiti orbitu toga satelita (LEO i MEO) ili se može fiksirati prema jednom stacionarnom (GEO).

Antenski fazni niz tvore dvije antene, od kojih je svaka sačinjena od 64 fazna centra pričvršćenih na jednu ravnu ploču. Ovaj sustav dizajniran je za detekciju više (MEO) satelita istovremeno.



Slika 8: Parabolična antena [4]



Slika 9: Uvećani prikaz površine ploče antenskog faznog niza [4]

Ovisno o tome s kojim su satelitskim sustavom kompatibilni, postoji tri vrste LUT-ova. LEOLUT stanica prati satelite LEOSAR sustava, GEOLUT stanica prati satelite GEOSAR sustava te MEOLUT stanica prati MEOSAR satelite. Nakon 2009. godine sve ove stanice dizajnirane su da primaju pozive pogibelji odaslane isključivo sa 406 MHz radiofarova [4].

4.2.1. LEOLUT

LEOLUT stanica sastoji se od pomične (prateće) antene, procesora i komunikacijske opreme. Ona prati, prima i obrađuje signale LEOSAR sustava. Zbog smanjenog polja vidljivosti LEO satelita, isti nema u svakom trenutku vidljivu kopnenu stanicu, već prikupljene podatke pohranjuje i šalje prvoj koja mu uđe unutar dometa. Kako bi se povećala redundantnost sustava, na nekim je mjestima oprema stanice udvostručena, čime jedna stanica funkcionira kao dvije i time se smanjuje vjerojatnost za pogrešku. LEOLUT stanice strateški su raspoređene širom svijeta kako bi se postigla globalna pokrivenost.

4.2.2. GEOLUT

Ove stanice primaju i obrađuju signale GEOSAR sustava. Zbog njegovih značajki, manji broj ovakvih stanica pruža kontinuiranu globalnu pokrivenost. One ne posjeduju tehnologiju za izračunavanje pozicije s obzirom na ranije spomenuti način rada ovoga sustava. Jedini način kako GEOLUT stanice mogu pružiti informacije o poziciji unesrećenih je ako aktivirani radiofar ima ugrađen GNSS prijammnik.

4.2.3. MEOLUT

Ove stanice dizajnirane su za prijem signala MEOSAR sustava. Kako bi mogle izračunati poziciju, potrebno im je primati signal sa više satelita, stoga su opremljene s najčešće šest visoko sofisticiranih antena koje im to omogućavaju. MEOSAR stanice prate satelite globalnih navigacijskih sustava kao što su GPS, Galileo i Glonass. Zbog većeg broja satelita u MEO orbiti, ove stanice pokrivaju veće geografske prostore što im omogućava brzu detekciju i lociranje signala.

4.3. MCC

MCC-ovi ključni su operativni elementi COSPAS-SARSAT kopnene infrastrukture. Oni su odgovorni za koordinaciju SAR aktivnosti, razmjenu podataka među raznim LUT stanicama te distribuciju informacija odgovarajućim SAR službama.

Glavne funkcije ovih centara su prikupljanje, pohrana i obrada podataka primljenih od LUT-ova i drugih MCC-ova te prosljeđivanje istih centrima za koordinaciju spašavanja (RCC – engl. Rescue Coordination Center) i SPOC centrima. MCC sakuplja podatke iz više LUT stanica. Ti podatci uključuju informacije o poziciji radiofara, vremenu detekcije i identifikacijskim oznakama pozivatelja. Ovi podatci se dodatno obrađuju kako bi se eliminirale duplicirane informacije i kako bi se dokučilo jesu li prijavljeni incidenti stvarni. Nakon validacije podataka, MCC ih prosljeđuje te pokreće odgovarajuće SAR operacije. Kako bi one bile učinkovite i pravovremene, MCC koristi unaprijed definirane protokole i procedure. Centri su međusobno povezani zasebnim sustavom za distribuciju podataka koji im omogućuje brzu razmjenu informacija i koordinaciju SAR operacija na međunarodnoj razini. Na primjer, ako se mjesto nesreće nalazi u međunarodnim vodama ili blizu granica dviju zemalja, MCC-ovi će međusobno surađivati kako bi osigurali čim efikasniji odgovor. Ovi centri također pružaju tehničku podršku SAR službama, pružajući im informacije o vremenskim uvjetima, navigacijskim podacima te sve ostale informacije relevantne za trenutno stanje na terenu.

Ovisno o mjestu gdje se nalaze, MCC-ovi dijele se na čvorne i regionalne (Slika 10). Čvorni centri upravljaju i distribuiraju podatke za određeni dio svijeta, manjim regionalnim centrima. Pouzdan i brz komunikacijski sustav ključan je za ispravno funkcioniranje ove složene mreže kopnenih stanica. Iako je sustav uglavnom automatiziran, rad MCC-ova neprestano je nadgledan i kontroliran od strane ljudi [5].

NODALs	USMCC	SPMCC	FMCC	CMC	JAMCC	AUMCC
	(USA)	(Spain)	(France)	(Russia)	(Japan)	(Australia)
MCC	ARMCC (Argentina) BRMCC (Brazil) CHMCC (Chile) CMCC (Canada) PEMCC (Peru)	AEMCC (UAE) ALMCC (Algeria) NIMCC (Nigeria) QAMCC (Qatar) SAMCC (Saudi Arabia) TGMCC (Togo)	CYMCC (Cyprus) GRMCC (Greece) ITMCC (Italy) NMCC (Norway) TRMCC (Turkey) UKMCC (UK)	INMCC (India) PAMCC (Pakistan)	CNMCC (China) KOMCC (Korea (Rep. of)) HKMCC (Hong Kong – China) TAMCC (ITDC) VNMCC (Viet Nam)	ASMCC (South Africa) IDMCC (Indonesia) MYMCC (Malaysia) SIMCC (Singapore) THMCC (Thailand)

Slika 10: Podjela kontrolnih centara misija [5]

4.4. SAR SLUŽBE

SAR službe su operativne organizacije odgovorne za provođenje SAR operacija. One obuhvaćaju obalnu stražu, vojne snage, civilne SAR službe, policijske jedinice te ostale hitne službe koje su opremljene i obučene za izvođenje potraga i spašavanja na moru, kopnu i u zraku.

Nakon primitka informacija od nadležnog MCC-a, RCC-a ili SPOC-a, SAR službe odgovorne su za mobilizaciju i provođenje operacija spašavanja. U navedene odgovornosti spada slanje zrakoplova, brodova ili kopnenih jedinica na mjesto nesreće kako bi se pronašle i evakuirale osobe u nuždi. Ove službe koriste opremu najnovije tehnologije kao što su specijalizirani helikopteri, avioni, plovila, bespilotne letjelice, ronilačka oprema te ostala specijalizirana oprema za navedene potrebe. Kao i kod do sada navedenih službi i ovaj je potreban kvalitetan komunikacijski sustav kako bi operacije bile čim učinkovitije. SAR služba za vrijeme provođenja operacija redovito komunicira s nadležnim MCC-ovima i RCC-ovima koji pružaju korisne i pravovremene informacije ključne za suradnju među službama.

Redovito provođenje vježbi i treninga ključno je za ovaj segment kako bi svaki odgovor na kriznu situaciju bio brz i efikasan. Nužno je pridržavati se operativnih planova i procedura koji su usklađeni sa međunarodnim standardima kako bi svaki SAR tim, neovisno iz kojeg dijela svijeta dolazi, uspješno surađivao.

4.5. KRAJNJI KORISNICI

Ovaj skup uključuje širok raspon subjekata koji se oslanjaju na SAR usluge u slučaju nužde. To su:

- **Vlasnici plovila ili zrakoplova** (koriste EPIRB ili ELT uređaje u slučaju nužde)
- **Planinari i avanturisti** (koriste PLB uređaje kako bi se osigurali tijekom aktivnosti u udaljenim ili opasnim područjima)
- **Vladine i nevladine organizacije** (koriste sustav za specijalizirane operacije spašavanja ili pružanje humanitarne pomoći).

Kada se korisnici nađu u situaciji opasnoj po život, aktiviraju svoje radiofarove koji emitiraju signal. Signal se ranije opisanim načinom prenosi kroz COSPAS-SARSAT sustav do nadležne SAR službe. Korisnici su odgovorni za pravilno održavanje svojih uređaja, imajući u vidu da su oni ispravno registrirani, testirani i potpuno funkcionalni. Registracija radiofarova ključna je za učinkovitost sustava. Svaki radiofar mora biti registriran kod odgovarajućeg nacionalnog tijela, a podatci o korisniku moraju biti točni i ažurirani. Registracija radiofara omogućava brzu identifikaciju njegovoga vlasnika te pomaže SAR službama da dobiju dodatne informacije o potencijalnoj hitnoj situaciji. Krajnji korisnik nabavlja radiofar o svome trošku, nakon čega nema drugih troškova. U slučaju opasnosti sve što ostaje osobi za učiniti je aktivirati uređaj, a usluga spašavanja je u većini zemalja besplatna.

Kopnena infrastruktura COSPAS-SARSAT sustava sačinjena je od složene mreže segmenata koji zajedno rade kako bi osigurali brzu detekciju i pružili pravovremeni odgovor na hitnu situaciju. Kroz međunarodnu suradnju i upotrebu napredne tehnologije sustav osigurava da su svi pozivi pogibelji detektirani i da je svim osobama pružena adekvatna pomoć [2].

5. RAZVOJ RADIOFAROVA

Ovo poglavlje dati će pregled svih radiofarova kompatibilnih sa COSPAS-SARSAT-om i opisati njihovu svrhu i način rada.

5.1. EPIRB

EPIRB uređaji namijenjeni su za korištenje u pomorstvu. Razvijeni su kako bi omogućili brzu detekciju i lociranje plovila u opasnosti.

5.1.1. Općenito o EPIRB uređaju

Ovi uređaji danas su neizostavni dio sigurnosne opreme na svim putničkim brodovima, brodovima u međunarodnoj plovidbi te teretnim brodovima većim od 300 BT. Njihov razvoj unutar COSPAS-SARSAT sustava reflektira napredak tehnologije, povećanu globalnu sigurnost te sveobuhvatnu međunarodnu suradnju u svrhu spašavanja života na moru.

COSPAS-SARSAT nije jedina agencija koja je koristila EPIRB uređaje za pružanje usluga ove vrste. Kroz povijest predstavljeni su sljedeći uređaji:

- **COSPAS-SARSAT EPIRB** – najrasprostranjeniji, kompatibilan sa satelitskim i kopnenim segmentima navedenog sustava, radi na frekvenciji 406 MHz (neki i dalje koriste 121.5 MHz frekvenciju za detekciju putem VHF-a).
- **INMARSAT-E EPIRB** – poznat kao i L-band EPIRB, radi na frekvenciji 1.6 GHz pomoću geostacionarnih satelita.
- **VHF CH70 EPIRB** – radi preko 156.5 MHz frekvencije (VHF – engl. Very High Frequency dio spektra) i smije se koristiti jedino na brodovima koji plove A1 područjem.
- **VDR EPIRB** – klasični EPIRB uređaj s memorijskom karticom koja bilježi podatke i integrirana je s glavnim brodskim VDR (engl. Voyage Data Recorder) uređajem. Bilježe se navigacijski podatci, prate se brodski senzori i instrumenti za upravljanje te se snima razgovor na navigacijskom mostu [10,13]

U nastavku uglavnom će se opisivati uređaj koji radi unutar COSPAS-SARSAT sustava.

COSPAS-SARSAT EPIRB može sadržavati dva radio-odašiljača, od kojih je jedan snage 5 W, a drugi 0.25 W. Odašiljač snage 5W odašilje signale na 406 MHz u trajanju 0.5 sekundi, svakih 50 sekundi prema geostacionarnim satelitima. Odašiljač snage 0.25 W nije prisutan u svakom uređaju, a on odašilje signale u VHF području za lokalnu detekciju. Digitalizacija 406 MHz signala omogućila je prijenos većeg broja podataka, a to je uvelike unaprijedilo cijeli sustav. Prenosi se identifikacijska oznaka uređaja (što omogućuje identifikaciju korisnika), vrijeme, datum, vrsta hitne situacije te pozicija (ako sustav dopušta). UIN (engl. Unique Identifier Number – identifikacijski broj, također poznat pod nazivom Hex ID) programira se tvornički za svaki uređaj te se preko njega vrši registracija korisnika u nacionalnoj bazi. Ovi uređaji registriraju se na određeno plovilo. Ovisno o vrsti uređaja, EPIRB uređaji mogu i ne moraju imati ugrađen GNSS prijemnik. U slučaju da ga posjeduju (takvi su poznati i pod nazivom GPIRB) oni imaju sposobnost sami pridobiti svoju poziciju i odaslati je unutar poziva. S pruženom pozicijom putem ove metode, opseg traganja može se smanjiti i na 100 m.

Ovisno o načinu aktivacije EPIRB uređaji dijele se u tri kategorije:

- **Kategorija I** – ovi uređaji se automatski ispuštaju iz njihovih držača pomoću hidrostatske kuke koja se aktivira na 1.5m do 4m dubine nakon čega se automatski aktiviraju
- **Kategorija II** – ovi uređaji moraju biti ručno uklonjeni iz njihovih držača i aktiviraju se pritiskom na gumb ili u doticaju s vodom
- **Kategorija III** – ovi uređaji moraju biti manualno aktivirani, ne aktiviraju se u dodiru s vodom.

Uređaji koji se automatski aktiviraju u doticaju s vodom mogu prouzročiti lažne uzbune. Ovaj problem većinom je otklonjen postavljanjem da uređaj ne reagira na vodu dok je u svom držaču. Svaki uređaj dizajniran je da pluta na vodi.

EPIRB uređaj napaja se iz ugrađene 12 V baterije koja ima sposobnost odašiljati signal 48 sati. Ovisno o stanju, baterija se mora mijenjati svakih 2 do 5 godina. Uređaj je potrebno testirati jednom mjesečno pomoću posebno namijenjene testne opcije i nikako se ne smije

aktivirati za potrebe testiranja. Osim mjesečnog testiranja, uređaj je potrebno održavati čistim i urednim te paziti na datum isticanja njegovih komponenti.

Jedna od novijih značajki ovih uređaja je usluga RLS (engl. Return Link Service) koja radi uz pomoć Galileo satelita. Nakon što je poziv u pomoć proslijeđen SAR službama, satelit šalje povratni signal EPIRB uređaju što aktivira plavo bljeskajuće svjetlo. Ova opcija služi isključivo kao psihička metoda koja daje nadu i povećava šanse za preživljavanjem unesrećenih osoba [7]. Također, jedan od noviteta je ugradnja AIS (engl. Automatic Identification System) odašiljača na EPIRB uređaje. Od 2022. godine svaki uređaj je obvezan posjedovati ovu komponentu koja omogućuje detekciju putem AIS uređaja od strane obližnjih brodova.

Međunarodna pomorska organizacija (IMO) postavila je standarde koji reguliraju upotrebu EPIRB uređaja. Standardi obuhvaćaju tehničke specifikacije, zahtjeve za registraciju te postupke testiranja [10,11].

Najnovija IMO rezolucija MSC.471(101) donesena je 2019. godine, a stupila je na snagu 1. srpnja 2022. Ona propisuje da svaki EPIRB mora odašiljati podatke o poziciji dobivene putem GNSS prijemnika. Dalje propisuje kako na uređaju mora postojati indikator koji pokazuje je li kvaliteta primljenog GNSS signala zadovoljavajuća ili ne te da uređaj mora posjedovati AIS odašiljač za lokalnu detekciju. Nakon aktivacije uređaja, GNSS podatci o poziciji moraju se osvježivati maksimalno svakih 5 minuta [14].

5.1.2. Razvoj EPIRB uređaja

Razvoj uređaja započeo je 70-ih godina prošloga stoljeća kao odgovor na potrebu za pouzdanim sustavom za lociranje brodova u opasnosti. Prije EPIRB-ova, spašavanje na moru oslanjalo se na vizualne signale i radijske pozive u pomoć, a veliki faktor bila je i sreća zbog otežanih uvjeta na moru.

Uređaji za lociranje u nuždi bili su već poznati svijetu kada se počeo razvijati satelitski sustav za istu namjenu. Prvi uređaji radili su na frekvenciji 121.5 MHz i kao takvi bili su kompatibilni isključivo sa LEOSAR sustavom zbog jačine njihova signala te zbog načina njihovog lociranja (Dopplerov efekt). Sredinom 70-ih godina prošlog stoljeća unutar IMO-

a započeli su pregovori za kreiranje Globalnog pomorskog sustava za uzbunjivanje i sigurnost (tada FGMDSS – engl. Future Global Maritime Distress and Safety System, danas GMDSS). Velika većina sudionika bila je više naklona korištenju geostacionarnih satelita za potrebe novoga komunikacijskoga sustava iz razloga što je samo mali broj takvih satelita dovoljan za postizanje potpune globalne pokrivenosti. Potaknute tom činjenicom, mnoge nacionalne pomorske organizacije u svojoj zemlji potiču razvoj EPIRB uređaja koji bi bili kompatibilni sa GEO satelitima. Inmarsat-ovi L-band EPIRB uređaji koji su radili na frekvenciji 1.6 GHz i pružali mogućnost gotovo pa instantne detekcije bili su popularniji izbor od onih COSPAS-SARSAT-ovih koji su radili uz pomoć LEO satelita. Najveći uzrok tome bilo je dugačko vrijeme čekanja dok LEO satelit ne detektira signal. Mana L-band uređaja bila je ta što su zahtijevali ugradnju posebnog prijemnika koji bi pružao informacije o lokaciji. Prve verzije takvih uređaja imale su ugrađenu tipkovnicu za unos pozicije, no to se pokazalo krajnje nepraktičnim (Slika 11). U to vrijeme jedini funkcionalni globalni navigacijski sustav koji bi mogao pružati informacije o poziciji bio je GPS, a ugradnja takvoga prijemnika bila je preskupa. Predstavljanjem novog 406 MHz EPIRB uređaja koji je bio praktičnijeg i jednostavnijeg dizajna (L-band EPIRB u to vrijeme bio je veličine plutače i težio je 30 kg) te s poboljšanim svojstvima, COSPAS-SARSAT preuzima vodstvo u utrci za međunarodno priznanje. Još jedna prednost ovog sustava bila je što je mogao pratiti kretanje unesrećenih osoba, što je bilo od velike važnosti kada se uzme u obzir da ljudi i objekti ne mogu biti stacionarni u moru. Svaki od ovih dva sustava nosio je svoje prednosti, a kao idealno rješenje nametala se opcija integracije dvaju sustava. COSPAS-SARSAT 1984. godine započeo je s testiranjem 406 MHz repetitora na GEO satelitima i pokazalo se da su oni sposobni reflektirati 406 MHz signale prema Zemlji. Njihova ugradnja pokazala se mnogo jednostavnijom od ugradnje L-band repetitora zbog manje veličine i boljeg dizajna. Nakon skupljanja dovoljnog broja GEO satelita za globalnu pokrivenost i nakon uspješne testne faze, 1998. COSPAS-SARSAT uvodi GEOSAR sustav kao dopunu dotadašnjem LEOSAR-u i tako uvelike unaprjeđuje performanse svojih usluga. Njegovi 406 MHz EPIRB uređaji postaju mnogo efikasniji, s obzirom da se vrijeme detekcije smanjilo, a točnost dobivene pozicije povećala te se počinju masovno prodavati i upotrebljavati diljem svijeta. Konačno, 2006. godine Inmarsat ukida svoje EPIRB uređaje i usluge zbog financijske neodrživosti i tako COSPAS-SARSAT-ovi EPIRB-ovi stiču monopol na tržištu [2].

Važnost EPIRB uređaja dokazuju SOLAS-ove regulative IV/7.1.6 i IV 14.1 koje su donesene još 1988. godine, a one propisuju obvezno posjedovanje tih uređaja na brodovima. IMO je 1993. godine izdao rezoluciju A.763(18) kojom su propisani standardi izvedbe 406 MHz EPIRB uređaja. Rezolucija je stupila na snagu 4. studenog 1994. godine i njome je propisano kako svaki uređaj mora imati:

- Sposobnost odašiljanja signala LEO satelitima
- Mogućnost automatske aktivacije i plutati na vodi
- Sustav koji štiti od nenamjerne aktivacije
- Sposobnost ostati aktivan na 10 m dubine minimalno 5 minuta
- Mogućnost ručne aktivacije i deaktivacije
- Indikator koji potvrđuje da se signal odašilje
- Dovoljno jaku konstrukciju da izdrži pad u more sa 20 m visine
- Mogućnost testiranja bez da se odašilje stvarni signal
- Reflektirajući materijal i biti obojen u žarke boje
- ... [15]

Kako je tehnologija napredovala, a s njome i pomorski promet, iz godine u godinu donošene su nove regulative koje su pratile trendove razvoja tehnologije i povećavale razinu sigurnosti na moru. Dizajn EPIRB uređaja konstantno se poboljšava prateći novu tehnologiju i moderne izazove (Slika 12).



Slika 11: Prototip L-band EPIRB-a sa tipkovnicom [2]



Slika 12: Suvremeni 406 MHz EPIRB [10]

5.2. ELT

ELT uređaji namijenjeni su za upotrebu u zrakoplovstvu gdje pomažu u lociranju srušenih letjelica. Razvoj ovih uređaja za civilnu upotrebu započeo je 60-ih godina prošloga stoljeća. U početku su radili na analognim 121.5 MHz i 243 MHz frekvencijama i, prije razvoja satelitskog sustava, moglo ih se detektirati jedino iz zrakoplova koji bi ušli unutar njihovoga dometa. Kao i ostale spomenute uređaje koji su radili na 121.5 MHz, ELT-ove su pratili problemi vezani uz njihovu radnu frekvenciju. Ovi uređaji imali su opciju aktivacije prilikom jakog udara, što je dodatno povećalo broj lažnih uzbuna nestručnim rukovanjem. Uvođenje 406 MHz radne frekvencije i integracija s globalnim navigacijskim sustavima uzrokovali su veliki napredak ELT uređaja. Kao i kod EPIRB uređaja, ELT uređajima vraćen je VHF odašiljač koji služi za lokalnu detekciju.

Razvoj ELT uređaja pratio je razvoj svih komponenti COSPAS-SARSAT sustava kako bi se održala kompatibilnost svih segmenata. Daljnji razvoj ELT tehnologije fokusira se na povećanje pouzdanosti, točnosti i globalne pokrivenosti. U vidu je uvođenje mogućnosti dvosmjerne komunikacije putem uređaja i razvoj sustava koji bi mogao detektirati opasnu situaciju prije nego se zrakoplov sruši na tlo [9]. Moderna verzija ELT uređaja prikazana je na Slici 13.



Slika 13: Suvremeni ELT uređaj [7]

5.3. PLB

PLB uređaji namijenjeni su za osobnu uporabu i dostupni su svima. Predviđeni su za korištenje u udaljenim ili opasnim područjima, kada se osobe nađu u životnoj opasnosti. Uređaj se u slučaju opasnosti ručno aktivira i odašilje signal satelitu. Jednostavnog je dizajna kako bi rukovanje u stresnim situacijama bilo olakšano. Najčešći korisnici ovih uređaja su planinari, skijaši, biciklisti, lovci i ostali avanturisti.

U početku su se u ove svrhe koristili EPIRB ili ELT uređaji, a kasnije je uveden PLB kako bi se specificiralo i obuhvatilo sve vrste opasnih situacija. Razvojem tehnologije i ovi uređaji postali su dostupni s ugrađenim GNSS prijemnikom čime se postiglo još veće povjerenje od strane kupaca. Moderni PLB-ovi emitiraju signale na više frekvencija omogućujući istovremeno satelitsku i lokalnu detekciju. Nakon aktivacije uređaj odašilje signal i do 48 sati, što ostavlja dovoljno vremena za pronalaženje i spašavanje pojedinaca. Robusnog su dizajna kako bi izdržali sve ekstremne uvjete u kojima se ljudi mogu pronaći.

Razvoj PLB uređaja nastavlja se s ciljem daljnjeg poboljšanja sigurnosti. Radi se na čim manjem i jednostavnijem dizajnu koji odgovara svim korisnicima (Slika 14). Kao i kod ELT-ova, radi se na uvođenju dvosmjerne komunikacije, što bi omogućilo razmjenu informacija između unesrećenih osoba i SAR timova. U vidu je i razvoj sustava za automatsku aktivaciju uređaja koji bi znao prepoznati kada je osoba u situaciji opasnoj po život [9].



Slika 14: Razne verzije PLB uređaja [9]

6. ZAKLJUČAK

Gledajući unatrag na povijest razvoja COSPAS-SARSAT sustava, zamjećuje se njegova posebnost. Osmišljen 70-ih godina prošloga stoljeća suradnjom istoka i zapada, neprestano se razvijao i rastao unatoč Hladnom ratu i svim nedaćama na svom putu. Započevši samo kao eksperimentalni sustav, danas je poznat kao globalni sustav sa preko 40 zemalja članica. Ovaj uspjeh rezultat je truda i vizije male grupe svemirskih fanatika koji su vjerovali da je međunarodna suradnja ključ uspjeha. Ne smije se zaboraviti vrhunske industrijske stručnjake i organizacije koje su ušle u nepoznate vode i svojim idejama i rješenjima pridonijele razvitku. Najbolji svjedok njihovog uspjeha je sustav kakav imamo danas; čvrst, stabilan i sa svijetlim pogledom u budućnost.

COSPAS-SARSAT sustav živi je dokaz kako se ustrajnost isplati i kako je međunarodna suradnja potrebna za postizanje velikih uspjeha. Ovaj sustav nema prevelike financijske koristi, već je njegov rad motiviran iz najosnovnijeg ljudskog čina – pomoći drugima. Iako su već spašene tisuće i tisuće života, sustav nastavlja dalje s radom uz tendenciju širenja svojih aktivnosti.

Ovaj sustav igra ključnu ulogu u pomorskoj industriji čemu svjedoči ogroman broj i obveza korištenja njegovih uređaja na brodovima. Njegova sposobnost da brzo i precizno detektira i locira plovila u nevolji čini ga nezamjenjivim dijelom globalne pomorske sigurnosti. Kroz stalne inovacije i međunarodnu suradnju, COSPAS-SARSAT će nastaviti pružati sigurnost na moru, omogućujući pomorskoj industriji da nastavi rasti i razvijati se u čim sigurnijem okruženju.

LITERATURA

- [1] Statistics and facts about the COSPAS-SARSAT, <https://gmdsstesters.com/radio-survey/epirb/a-system-that-saves-lives-statistics-facts-about-the-cospas-sarsat-and-406-mhz-distress-beacons.html>
- [2] Levesque, D., The history and experience of the International COSPAS-SARSAT programme, https://cospas-sarsat.int/images/content/articles/Cospas-Sarsat-Report_ReducedSize_Jan-2019.pdf
- [3] NOAA, History of the Sarsat program, <https://www.sarsat.noaa.gov/history-of-the-sarsat-program/>
- [4] NOAA, Sarsat ground stations, <https://www.sarsat.noaa.gov/ground-stations/>
- [5] NOAA, Sarsat mission control center, <https://www.sarsat.noaa.gov/mission-control-center/>
- [6] Bertioia, C., Cospas-Sarsat system overview, <https://www.icao.int/WACAF/Documents/Meetings/2021/SADT/AI03%20-%20Cospas-Sarsat%20System%20Overview%20part%201.pdf>
- [7] NOAA, Cospas-Sarsat system overview, <https://www.sarsat.noaa.gov/cospas-sarsat-system-overview/>
- [8] Fitzmaurice, M., Cospas-Sarsat space segment, <https://www.sarsat.noaa.gov/wp-content/uploads/2009-USA-Space-Segment.pdf>
- [9] NOAA, 406 MHz emergency distress beacons, <https://www.sarsat.noaa.gov/emergency-406-beacons/>
- [10] MarineInsight, What is an EPIRB, <https://www.marineinsight.com/marine-safety/what-is-epirb-emergency-position-indicating-radio-beacon/>
- [11] Valčić, S., Cospas-Sarsat EPIRB, prezentacija s predavanja
- [12] NASA, Commercial Space FAQ, <https://www.nasa.gov/humans-in-space/leo-economy-frequently-asked-questions/>
- [13] Maritime Journal, VDR EPIRB, <https://www.maritimejournal.com/accessories-and-equipment/vdr-epirb/914631.article>

[14] American Bureau of Shipping, IMO revised performance standards for EPIRB-s,
<https://ww2.eagle.org/content/dam/eagle/regulatory-news/2022/Regulatory%20News%20-%20IMO%20Revised%20Performance%20Standards%20for%20EPIRBs%20and%20VDRs.pdf>

[15] IMO, Resolution A.763(18),
[https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/AssemblyDocuments/A.763\(18\).pdf](https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/AssemblyDocuments/A.763(18).pdf)

POPIS SLIKA

Slika 1: Pokrivenost Pacifika detektorima iz zrakoplova	4
Slika 2: Ilustracija Tsikada satelita	6
Slika 3: Mjesto nesreće prvog zrakoplova lociranog uz pomoć satelita	8
Slika 4: Spašavanje posade s trimarana „Gonzo“	8
Slika 5: Područje detekcije LEOSAR sustava	13
Slika 6: Područja pokrivenosti svakog GEO satelita i GEOLUT stanice do 2003. g.	16
Slika 7: Princip rada MEOSAR sustava	18
Slika 8: Parabolična antena	21
Slika 9: Uvećani prikaz površine ploče antenskog faznog niza	21
Slika 10: Podjela kontrolnih centara misija	23
Slika 11: Prototip L-band EPIRB-a sa tipkovnicom	30
Slika 12: Suvremeni 406 MHz EPIRB	31
Slika 13: Suvremeni ELT uređaj	32
Slika 14: Razne verzije PLB uređaja	33