

Korištenje satelitskog sustava IRIDIUM u GMDSS sustavu

Danilović, Lovro

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:187:013937>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-10-19**



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**

LOVRO DANILOVIĆ

**KORIŠTENJE SATELITSKOG SUSTAVA IRIDIUM U
GMDSS SUSTAVU
ZAVRŠNI RAD**

Rijeka, 2024.

**SVEUČILIŠTE U RIJECI
POMORSKI FAKULTET**

**KORIŠTENJE SATELITSKOG SUSTAVA IRIDIUM U
GMDSS SUSTAVU
USAGE OF SATELLITE SYSTEM IRIDIUM IN GMDSS**

**ZAVRŠNI RAD
BACHELOR THESIS**

Kolegij: Pomorske komunikacije

Mentor: doc. dr. sc. Zoran Mrak

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

Student: Lovro Danilović

Studijski smjer: Nautika i tehnologija pomorskog prometa

JMBAG: 0112085904

Rijeka, rujan 2024.

Student: Lovro Danilović

Studijski program: Nautika i tehnologija pomorskog prometa

JMBAG: 0112085904

IZJAVA O SAMOSTALNOJ IZRADI ZAVRŠNOG RADA

Kojom izjavljujem da sam završni rad s naslovom

Korištenje satelitskog sustava IRIDIUM u GMDSS sustavu

izradio samostalno pod mentorstvom

doc. dr. sc. Zoran Mrak

te komentorstvom izv. Prof. dr. sc. Sanjin Valčić

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.

Student



(potpis)

Ime i prezime studenta

Lovro Danilović

Student: Lovro Danilović
Studijski program: Nautika i tehnologija pomorskog prometa
JMBAG: 0112085904

IZJAVA STUDENTA – AUTORA
O JAVNOJ OBJAVI OBRANJENOG ZAVRŠNOG RADA

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

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

Student – autor

Handwritten signature of Lovro Danilović in blue ink on a light-colored background.

(potpis)

SAŽETAK

Nakon temeljitog ispitivanja, Međunarodna pomorska organizacija (engl. International Maritime Organization - IMO), odobrila je satelitski sustav IRIDIUM za pružanje komunikacijskih usluga unutar Svjetskog sustava za uzbunjivanje u pomorstvu (engl. Global Maritime Distress and Safety System - GMDSS). Ovim završnim radom analiziran je povijesni razvoj satelita i orbite koje se koriste u satelitskim komunikacijama, razvoj kompanije i struktura satelitskog sustava IRIDIUM te zahtjevi GMDSS-a prema SOLAS brodovima uz osvrt na jedini odobreni korisnički terminal kompanije IRIDIUM.

Ključne riječi GMDSS, IMO, IRIDIUM, satelitske komunikacije.

SUMMARY

After a thorough examination, the International Maritime Organization (IMO) approved the IRIDIUM satellite system to provide communication services within the Global Maritime Distress and Safety System (GMDSS). This assignment analyzes the historical development of satellites and orbits used in satellite communications, the development of the company and the structure of the IRIDIUM satellite system, and the GMDSS requirements for SOLAS ships with reference to the only approved user terminal of the IRIDIUM company.

Keywords: GMDSS, IMO, IRIDIUM, satellite communication.

SADRŽAJ

SAŽETAK	I
SUMMARY	I
1. UVOD	1
2. POVIJESNI RAZVOJ SATELITSKE KOMUNIKACIJE U POMORSTVU	2
2.1 TEHNOLOŠKI RAZVOJ SATELITA KROZ POVIJEST	3
2.2 ORBITE KORIŠTENE U SATELITSKIM KOMUNIKACIJAMA.....	6
2.2.1 LEO – Niska Zemljina orbita.....	7
2.2.2 MEO – Srednja Zemljina orbita	8
2.2.3 GEO/GSO – Geostacionarna/Geosinkrona orbita.....	8
2.3 PROBLEMI I PRIRODNI FENOMENI KOJI OMETAJU KOMUNIKACIJU PUTEM SATELITA	9
3. SATELITSKI SUSTAV IRIDIUM	10
3.1 SVEMIRSKA KOMPONENTA.....	13
3.2 ZEMALJSKA KOMPONENTA	15
3.3 KORISNIČKI TERMINALI.....	17
3.4 USLUGE SATELITSKOG SUSTAVA IRIDIUM	20
4. IRIDIUM GMDSS	21
4.1 GMDSS OPĆENITO	21
4.1.1 Funkcionalni zahtjevi GMDSS-a za SOLAS brodove.....	23
4.1.2 Zahtjevi za održavanje.....	25
4.2 IRIDIUM LT-3100S GMDSS KORISNIČKI TERMINAL.....	27
4.2.1 Upravljačka jedinica	28
4.2.2 Slušalica (LT-3120S)	30
4.2.3 Antena (LT-3130S).....	31
4.2.4 Jedinica sučelja (LT-3140S).....	32
4.2.5 Alarm panel (LT-3150S).....	33
4.3 KORIŠTENJE TERMINALA	36

4.3.1 GMDSS poruke/pozivi	38
4.3.1.1 Odašiljanje alarma pogibelji i poziva pogibelji.....	38
4.3.1.2 Poništavanje poziva pogibelji.....	40
4.3.1.3 Prosljeđivanje poziva pogibelji	41
4.3.1.4 Pomorske sigurnosne informacije – MSI	44
4.3.1.5 Sigurnosno pozivanje i slanje poruka.....	47
4.3.2 Usluge van GMDSS sustava	51
4.3.2.1 Generalni pozivi	51
4.3.2.2 Generalno slanje poruka (SMS i e-mail).....	52
4.3.2.3 Razmjena podataka.....	53
5. ZAKLJUČAK.....	54
LITERATURA	55
POPIS SLIKA.....	57
POPIS TABLICA.....	59

1. UVOD

U današnjem svijetu pomorstva komunikacija je vrlo bitan faktor. Neovisno radi li se o komunikaciji između dva broda, broda i kompanije, komunikaciji u nekom hitnom slučaju ili je riječ o slanju podataka, vrlo važnu ulogu u tome imaju satelitski komunikacijski sustavi. Iako je povijest satelitskih komunikacijskih sustava relativno kratka, prikazuje koliko su se brzo i u kojoj veličini ti sustavi razvili. Dugi niz godina u pomorstvu monopol na satelitskom komunikacijskom sustavu držao je INMARSAT koji je jedini udovoljavao propisima GMDSS-a. Međutim, 2018. godine nakon temeljite procjene, Odbor za Pomorsku Sigurnost (engl. Maritime Safety Committee-MSA) IMO-a odobrio je satelitski sustav IRIDIUM za pružatelja GMDSS usluga. Nakon dobivenog odobrenja sljedeći zadatak koji je kompanija morala izvršiti bio je uspostavljanje infrastrukture koja bi podržala i filtrirala komercijalne poruke od poruka pogibelji.

Svrha ovog završnog rada je prikazati satelitski sustav IRIDIUM i njegovo korištenje unutar GMDSS sustava, uz osvrt na povijesni razvoj satelita, komponente koje sačinjavaju satelitski sustav IRIDIUM te zahtjeve vezane za opremu kojima brodovi moraju udovoljavati. U nastavku je pobliže opisano što je analizirano kojim poglavljem.

U drugom poglavlju analiziran je povijesni razvoj satelitske komunikacije u pomorstvu, od prve ideje o samom načinu na koji bi sustav funkcionirao, tehnološkom razvoju samih satelita, orbite koje se koriste i koje su najzastupljenije kompanije koje pružaju usluge putem satelita te problemi i prirodni fenomeni koji mogu utjecati na signal koji putuje sa satelita kao i njihov utjecaj na opremu.

Trećim poglavljem analiziran je satelitski sustav IRIDIUM. Prikazan je povijesni pregled razvoja kompanije, usluge koje pruža, opis svemirskog i zemaljskog segmenta te korisničkih terminala.

U četvrtom poglavlju analizirana je tema IRIDIUM GMDSS, s osvrtom na tehničke zahtjeve GMDSS sustava prema SOLAS brodovima, podjeli navigacijskih područja, načinu održavanja komunikacijske opreme i vrsti uređaja kojim brod mora biti opremljen kada plovi u određenim navigacijskim područjima. Osim tehničkih zahtjeva, ovim poglavljem analiziran je i jedini terminal kompanije IRIDIUM odobren za korištenje unutar GMDSS sustava. Peto poglavlje predstavlja zaključak završnog rada.

2. POVIJESNI RAZVOJ SATELITSKE KOMUNIKACIJE U POMORSTVU

Krajem 19. stoljeća, talijanski inženjer Guglielmo Marconi je svojim izumom radio uređaja napravio korak prema modernom načinu razmjene informacija. Pravi potencijal upotrebe takvog uređaja bio je vidljiv nakon pomorske nesreće u blizini obalne stanice "South Foreland", južna obala Engleske, koja je zaprimila poziv pogibelji s jednog od brodova. Ubrzo nakon toga, važnost komunikacija na daljinu je pokazala koliki učinak može imati u spašavanju ljudskih života na moru. Ograničenje opreme tog vremena bio je domet signala. U drugoj polovici 20. stoljeća IMO prepoznaje važnu ulogu satelitskih komunikacijskih sustava u operacijama traganja i spašavanja ljudi na moru te je na osnovi toga osnovana je Međunarodna Pomorska Satelitska Organizacija (engl. International Maritime Satellite Organisation - INMARSAT). Nakon rekonstruiranja INMARSAT je postala privatna korporacija, a dodatno je proizašla Međunarodna Mobilna Satelitska Organizacija (engl. International Mobile Satellite Organization - IMSO) koja ima zadatak nadgledati odobrene satelitske sustave za komunikaciju u pomorstvu. Krajem 20. stoljeća članice IMO-a usvojile su minimalne zahtjeve GMDSS-a kao dio "SOLAS" (engl. Safety of Life at Sea) konvencije, koji je nakon implementacije 1992. godine dan danas na snazi¹.

Današnji život bio bi nezamisliv bez satelitske komunikacije u obliku u kakvom je danas prisutna, ne samo u pomorstvu već i u svakodnevici. Postavlja se pitanje kako je došlo do trenutne razvijenosti u satelitskoj komunikaciji i koji su bili njeni začeci?

Prva zamisao o komunikaciji putem satelita proizašla je iz kratke priče "The Brick Moon" autora Edwarda Everetta Halea objavljenoj u časopisu "The Atlantic Monthly" 1869. godine. U toj priči slikovito je prikazano kako se uz pomoć satelita, izgrađenog od cigli koji je lansiran u Zemljinu orbitu, pomorcima mogu slati poruke u obliku Morseove abecede skakanjem po površini satelita².

¹ Izvor: IMO, *Introduction/History*, <https://www.imo.org/en/OurWork/Safety/Pages/Introduction-history.aspx> (13.06.2024.)

² Izvor: Labrador V., *Encyclopaedia Britannica: Development of satellite communication*, 10.6.2024., <https://www.britannica.com/technology/satellite-communication/Development-of-satellite-communication> (10.04.2024.)

Prvu ozbiljniju ideju o uporabi satelita u komunikacijama i o njihovom pozicioniranju u Zemljinu orbitu razvio je Herman Potočnik, Austro-Ugarski časnik rođen u Puli, inženjer i stručnjak za raketnu tehniku. U svom djelu, objavljenom krajem 1928. godine, " Das Problem der Befahrung des Weltraums – Der Raketen Motor" napisao je teoretski opis izgradnje i održavanja svemirskih nastambi. Osim ideje o svemirskim nastambama razvio je i ideju o geostacionarnoj orbiti, koja se i danas koristi u pomorskim komunikacijama³.

Godine 1945. Arthur Charles Clarke u časopisu "Wireless World" objavljuje članak u kojem opisuje kako bi se pomoću geostacionarne orbite mogla postići globalna pokrivenost Zemlje uz pomoć tri satelita².

2.1 TEHNOLOŠKI RAZVOJ SATELITA KROZ POVIJEST

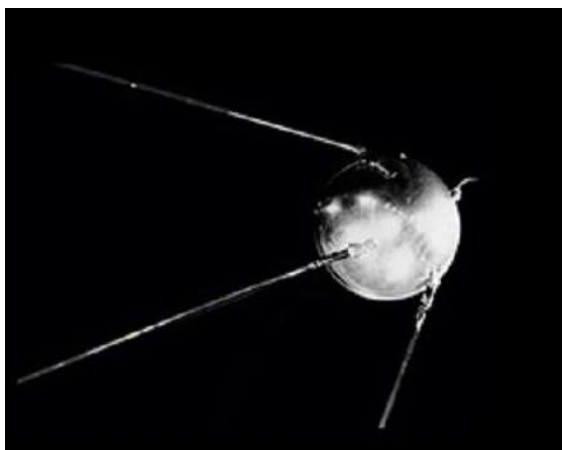
Završetkom drugog svjetskog rata i kao posljedica hladnog rata započelo je neslužbeno nadmetanje između Sjedinjenih Američkih država i Sovjetskog saveza, a naziv tog nadmetanja bio je " Svemirska utrka". To je bila utrka u kojoj su te dvije države pokušale dokazati koja će prije istražiti svemir putem umjetnih satelita, a kao vrhunac nadmetanja tko će prvi poslati čovjeka na Zemljin jedini prirodni satelit – Mjesec. Iako je to bilo nadmetanje između dvije vojne velesile. Rezultat nadmetanja je razvitak komunikacija putem satelita koja se koristi i u pomorstvu.

³ Izvor: Tominac M., EYE HR: *Hrvatski inženjeri, Herman Potočnik*, 10.6.2019, <https://eyecro.wordpress.com/2019/06/10/hrvatski-inzenjeri-herman-potocnik/> (18.04.2024.)

U nastavku je kronološkim redoslijedom prikazan tehnološki razvoj satelita do osnivanja INMARSAT organizacije.

Godina - 1957., Sputnik 1

Prvi uspješno lansirani satelit bio je od Sovjetskog Saveza imena "Sputnik 1" (slika 1.). Promjera 58 cm, izgledom je podsjećao na pauka. Izrađen je u obliku aluminijske kugle, opremljen s četiri antene duljine 2.4 do 2.9 m, a nakon lansiranja postavljen je u nisku zemljinu orbitu – 947 km. Njegova uloga je bila prikupljati podatke o gustoći atmosfere i propagaciji radio signala u ionosferi. Nakon tri tjedna odašiljanja prikupljenih podataka dolazi do kvara na sustavu napajanja te satelit postaje neaktivan. Orbita ugašenog satelita pratila se 92 dana do njegovog raspadanja. U tom razdoblju satelit je napravio 1400 revolucija oko Zemlje, što bi iznosilo 70 milijuna kilometara⁴.



Slika 1. Sputnik 1

*Izvor: https://www.universetoday.com/78110/sputnik-one/#google_vignette
(27.8.2024.)*

⁴ Izvor: NASA, NASA Space Science Data Coordinated Archive: *Sputnik 1*, 1957, <https://nssdc.gsfc.nasa.gov/nmc/spacecraft/display.action?id=1957-001B> (18.04.2024)

Godina - 1958., SCORE

Nakon uspješnog lansiranja Sputnik-a, Sjedinjene Američke države su kao odgovor na uspješni podhvat Sovjetskog Saveza lansirale satelit SCORE. Satelit se svojim izgledom nije pretjerano isticao, a razlog tome je bio taj što se sami satelit nalazio unutar tijela rakete kojom je lansiran u Zemljinu orbitu. U odnosu na satelit Sputnik čija je zadaća bila prikupljanje podataka, putem satelita SCORE demonstriralo se uz mogućnost direktne komunikacije i mogućnost "Store and Forward" koja je ostvarena uz pomoć zapisivača podataka koji se nalazio unutar samog satelita⁵.

Godina – 1976., MARISAT

Višegodišnje razvijanje opreme i tehnologija rezultiralo je novonastalim satelitskim sustavom za komunikaciju "MARISAT" (slika 2.). Ovaj satelitski sustav bio je prvi namjenski sustav izrađen za upotrebu u pomorstvu od strane američke mornarice. Sustav se sastojao od tri satelita koja su se nalazila iznad Atlantskog, Tihog i Indijskog oceana kako bi se postigla globalna pokrivenost. Model ovog satelita na sebi je nosio pet antena koje su radile na frekvenciji od 1.5 do 1.6 GHz, za pružanje telefonske, teleks i podatkovne komunikacije između brodova i stanica na kopnu. Uvođenjem "FLTSATCOM" serije satelita, "MARISAT-1" i "MARISAT-2" predani su kasnije organizaciji INMARSAT za potrebe civilne komunikacije⁶.



Slika 2. Marisat 1

Izvor: https://space.skyrocket.de/doc_sdat/marisat-1.htm (27.8.2024.)

⁵ Izvor: Smithsonian National Air and Space Museum, *Communication Satellite SCORE*, https://airandspace.si.edu/collection-objects/communications-satellite-score/nasm_A20030091000 (25.04.2024)

⁶ Izvor: Hayman j., *SatMagazine: A look at ... Early Maritime Satellites*, 4.2013, <http://www.satmagazine.com/story.php?number=2087509845> (10.06.2024)

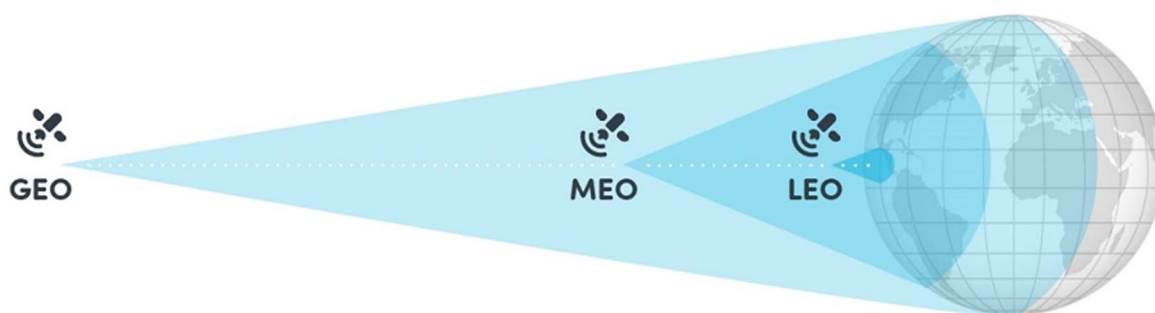
Godina – 1979.

Na prijedlog Međunarodne Pomorske Organizacije – IMO, u Londonu osnovana je prva vladina neprofitna organizacija za komunikaciju uz pomoć satelita u pomorstvu imena INMARSAT. Kako su prvu seriju satelita naslijedili od kompanije MARISAT, INMARSAT je svoje prve satelite poslao u svemir tek 1990. godine pod nazivom INMARSAT 2. Dugi niz godina satelitski sustav INMARSAT bio je jedini satelitski komunikacijski sustav koji je udovoljavao zahtjevnim propisima propisanim unutar GMDSS sustava. Nakon privatizacije 1999. godine, organizacija nastavlja privlačiti sve više korisnika te postaje globalni pružatelj usluge za satelitsku komunikaciju u pomorskoj ali i u avionskoj industriji. Danas se ovaj satelitski sustav koristi satelitima treće, četvrte i pete generacije⁶.

2.2 ORBITE KORIŠTENE U SATELITSKIM KOMUNIKACIJAMA

Jedna od važnijih stavki kod satelitskih sustava je pozicija satelita, odnosno orbita u kojoj se satelit nalazi (slika 3.). Ovisno u kojoj se orbiti satelit nalazi postoje elementi koji mogu utjecati na krajnju kvalitetu usluge.

GEOSTATIONARY EARTH ORBIT (GEO)	MEDIUM EARTH ORBIT (MEO)	LOW EARTH ORBIT (LEO)
Udaljenost od Zemlje: 35786 km	Udaljenost od Zemlje: 1200 - 35286 km	Udaljenost od Zemlje: 200 - 1200 km
Pokrivenost Zemlje: Vrlo velika	Pokrivenost Zemlje: Velika	Pokrivenost Zemlje: Mala
Kašnjenje signala: Veliko (480 - 540 ms)	Kašnjenje signala: Srednje (150 - 250 ms)	Kašnjenje signala: Malo (10 - 15 ms)



Slika 3. Prikaz udaljenosti satelita

Izvor:

https://images.ctfassets.net/wcxs9ap8i19s/6hRWcLzDeYl1W3SjCjTaDB/e237389b65e35160c2b81e675865cc21/Non-Terrestrial_satellite_Networks.jpg (27.8.2024.)

Iako postoji veći broj orbita, u pomorstvu se za usluge komunikacija koriste četiri orbite:

- LEO (engl. Low Earth Orbit) – Niska Zemljina Orbita, 200 – 1200 km iznad Zemlje
- MEO (engl. Medium Earth Orbit) – Srednja Zemljina Orbita, 1200 – 35286 km iznad Zemlje
- GSO (engl. Geosynchronous Orbit) - Geosinkrona Orbita, 35786 km iznad Zemlje
- GEO (engl. Geostationary Orbit) – Geostacionarna Orbita, 35786 km iznad Zemlje uz nultu inklinaciju (u visini Ekvatora)⁷

2.2.1 LEO – Niska Zemljina orbita

Zbog male udaljenosti od Zemljine površine, sateliti koji se koriste u ovoj orbiti mogu biti manjih dimenzija jer nema potrebe za velikom količinom predajne snage. Jednostavnija izvedba antena, jeftinije lansiranje, pokrivenost cijele Zemlje i minimalno kašnjenje signala su prednosti satelita u ovoj orbiti.

Naravno postoje i mane kao što su veći broj satelita kako bi se ostvarila pokrivenost cijele Zemlje, kratak životni vijek trajanja satelita koji je uvjetovan količinom pogonskog goriva. Zbog velike brzine kojom kruže sateliti potrebno ih je međusobno povezati kako bi informacije mogle normalno protjecati između dva terminala, te zbog velike brzine kretanja dolazi i do velikog utjecaja Dopplerovog efekta.

Većina satelita koja se nalazi u ovoj orbiti koristi se za usluge komunikacija, a neke od najzastupljenijih kompanija čiji se sateliti nalaze u ovoj orbiti su Starlink, OneWeb, IRIDIUM, GlobalStar^{7,8}.

⁷ Izvor: Mrak Z., Pomorske komunikacije: *Satelitske komunikacije*, 2023, https://moodle.srce.hr/2023-2024/pluginfile.php/8654707/mod_resource/content/1/11%20Satelitske%20komunikacije.pdf (10.06.2024)

⁸ Izvor: ESRI, SatelliteExplorer, <https://geoxc-apps.bd.esri.com/space/satellite-explorer/#norad=28187> (13.06.2024.)

2.2.2 MEO – Srednja Zemljina orbita

Sateliti u ovoj orbiti sličnih su karakteristika kao sateliti u niskoj zemljinoj orbiti. Niska predajna snaga, jednostavna izvedba antene, malo kašnjenje u signalu. Zato što se nalaze na većoj visini potreban je manji broj satelita kako bi se ostvarila pokrivenost Zemlje. Utjecaj Dopplerovog efekta kod ove vrste satelita je malo manji nego kao kod satelita u niskoj orbiti.

Uloga satelita postavljenih u ovoj orbiti je određivanje pozicije na Zemlji, a vlasnici satelita koji se koriste u ovoj orbiti su Ministarstvo obrane Sjedinjenih Američkih Država – (sustav GPS), Rusko ministarstvo obrane – (sustav GLONASS), Kinesko ministarstvo nacionalne obrane – (sustav BeiDo), Europska svemirska agencija – (sustav GALILEO)^{7,8}.

2.2.3 GEO/GSO – Geostacionarna/Geosinkrona orbita

Zbog velike udaljenosti od Zemljine površine, sateliti u ovoj orbiti imaju jako veliko područje pokrivenosti signalom što omogućuje da je sa samo tri satelita dostupna globalna pokrivenost signalom. Kako uvijek stoje na istoj poziciji, nepokretne antene ne moraju konstantno pratiti satelit, a Dopplerov pomak ima minimalan utjecaj. Nedostatci satelita u ovoj orbiti su veliko kašnjenje u signalu, zbog velike udaljenosti potrebna je velika predajna snaga te su samim tim i velikih veličina što za sobom vuče veće troškove lansiranja samog satelita. Iako pružaju veliku pokrivenost, područja na Zemlji iznad otprilike 75° Sjeverno i ispod 75° Južno od Ekvatora nisu pokrivena, a razlog tome je nepogodan kut upada signala na antenu na tim područjima. Neki od predstavnika u ovoj orbiti su INMARSAT, Société Européenne des Satellites – SES, Viasat, Eutelsat^{7,8}.

2.3 PROBLEMI I PRIRODNI FENOMENI KOJI OMETAJU KOMUNIKACIJU PUTEM SATELITA

Kod satelitske komunikacije kvaliteta signala je vrlo bitna stavka. Važno je istaknuti kako može doći do slabljenja u kvaliteti signala na putu od satelita do zemaljske stanice i obrnuto. Kako bi se bolje razumio razlog zbog kojeg dolazi do slabljenja kvalitete signala, u nastavku će biti nabrojani problemi i prirodni fenomeni koji utječu na signal ali i na sami satelit. Samim prolaskom kroz atmosferu, satelitski signal nailazi na probleme kao što su kiša, snijeg, magla koji kada signal udari u površinu kapljice vode ili kristala pahulje uzrokuje raspršivanje ili upijanje signala. Kod signala čija frekvencija iznosi 2 GHz i više kapljice vode imaju velik utjecaj, a upijanje signala se povećava na višim frekvencijama. Signali u Ka ili Ku frekvencijskom spektru su naročito osjetljivi. Padaline u blizini zemaljskih stanica koje se koriste ovim frekvencijskim spektrom mogu uzrokovati potpuni gubitak signala. Još jedan bitan faktor je elevacija antene. Kod antena s niskom elevacijom postoji veća mogućnost slabljenja signala jer signala duže vrijeme putuje kroz atmosferu. Dok antene čija je elevacija blizu njihovog zenita imaju manju mogućnost slabljenja signala jer signal putuje najkraćim mogućim putem.

Osim padalina probleme također uzrokuje i Ionosfera. Ionosfera je područje u Zemljinj atmosferi na visini od 70 do 500 km koje je ispunjeno ionima, atomima kojima je zbog radijacije sunčevih zraka "izbijen" elektron iz njihovog omotača pa postaju pozitivno nabijeni ili ako "prime" elektron postaju negativno nabijeni. Sama ionosfera ne sprječava prolazak satelitskog signala kroz nju, a razlog tome je taj što je frekvencija satelitskog signala "veća" od frekvencije titranja atoma u ionosferi pa s lakoćom prolazi kroz nju, ali samim prolaskom može doći do raspršivanja signala, ionosfere scintilacije i zakretanja faze signala – "FARADAY efekt". Osim navedenih problem također predstavljaju Van Allenovi pojasevi, Solarni vjetrovi, greške na opremi te smeće u Svemiru⁹.

⁹ Izvor: Kennewell j., McDonald A., The Bureau of Meteorology: *Satellite Communications and Space Weather*, 2024, <https://www.sws.bom.gov.au/Educational/1/3/2> (18.06.2024.)

3. SATELITSKI SUSTAV IRIDIUM

Zamisao o prvom globalnom satelitskom sustavu za komunikaciju razvili su Bery Bertiger, Ken Peterson i Ray Leopold, inženjeri kompanije MOTOROLA – iz strateškog elektroničkog odjela. Koncept IRIDIUM, zamišljen 1987. godine u Arizoni, predviđao je satelitski telefonski sustav koji bi imao komercijalnu primjenu i koji bi omogućio pokrivenost cijelog svijeta korištenjem prijenosnog uređaja – mobilnog telefona. Nakon konferencije za novinare 1990. godine, kompanija MOTOROLA šalje zahtjev Saveznoj Komisiji za Komunikacije Sjedinjenih Američkih država (engl. U. S. Federal Communications Commission - FCC) za uvođenje sustava IRIDIUM, a godinu dana nakon toga kompanija je osnovala IRIDIUM Inc. odvojenu od MOTOROLA SatCom kompanije kako bi se mogli bolje posvetiti razvoju i uspostavljanju satelitske mreže.

U začetku, konstelacija satelitskog sustava IRIDIUM trebala se sastojati od 77 satelita za pružanje potpuno globalne pokrivenosti, ali je 1992. godine došlo do redizajna plana koji je uključivao samo 66 satelita nakon što su se znanstvenici uvjerali da će i ta manja brojka jednako dobro izvršavati zadatak. Iako je kompanija nazvana po 77. elementu u periodičkoj tablici, ime IRIDIUM je zadržano bez obzira na neusklađenost između željenog broja satelita i konačnog broja s kojim se plan nastavio. Godine 1995. FCC izdaje kompaniji MOTOROLA radnu dozvolu za sustav IRIDIUM odnosno odobrenje za lansiranje i upravljanje nad satelitskim sustavom.

Prvo lansiranje IRIDIUM satelita dogodilo se 1997. godine s lansirne postaje "Vandenberg Air Force Base" u Kaliforniji, a raketa je nosila 5 satelita od zamišljenih 66. Nakon ovog uspješnog poduhvata IRIDIUM Inc., kasnije preimenovan u IRIDIUM LLC, je u razdoblju od 1997. do 1998. godine lansirao svih 66 satelita unutar 20 misija lansiranja. U tom razdoblju, prije kompletiranja satelitske konstelacije, prvi poziv uspostavljen putem satelitskog sustava IRIDIUM bio je između tadašnjeg podpredsjednika Sjedinjenih Američkih država i predsjednika Nacionalnog Geografskog društva.

Nedugo nakon uspostavljanja komercijalne usluge, globalna komunikacijska kompanija odlazi u stečaj. Iako je usluga bila inovativna i pouzdana, nije se mogla natjecati s manjim i jeftinijim mobilnim uređajima koju su preplavili tržište za vrijeme razvojne faze IRIDIUM satelitskog sustava. Početkom 21. stoljeća IRIDIUM Satellite LLC preuzima vlasništvo nad imovinom koja je bila u vlasništvu IRIDIUM LLC.

Kako se bližio kraj životnom vijeku trajanja prve generacije satelita koja je još uvijek bila operativna, kompanija je odlučila zamijeniti ih drugom generacijom satelita koju su nazvali IRIDIUM NEXT, te su 2010. godine nakon raspisanog natječaja odabrali kompaniju Thales Alenia da dizajnira i proizvede 81 satelit NEXT generacije, a proces izmjene satelita se odvijao u razdoblju od 2017. do 2019. godine. Kao dokaz da je satelitski sustav IRIDIUM pouzdan sustav, 2012. godine Međunarodna Telekomunikacijska Unija (engl. International Telecommunication Union - ITU) dodijelila je kompaniji Nagradu za vodstvo u telekomunikacijama tijekom i nakon izvanrednih situacija.

Poseban datum u povijesti ove kompanije je 5. prosinca 2018. Na taj dan Međunarodna Pomorska Organizacija – IMO, prepoznaje satelitski sustav IRIDIUM za ovlaštenog pružatelja usluga unutar GMDSS sustava i tim činom prekida dugogodišnji monopol kompanije INMARSAT nad pružanjem usluga komunikacija u GMDSS-u, odnosno na brodovima kojima je propisano da moraju posjedovati satelitski komunikacijski sustav. Iako je bila prepoznata, kompanija je dobila odobrenje tek 2020. godine, nakon što je kompanija udovoljila operativnim i tehničkim zahtjevima propisanim od strane IMO – a za pružatelje usluga unutar GMDSS – a¹⁰.

¹⁰ Izvor: Iridium Museum, *Timeline*, Timeline <https://www.iridiummuseum.com/timeline/#timeline> (28.06.2024.)

Danas ovaj satelitski sustav pruža širok spektar usluga ne samo u pomorstvu već na kopnu i u avioindustriji, a kako bi se čim bolje iskoristio dozvoljeni frekvencijski spektar za pružanje usluga koristi kombinaciju frekvencijske razdiobe višestrukog pristupa (engl. Frequency Division Multiple Access - FDMA) i vremensku razdiobu višestrukog pristupa (engl. Time Division Multiple Access - TDMA). Kod FDMA načina razdiobe pri slanju poruke odabrana frekvencija se podijeli na uže frekvencijske spektre, dok se kod TDMA načina razdiobe pri slanju poruke na frekvencijskom spektru šalje u određenom vremenskom intervalu. Svrha ovih načina raspodjele frekvencijskog spektra je postići čim bolju iskoristivost dodijeljenog frekvencijskog spektra tako da ne dođe do preklapanja odnosno smetnji u komunikaciji¹¹.

Sam sustav sastoji se od svemirske komponente, zemaljske komponente i korisničkih terminala.

¹¹ Izvor: Murata inovator in electronics, *Multiplexing and Multiple Access*, <https://article.murata.com/en-sg/article/multiplexing-and-multiple-access-1> (26.06.2024.)

3.1 SVEMIRSKA KOMPONENTA

Svemirski segment sastoji se od 66 IRIDIUM NEXT satelita (slika 4.) raspoređenih u 6 orbita koje prelaze preko Zemljinih polova. U svakoj orbiti se nalazi 12 satelita od kojih je 11 aktivnih dok jedan stoji u stanju pripravnosti. Model IRIDIUM NEXT satelita izgrađen je prema Thalesovom modelu ELiTeBus – 1000, punog naziva "engl. Extended LifeTime Bus" a razlog zbog kojeg su ga tako nazvali je taj što ima znatno duži vijek trajanja od prve generacije čiji je životni vijek iznosio 5 do 7 godina, dok kod druge generacije IRIDIUM satelita očekivani vijek trajanja je 12 do 15 godina. Masa svakog satelita iznosi 860 kg, nalaze se na visini od 780 km iznad površine Zemlje, a za jedan puni krug oko planeta satelitu je potrebno 100 minuta.

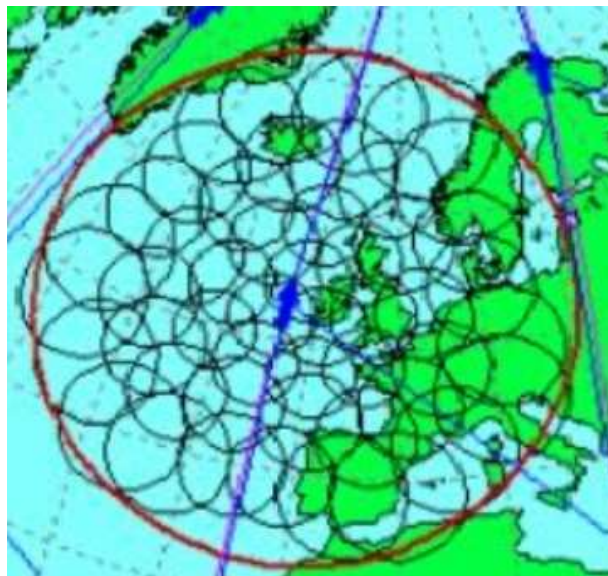


Slika 4. Iridium NEXT - izgled satelita

Izvor: <https://www.thalesaleniaspace.com/en/search?key=iridium%20next&type=all> (27.8.2024.)

Modul satelita je opremljen s dva dvosegmentna sklopiva solarna panela, litium - ionskom baterijom, stabilizacijskom platformom – stabilizacija osigurana putem tri osi, jednom antenom za primanje signala sa zrakoplova, 4 antene za povezivanje s drugim satelitima i glavnom antenom za usluge korisničkih terminala. GPS komponenta pruža informacije o poziciji na orbiti što omogućava proračun prolazne geometrije iznad zemaljskih terminala. Stabilizacija i korekcija visine ostvarena je pomoću kombinacije reakcijskih kotača i zakretnih šipki za upravljanje momentom. Primarni način određivanja visine IRIDIUM NEXT satelita je "AA-STR Star Tracker System" proizvod kompanije Selex Galileo. Sustav djeluje tako da prikuplja slike neba ispunjenog zvijezdama te ih provlači kroz katalog poznatih sazviježđa, a na osnovi prikupljenih slika obavlja izračun trodimenzionalnog pozicioniranja u svemiru. Sam sustav je autonoman, što znači da se svi izračuni za korekciju vrše na satelitu odnosno izvršava ih kompjuter koji je integriran u tijelu satelita.

Satelit pokriva Zemljinu površinu signalom točkastog uzorka (engl. Spot beams) i to tako da svaki satelit u svom radijusu pokrića Zemlju obasjava s 48 "zraka" (slika 5.) koje su grupirane u tri skupine po 16 što omogućava visoku kvalitetu signala. Površina koju satelit pokriva signalom iznosi 4700 kilometara u promjeru. Sveukupno konstelacija pokriva površinu Zemlje s 3168 zraka iako je za globalnu pokrivenost dovoljno 2150. Zbog konstantnog kretanja satelit korisnika pokriva signalom samo sedam minuta nakon čega satelit zalazi izvan horizonta.



Slika 5. Prikaz pokrivenosti - "Spot beam"

Izvor: <https://www.slideserve.com/wellsmichael/iridium-satellite-dannie-stamp-chief-officer-of-operations-august-2-2005-powerpoint-ppt-presentation> (27.8.2024.)

Kako bi se osigurala konstanta pokrivenost signalom svaki satelit je povezan s četiri satelita, dva u istoj i dva u susjednim orbitama, što stvara mrežu pokrivenosti signalom koja može neometano pružati usluge neovisno o vremenskim uvjetima koji bi mogli utjecati na signal. Frekvencija koja se koristi za komunikaciju između satelita i satelita te satelita i zemaljske komponente je u Ka frekvencijskom spektru i iznosi 23.18 GHz do 23.38 GHz, dok se za komunikaciju s korisničkim terminalima koristi frekvencija u L frekvencijskom spektru kako bi se izbjegle smetnje i pad u kvaliteti signala zbog utjecaja oblaka ili oborina. Kako bi se postigla čim bolja iskoristivost frekvencije IRIDIUM NEXT sateliti više koriste Vremensku Razdiobu Višestrukog Pristupa (engl. Time Division Multiple Access – TDMA), koja odvaja uzlazni od silaznog signala dodjeljivanjem zasebnog vremenskog prozora na istoj frekvenciji^{12,13,14}.

3.2 ZEMALJSKA KOMPONENTA

Zemaljska komponenta satelitskog sustava IRIDIUM sastoji se od složene kopnene infrastrukture koja pruža uspostavljanje poziva i slanje podataka, upravljanje nad mrežom, kontrolu i praćenje te tehničku podršku. Tijela koja sačinjavaju zemaljsku komponentu su Operativni centar satelitske mreže (engl. Satellite Network Operating Center - SNOC), Pristupnik (engl. Gateway), Zemaljske stanice (engl. Ground Stations) koje mogu imati ulogu Stanica za praćenje, telemetriju i kontrolu (engl. Tracking, Telemetry and Control Stations - TTAC) i Centra za tehničku podršku (engl. Technical Support Center - TSC).

Operativni centar satelitske mreže (SNOC) ima ulogu "živčanog" sustava koji spaja svemirsku i zemaljsku komponentu. SNOC je povezan putem namjenskom zemaljskog optičkog sustava, koji se sastoji od MPLS oblaka (engl. Multi Protocol Label Switching) - metoda kojom se određuje put unutar mreže bez oslanjanja na tipične procese određivanja, i izvan pojasnih satelitskih veza koje usmjeravaju i prenose podatke do udaljenih antena i zemaljskih stanica. Pruža kontinuirani nadzor nad svim mrežnim elementima, uključujući satelite, zemaljske stanice i njihove poveznice.

¹² Izvor: Apollo satellite, *The Iridium system*, <https://apollosat.com/the-iridium-system/> (26.06.2024.)

¹³ Izvor: Aireon, *Iridium Constellation*, <https://aireon.com/iridium-constellation/> (26.06.2024.)

¹⁴ Izvor: Spaceflight 101, *Iridium NEXT*, <https://spaceflight101.com/spacecraft/iridium-next/> (28.06.2024.)

Uloga Pristupnika (engl. Gateway) je spajanje komercijalnog prometa glasovnih i drugih podataka koji se prenose putem satelita i zemaljske telefonske mreže (engl. Public Switched Telephone Network - PSTN), odnosno da omogući uspostavu poziva između korisnika na satelitskoj mreži i korisnika na zemaljskoj telefonskoj liniji (npr. Poziv s broda prema kompaniji – brod šalje poziv putem satelita koji se preko pristupnika spaja s lokalnom mrežom i uspostavlja poziv s kompanijom)

Zemaljska stanica (engl. Ground Station) ima ulogu primarne stanice za primanje IRIDIUM "OPEN PORT" komunikacija, usluge pružanja interneta i telefonskih poziva, i ulogu rezervne stanice za komercijalne usluge koja je povezana s pristupnikom (engl. Gateway) putem optičke veze. Također ima ulogu stanice za praćenje, telemetriju i kontrolu (engl. Tracking, Telemetry and Control station – TTAC station).

Kako samo ime nalaže, stanice za praćenje, telemetriju i kontrolu (TTAC) šalju podatke o životnom vijeku i sigurnosti satelita prema operativnom centru satelitske mreže (SNOC), pružaju uzlazne podatke sa SNOC stanica prema satelitima te šalju ključne podatke o telemetriji za satelitsku mrežu. Također pružaju precizne vremenske signale koji su bitni za rad mreže. Dodatno su opremljene namjenskim IRIDIUM antenama za praćenje i primanje podataka te korigiranje vidljivosti i upravljanje nad konstelacijom satelita.

Centar za tehničku podršku (TSC) bavi se testiranjem systemske integracije mrežnih sustava i podsustava, praćenjem usluga i analizom performansi, rješavanjem problema u sustavu, testiranjem sustava, razvojem programa za satelite i zemaljsku infrastrukturu, certificiranjem proizvoda proizvedenih od strane partnera koji posluju s kompanijom IRIDIUM (IRIDIUM partneri za proizvode vezane za GMDSS usluge – Weatherdock AG, Lars Thrane A/S, Thales) i druge vitalne tehničke funkcije. U svrhu testiranja, centar za tehničku podršku ima pristup potpuno funkcionalnim IRIDIUM satelitima, pristupnicima i TTAC stanicama kako bi se prije samog puštanja nekog od programa u svakodnevnu upotrebu mogle otkriti i ukloniti smetnje na sustavu.

Sustav zemaljske infrastrukture pruža sljedeće dodatne sustave potpore kako bi se osigurao kontinuirani rad u slučaju da neka od komponenti zakaže:

- rezervni zapovjedni centar
- dodatni sustav napajanja neovisan o komercijalnom sustavu + dizelski generator
- redundantnost optičke povezanosti prema zemaljskim pružateljima usluge
- testiranje svih sustava prema preporukama proizvođača
- konstantno motrenje i analiziranje kvalitete usluge¹⁵

3.3 KORISNIČKI TERMINALI

Korisnički terminali korišteni unutar satelitskog sustava IRIDIUM osim u pomorstvu koriste se i u polarnim ekspedicijama, industriji, eksploataciji prirodnih resursa, transportnim sustavima, avijaciji, osobnim komunikacijama, istraživanjima, službama spašavanja, vojsci i autonomnim prijevoznima sredstvima. Unutar širokog spektra primjene uređaji se dijele na osobne komunikatore i tragače, satelitske telefone, PTT uređaje (engl. Push To Talk devices), širokopojasne terminale i srednje pojasne terminale. Uz opise primjene uređaja prikazan je i primjer iz svakodnevnog života u kojem su se IRIDIUM korisnički terminali iskazali kao vrlo pouzdan proizvod.

Osobni komunikatori i tragači koriste se u privatne svrhe. Najzastupljeniji su kod korisnika koji se bave planinarenjem, ronjenjem i bilo kojom aktivnosti kod koje se korisnik može zateći u području koje nije pokriveno nekim od pružatelja komunikacijskih usluga čije se pružanje usluge oslanja na zemaljsku mrežu. Neki od takvih proizvoda su IRIDIUM GO (slika 6.) – proizvod kompanije IRIDIUM, EVERYWHERE inReach Mini 2 (slika 7.) – proizvod kompanije GARMIN, RockSTAR – proizvod kompanije Ground Control, ZOLEO Satellite Communicator – proizvod kompanije ZOLEO Inc.¹⁶.

¹⁵ Izvor: Apollo Satellite, *Ground Network With Iridium Infrastructure*, <https://apollosat.com/iridium-networks-ground-infrastructure/> (28.06.2024.)

¹⁶ Izvor: Iridium Communications Inc., *Products*, <https://www.iridium.com/products/> (03.07.2024.)



Slika 6. IRIDIUM GO

Izvor: <https://www.iridium.com/products/iridium-go/> (27.8.2024.)



Slika 7. EveryWHERE inREACH mini2

Izvor: <https://www.iridium.com/products/everwhere-inreach-mini-2-garmin/> (27.8.2024.)

Satelitski telefoni zbog svoje visoke pouzdanosti pri slanju glasovnih poziva, poruka, slanja podataka te robusnog dizajna imaju najzastupljeniju primjenu u redovima američke vojske, službama za spašavanje i u industriji eksploatacije prirodnih resursa. Modeli proizvoda koji su u ovim djelatnostima najzastupljeniji su IRIDIUM 9575A (slika 8.) – proizvod kompanije IRIDIUM, IRIDIUM Extreme – proizvod kompanije IRIDIUM, LT – 4100L for Land (slika 9.) – proizvod kompanije Lars Thrane A/S, LT – 4200L for Land – proizvod kompanije Lars Thrane A/S¹⁶.



Slika 8. Iridium 9575A

Izvor: <https://www.iridium.com/products/iridium-9575a-government/> (27.8.2024.)



Slika 9. LT4100L

Izvor: <https://www.iridium.com/company/lars-thrane-as/> (27.8.2024.)

IRIDIUM PTT uređaji pružaju grupne komunikacije u stvarnom vremenu što ih čini idealnim za korištenje od strane službi za spašavanje. Osim toga PTT uređaji imaju mogućnost međudjelovanja s kopnenim radio stanicama te tako pružaju brzu, pouzdanu i sigurnu koordinaciju između spasilačkih timova. Uređaji korišteni u ove svrhe su IRIDIUM Extreme PTT – proizvod kompanije IRIDIUM, IC-SAT100 (slika 10.) – proizvod kompanije ICOM Inc., IC-SAT100M (slika 11.) – proizvod kompanije ICOM Inc., Bracer™ Tactical SatCom Radio – proizvod kompanije QinetiQ Limited¹⁶.



Slika 10. IC-SAT 100

Izvor: <https://www.iridium.com/push-to-talk-devices/> (27.8.2024.)



Slika 11. IC-SAT 100M

Izvor: <https://www.iridium.com/push-to-talk-devices/> (27.8.2024.)

IRIDIUM širokopojasni i srednje pojasni terminali svoju primjenu imaju u pomorstvu, avioindustriji i kopnenom prijevozu, a koriste se za slanje podataka, poruka i poziva visoke kvalitete signala neovisno o vremenskim prilikama ili o području svijeta u kojem se plovilo nalazi. Terminali dostupni za ove usluge su SkyLink 5100 – Proizvod kompanije Blue Sky Network LLC, Aspire 350 – proizvod kompanije Honeywell Aerospace, SAILOR 4300 – proizvod kompanije Cobham SATCOM, MissionLINK 200 – proizvod kompanije Thales, VesseLINK™ 700 – proizvod kompanije Thales, C700 – proizvod kompanije Intellian Technologies Inc. i jedini terminal koji je ovlašten za korištenje na brodovima unutar GMDSS sustava LT 3100S GMDSS System – proizvod kompanije Lars Thrane A/S¹⁶.

3.4 USLUGE SATELITSKOG SUSTAVA IRIDIUM

Uz mnoge korisničke terminale kompanija IRIDIUM pruža i širok spektar usluga u obliku programske podrške kao što su :

- IRIDIUM GMDSS usluge

- Uzbunjivanje u pogibelji
- Pomorske sigurnosne informacije engl. Maritime Safety Information – MSI
- Pozivanje u slučaju pogibelji
- Prenošnje uzbune o pogibelji

- IRIDIUM BURST usluge

- Usluga za prijenos podataka velikom broju korisnika na određenom geografskom području

- IRIDIUM CERTUS usluge

- Usluga za umrežavanje vozila, plovila i zrakoplova za praćenje i komunikaciju

- IRIDIUM SHORT BURST DATA (SBD) usluga

- Usluga za brzo prebacivanje podataka s opreme na centralno računalo

- NETTED IRIDIUM usluga

- Usluga za komunikacije putem satelita koju koristi američka vojska¹⁷

¹⁷ Izvor: Iridium Communications Inc., *Services*, <https://www.iridium.com/services/> (19.06.2024.)

4. IRIDIUM GMDSS

Usluga IRIDIUM GMDSS pruža jedinstvenu globalnu pokrivenost za potrebe pomorstva u zahtjevnijim područjima plovidbe poput polarnih područja te u nepovoljnima vremenskim uvjetima. Usluge poput uzbunjivanja u slučaju pogibelji, primanja pomorskih sigurnosnih informacija – MSI, sigurnosnih komunikacija, prosljeđivanja poziva pogibelji i mnoge druge koje dolaze unutar IRIDIUM GMDSS paketa usluga ostvaruju se putem IRIDIUM LT-3100 S korisničkog terminala, jedinog korisničkog terminala koji je odobren od strane IMO-a.

4.1 GMDSS OPĆENITO

Bežična komunikacija, kao što je pokazala nesreća broda Titanik, omogućava organizacijama na kopnu da koordiniraju pomoć brodovima na moru, isto tako da brodovi na moru potvrde poziv pogibelji drugih brodova i priteknu mu u pomoć, olakšavajući komunikaciju brod – kopno i brod – brod. Organizacije za traganje i spašavanje (engl. Search And Rescue - SAR), više od 100 godina koriste radio komunikacije u svojim operacijama, a mnoge uspješne operacije spašavanja služe kao dokaz o njihovoj važnoj ulozi.

Od svog osnutka, Međunarodna pomorska organizacija – IMO, ima ključnu ulogu u koordinaciji i regulaciji radio komunikacija u svrhu traganja i spašavanja. Prva regulacija radio komunikacija vezana za traganje i spašavanje provedena je od Međunarodne telekomunikacijske zajednice (engl. International Telecommunication Union - ITU), sestrinska organizacija IMO-a osnovana od strane Ujedinjenih Naroda, na prvoj međunarodnoj radiotelegrafskoj konferenciji održanoj u Berlinu, na kojoj je znak "SOS" prihvaćen kao međunarodni znak za uzbunjivanje u nuždi. Usvajanjem Međunarodne konvencije za traganje i spašavanje u pomorstvu (engl. International Convention on Maritime Search and Rescue – SAR) i Međunarodne konvencije o sigurnosti ljudskih života na moru (engl. International Convention for the Safety of Life at Sea – SOLAS) jačao je odnos između ove dvije organizacije vezano za standardizaciju radio komunikacija tijekom operacija traganja i spašavanja.

U razdoblju od 1960. godine do 1970. godine, razvojem satelitskih komunikacija i digitalnih radio komunikacija pružili su se novi načini razvijanja i unaprjeđenja pomorskih radio komunikacija, posebno u polju traganja i spašavanja. Novi sistemi i koncepti poput EPIRB-a (engl. Emergency Position Indicating Radion Beacon) pružaju nove mogućnosti organizacijama za traganje i spašavanje koje su se posvetile razvijanju takvih uređaja. Od 1992. godine do 1999. godine, IMO i ITU uvode novi sistem kako bi olakšali radio komunikacije tijekom operacija traganja i spašavanja pod nazivom Svjetski sustav za uzbuđivanje u pomorstvu – GMDSS, kojim su uveli velike promjene kod slanja, koordiniranja i upravljanja nad porukama pogibelji (engl. Distress), hitnosti (engl. Urgency) i sigurnosti (engl. Safety) na svjetskoj razini. IMO je također osigurao standarde i preporuke vezane za način na koji bi se pozivi pogibelji i sigurnosti trebali odvijati na relaciji brod – brod, brod – obala i obala – brod.

Razvitak GMDSS-a je kontinuirani proces čiji je glavni cilj traganje i spašavanje ljudi u pogibelji na moru pri tome koristeći svu pristupnu radio komunikaciju opremu dostupnu pomorcima. Kroz niz godina IMO je predstavio mnoga unaprjeđenja vezana uz GMDSS usvajanjem nekoliko amandmana u SOLAS konvenciji poglavlju IV – Radio komunikacija, usvajanjem izvedbenih standarda, smjernica i preporuka. Procesom modernizacije GMDSS sustava u razdoblju od 2011. godine do 2022. godine omogućilo se korištenje modernijih sustava komunikacija, dok su se istovremeno zastarjeli sustavi povlačili iz upotrebe.

Pravila i standardi donose se putem konvencija, rezolucija i kružnih pisama a propisuju ih odbori unutar IMO-a, posebno Odbor za pomorsku sigurnost (engl. Maritime Safety Committee - MCS) i pododbor za navigaciju, komunikaciju i traganje i spašavanje (engl. Navigation, Communication and Search and Rescue Sub-Committee - NCSR). Najnovije rezolucije koje uključuju amandmane za SOLAS poglavlja II-1, III, IV, i V i poglavlje dodatci – promjene vezane za svjedodžbe stupile su na snagu 1. siječnja 2024. godine¹⁸.

¹⁸ Izvor: IMO, *Radio Communications and Rescue*, <https://www.imo.org/en/OurWork/Safety/Pages/RadiaCommunicationsSearchRescue-Default.aspx> (04.07.2024)

4.1.1 Funkcionalni zahtjevi GMDSS-a za SOLAS brodove

Funkcionalni zahtjevi vezani za GMDSS detaljno su opisani u SOALS konvenciji:

- Obavljanje komunikacija za potrebe GMDSS-a (SOLAS IV/4.1.1)
- Obavljanje općih komunikacija (SOLAS IV/4.1.2)

Komunikacijske funkcije za potrebe GMDSS-a su:

1. Odašiljanje signala za uzbunjivanje (engl. Distress alert)
2. Prijem signala za uzbunjivanje s kopna (engl. Distress alert relay)
3. Odašiljanje i prijem signala za uzbunjivanje prema i od okolnih brodova (engl. Ship to ship distress alerts)
4. Komunikacije tijekom koordinirane SAR operacije (engl. SAR co-ordinating communications)
5. Komunikacija na mjestu nezgode (engl. On-scene communications)
6. Lociranje mjesta pogibelji (engl. Locating)
7. Prijem pomorskih sigurnosnih informacija (engl. Receiving Maritime Safety Information - MSI)
8. Odašiljanje i prijem poruka prioriteta hitnosti i sigurnosti (engl. Urgency and Safety communications)
9. Komunikacija s mjesta odakle se upravlja brodom (engl. Bridge to bridge communications)¹⁹

Od velike je sigurnosne važnosti sve priložene zahtjeve ispuniti u potpunosti. Najvažniji zahtjev je taj da "Svaki brod, dok je u plovidbi, mora moći poslati alarm pogibelji na relaciji brod – kopno putem dva odvojena sustava, te da svaki koristi zasebnu vrstu radio komunikacije". Odašiljanje alarma mora biti takvo da se može izvesti s mjesta s kojeg se upravlja brodom.

¹⁹ Izvor: Mrak Z., Pomorske radio komunikacije, *GMDSS uvod*, 2023, https://moodle.srce.hr/2023-2024/pluginfile.php/8654701/mod_resource/content/3/5%20GMDSS%20uvod.pdf (04.07.2024.)

Uporabom EPIRB-a moguće je zadovoljiti ovaj zahtjev ako se nalazi blizu zapovjednog mosta ili ako se može izvršiti aktivacija s mosta.

Kao dodatak gore navedenim zahtjevima aktivaciju alarma pogibelji trebalo bi se moći izvesti putem digitalnog selektivnog pozivanja (engl. Digital Selective Calling - DSC) sa zapovjednog mosta putem VHF uređaja ali i s MF/HF uređaja, uzevši u obzir da je MF/HF uređaj obavezan na brodu u području kojim plovi.

Navigacijska područja (engl. Sea Area) – PODJELA

- Navigacijsko područje A1 znači područje pokrivenosti radio telefonskog VHF uređaja kopnene stanice unutar kojeg je moguće izvršiti kontinuirano DSC uzbunjivanje, kako je definirano Ugovarajućom Vladom.
- Navigacijsko područje A2 znači područje, koje isključuje navigacijsko područje A1, pokrivenosti radio telefonskog MF uređaja kopnene stanice unutar kojeg je moguće izvršiti kontinuirano DSC uzbunjivanje, kako je definirano Ugovarajućom Vladom.
- Navigacijsko područje A3 znači područje, koje isključuje navigacijska područja A1 i A2, pokrivenosti odobrene satelitske organizacije koju podržava brodska zemaljska stanica (engl. Ship Earth Station - SES) na brodu unutar kojeg je moguće izvršiti kontinuirano uzbunjivanje.
- Navigacijsko područje A4 znači područje koje isključuje navigacijska područja A1, A2 i A3²⁰.

²⁰ Izvor: IMO, COMSAR.1, *Circ.32-Rev.2*, 3.7.2023, p. 10-10., p. 6-7., (4.7.2024)

4.1.2 Zahtjevi za održavanje

Brodovi opremljeni GMDSS radio opremom moraju udovoljavati određenim zahtjevima za održavanje. Bez obzira na metode koje su korištene da se osigura dostupnost i da se udovolje funkcionalni zahtjevi navedeni u SOLAS konvenciji kroz poglavlja IV/4.1.1 i IV/15.5, brod ne smije isploviti iz luke sve dok se ne utvrdi da je sposoban obavljati sve funkcije vezane za pogibelj, hitnost i sigurnost.

SOLAS brodovi koji plove u navigacijskim područjima A1 i A2 moraju koristiti barem jednu od tri metode održavanja, dok SOLAS brodovi koji plove u navigacijskim područjima A3 i A4 moraju koristiti kombinaciju dvije metode za održavanje.

METODE ODRŽAVANJA

- Održavanje uređaja s kopna
- Održavanje uređaja na moru
- Dupliciranje opreme²⁰

Tablica 1. prikazuje popis opreme kojom brod mora biti opremljen ovisno o području plovidbe.

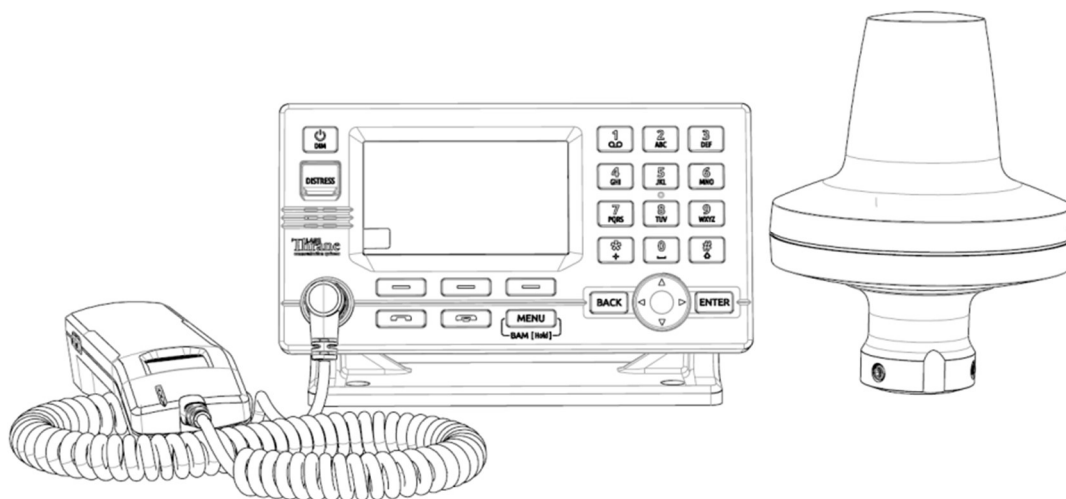
Tablica 1. Zahtjevi za opremanje SOLAS brodova

OPREMA	A1	A2	A3	A4
VHF komunikacijska oprema s DSC-om koja ima mogućnost:	X	X	X	X
Držati stražu na kanalu 70 (DSC straža)	X	X	X	X
Držati stražu na kanalu 16 (radiotelefonska straža)	X	X	X	X
Držati stražu na drugim primjerenim frekvencijama ili frekvencijama za hitnu ili sigurnosnu komunikaciju za područje u kojem brod plovi	X	X	X	X
MF komunikacijska oprema koja ima mogućnost:		X	X	
Držati stražu na frekvenciji od 2187.5 kHz		X	X	
Držati stražu na drugim primjerenim frekvencijama ili frekvencijama za hitnu ili sigurnosnu komunikaciju za područje u kojem brod plovi		X	X	
Odobreni SES			X	
MF/HF komunikacijska oprema s DSC-om koja ima mogućnost:				X
Držati stražu na DSC frekvencijama 2187.5 kHz i 8414.5 kHz				X
Ovisno o dobi dana i geografskoj poziciji, držati DSC stražu na jednoj od ovih frekvencija 4207.5 kHz, 6312 kHz, 12577 kHz ili 16804.5 kHz				X
Držati stražu na pripadajućim frekvencijama ili frekvencijama za hitnost i sigurnosne komunikacije za područje u kojem brod plovi				X
Duplicirani VHF sa DSC-om	X	X	X	X
Duplicirani MF sa DSC-om		X		
Duplicirani odobreni SES			X	
Duplicirani MF/HF telefon sa DSC-om			X	X
Prijemnik (ci) za MSI i poruke vezane za SAR operacije	X	X	X	X
Plutajući EPIRB	X	X	X	X
Radarski SART ili AIS SART	X	X	X	X
Prijenosni GMDSS VHF primopredajnik	X	X	X	X
Automatsko osvježivanje pozicije za svu relevantnu radiokomunikacijsku opremu	X	X	X	X
Sljedeća dodatna oprema odnosi se na putničke brodove				
Panel pogibelji i Panel alarm u slučaju pogibelji (Solus poglavlje IV/6.4 i 6.6)	X	X	X	X
Dvosmjerni radiokomunikacijski uređaj na frekvencijama 121.5 MHz i 123.1 MHz za komunikaciju s navigacijskog mosta	X	X	X	X

Izvor: Izradio student prema podacima iz :IMO, COMSAR.1/Circ.32Rev.2, 3.7.2023, stranica 11 (27.8.2024.)

4.2 IRIDIUM LT-3100S GMDSS KORISNIČKI TERMINAL

U navigacijskom području A3, jedna od odobrenih zemaljskih stanica za pružanje usluga GMDSS-a, je i korisnički terminal LT-3100S GMDSS sustav (slika 12.).



Slika 12. Iridium LT-3100S GMDSS sustav

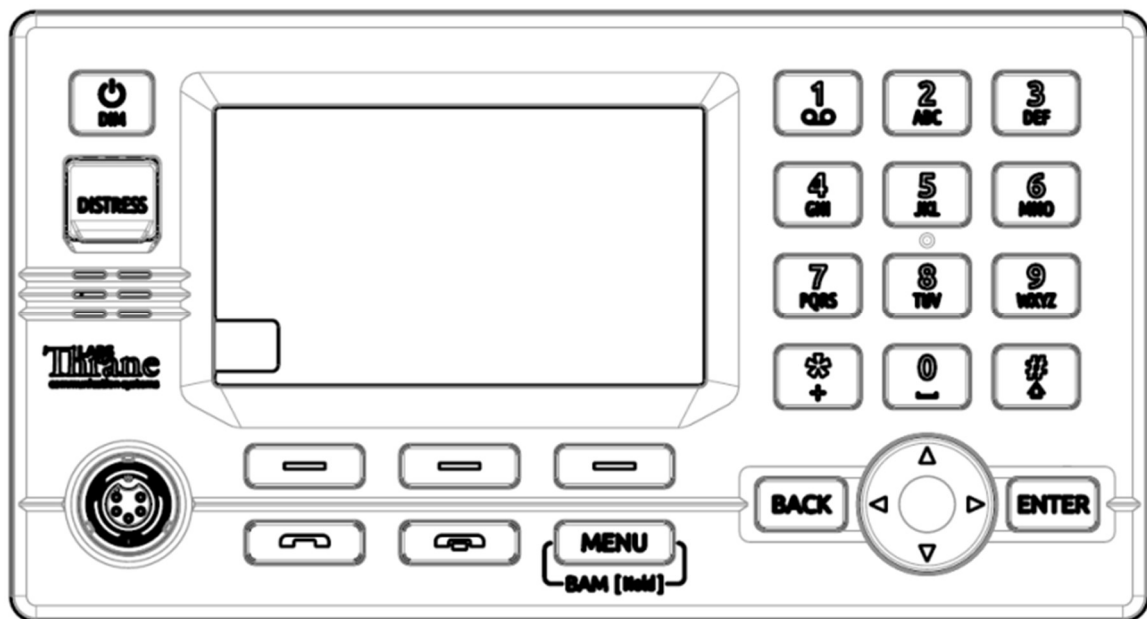
Izvor: User & Installation Manual, LT-3100S GMDSS Satellite Communications System - May 06,2021 (27.8.2024.)

IRIDIUM LT-3100S proizvod kompanije Lars Thrane/AS, trenutno je jedini korisnički terminal iz palete proizvoda kompanije IRIDIUM koji je odobren od strane IMO-a i SOLAS-a za korištenje na brodovima unutar GMDSS sustava. Osim osnovnog paketa usluga: uzbunjivanje u slučaju pogibelji, prosljeđivanja poziva pogibelji, obavljanja sigurnosnih komunikacija i primanja pomorskih sigurnosnih poruka – MSI, ovim terminalom također se mogu slati SMS poruke, upućivati glasovni pozivi i ostale usluge koje pruža IRIDIUM satelitski sustav. Prednost IRIDIUM LT-3100S korisničkog terminala nad INMARSAT-ovim terminalom je globalna pokrivenost signalom.

Terminal čine upravljačka jedinica (LT-3110S), slušalica (LT-3120S), antena (LT-3130S), a kao dodatna oprema postoje jedinica sučelja (LT-3140S), alarm panel (LT-3150S) i priključak za pisač (LT-3160S)²¹.

4.2.1 Upravljačka jedinica (LT-3100S)

Upravljačka jedinica LT-3110S (slika 13.) je glavna jedinica sustava, koja podržava vanjska sučelja i operativno korisničko sučelje



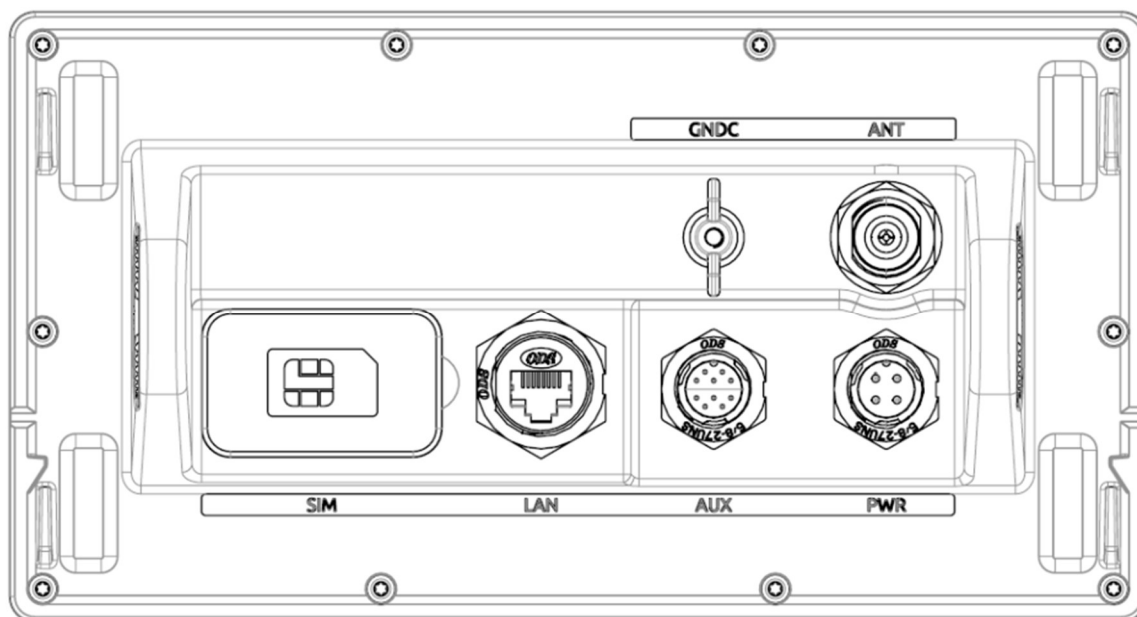
Slika 13. Upravljačka jedinica - prednji prikaz

Izvor: Lars Thrane A/S, User & Installation Manual, LT-3100S GMDSS Satellite Communications System – 6.5.2021 (27.8.2024.)

²¹ Izvor: Lars Thrane A/S, User and Installation Manual, LT-3100S GMDSS Satellite Communications System, 6.5.2023, (27.8.2024)

Namijenjena je za unutarnju montažu, a na njenoj stražnjoj strani se nalaze (slika 14.):

- 4-pinski priključak za napajanje (oznaka PWR)
- Uzemljenje (oznaka GNDC)
- N priključak za antenski kabel (oznaka ANT)
- Ethernet priključak (oznaka LAN)
- 10-pinski pomoćni priključak (oznaka AUX)
- Utor za SIM karticu (oznaka SIM)
- 5-pinski priključak za slušalicu (nalazi se na prednjoj strani uređaja)



Slika 14. Upravljačka jedinica - stražnji prikaz

Izvor: Lars Thrane A/S, User & Installation Manual, LT-3100S GMDSS Satellite Communications System – 6.5.2021 (27.8.2024.)

Tablica 2. prikazuje tehničke karakteristike upravljačke jedinice.

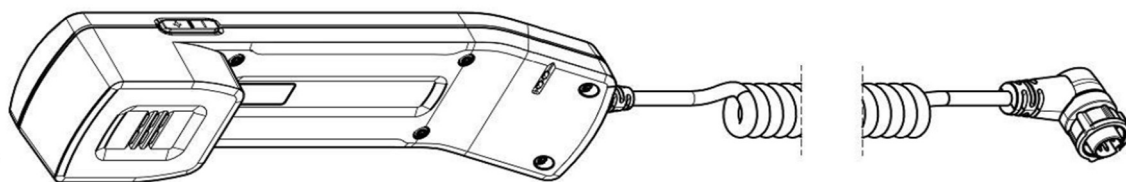
Tablica 2. Tehničke karakteristike Upravljačke jedinice

Potrošnja energije (optimalna/maksimalna):	40.8 W
Ulazni napon:	12-24 V(DC), 2.2-1.7 A
Masa:	0.67 kg
Dimenzije:	224.0 x 120.0 x 70.0 mm
Radna temperatura:	od -15°C do +55°C
IP stupanj zaštite:	IP32
BT odašiljač (Maksimalna RF izlazna snaga):	10 mW
BT odašiljač (frekvencijski pojasevi):	TX 2402-2480 MHz, RX 2402-2480 MHz

Izvor: Lars Thrane A/S, User & Installation Manual, LT-3100S GMDSS Satellite Communications System - May 06,2021

4.2.2 Slušalica (LT-3120S)

Slušalica LT-3120S (slika 15.) je primarno glasovno sučelje za LT-3100S GMDSS terminal. Na terminal se spaja putem 5-pinskog priključka na prednjoj strani terminala, a duljina kabla iznosi otprilike 0.4 m, kad je kabel zamotan, i otprilike 2 m, kad je kabel rastegnut.



Slika 15. Slušalica

Izvor: Lars Thrane A/S, User & Installation Manual, LT-3100S GMDSS Satellite Communications System - 6.5.2021 (27.8.2024.)

Slušalica se sastoji od :

- Mikrofona i zvučnika
- Odvojene zujalice
- Tipkala za jačinu glasnoće zvuka
- Ugrađenog senzora za odvajanje od terminala

Tablica 3. prikazuje tehničke karakteristike slušalice.

Tablica 3. Tehničke karakteristike slušalice

Masa:	0.30 kg
Dimenzije:	52.8 x 208.8 x 38.2 mm
Radna temperature:	od -15°C do +55°C
IP stupanj zaštite:	IP32

Izvor: Izradio student prema: Lars Thrane A/S, User & Installation Manual, LT-3100S GMDSS Satellite Communications System -6.5.2021

4.2.3 Antena (LT-3130S)

Antena LT-3130 (slika 16.) predviđena je za vanjsku montažu i spajanje na upravljačku jedinicu LT-3110S pomoću koaksijalnog kabela. Na anteni se nalazi naljepnica koja ukazuje na opasnost od zračenja (slika 17.).



Slika 16. Antena LT-3130S

Izvor: Lars Thrane A/S, User & Installation Manual, LT-3100S GMDSS Satellite Communications System -6.5.2021 (27.8.2024.)



Slika 17. Piktogram opasnosti-Opasnost zračenja

Izvor: User & Installation Manual, LT-3100S GMDSS Satellite Communications System - May 06,2021 (27.8.2024.)

Tablica 4. prikazuje tehničke karakteristike antene.

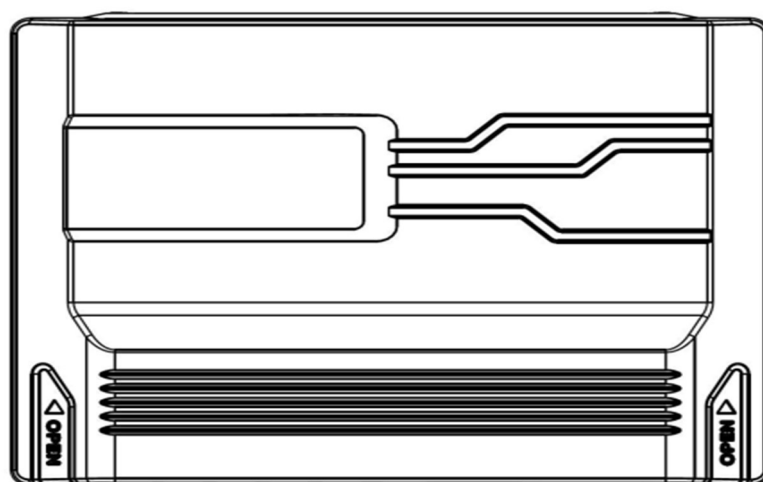
Tablica 4. Tehničke karakteristike antene

IRIDIUM odašiljač (maksimalna RF izlazna snaga):	8 W
IRIDIUM odašiljač (frekvencijski pojasevi):	TX 1616-1626,50 MHz, RX 1616-1626,50 MHz
Masa:	0.72 kg
Dimenzije:	151.1 x Ø 149.5 mm
Radna temperature (12 V DC):	od -30°C do +55°C
Radna temperature (24 V DC):	od -40°C do +55°C
IP stupanj zaštite:	zaštite: IP67 ²¹

Izvor: Izradio student prema: Lars Thrane A/S, User & Installation Manual, LT-3100S GMDSS Satellite Communications System -6.5.2021

4.2.4 Jedinica sučelja (LT-3140S)

Jedinica sučelja LT-3140S (slika 18.) namijenjena je za unutarnju montažu. Spojena je s upravljačkom jedinicom putem ethernet kabela, a na nju se spajaju ostala sučelja poput alarm panela, pisača, brodskog sigurnosnog alarmnog sustava (engl. Ship Security Alarm System-SSAS). Uloga ovog elementa je uspostaviti razmjenu informacija između upravljačke jedinice i ostalih sučelja koja su spojena na nju putem jedinice sučelja.



Slika 18. Jedinica sučelja

Izvor: Lars Thrane A/S, User & Installation Manual, LT-3100S GMDSS Satellite Communications System -6.5.2021 (27.8.2024.)

Tablica 5. prikazuje tehničke karakteristike jedinice sučelja

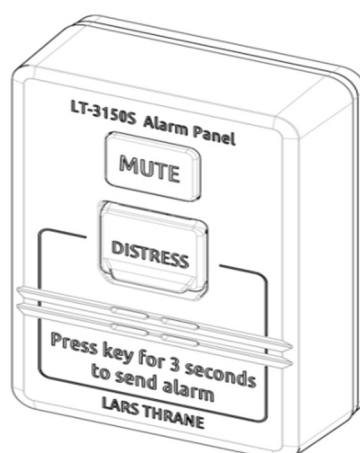
Tablica 5. Tehničke karakteristike jedinice sučelja

Potrošnja energije (optimalna/maksimalna):	10.0 W
Masa:	0.71 kg
Dimenzije:	227.0 x 186.0 x 40.0 mm
Radna temperatura:	od -15°C do +55°C
IP stupanj zaštite:	IP20
Ulazni napon:	12-24 V (DC), 0-7-0.4 A ²¹

Izvor: Izradio student prema: Lars Thrane A/S, User & Installation Manual, LT-3100S GMDSS Satellite Communications System -6.5.2021

4.2.5 Alarm panel (LT-3150S)

Alarm panel LT-3150S (slika 19.) namijenjen je za unutarnju montažu i spojen je na jedinicu sučelja putem četverožilnog CAN (engl. Control Area Network) kabela. Uloga ovog elementa je omogućiti upućivanje alarma u slučaju pogibelji i u trenutku kada se časnik u straži na mostu ne nalazi blizu upravljačke jedinice. Moguće je spojiti do maksimalno tri alarm panela.



Slika 19. Alarm panel

Izvor: Lars Thrane A/S, User & Installation Manual, LT-3100S GMDSS Satellite Communications System -6.5.2021 (27.8.2024.)

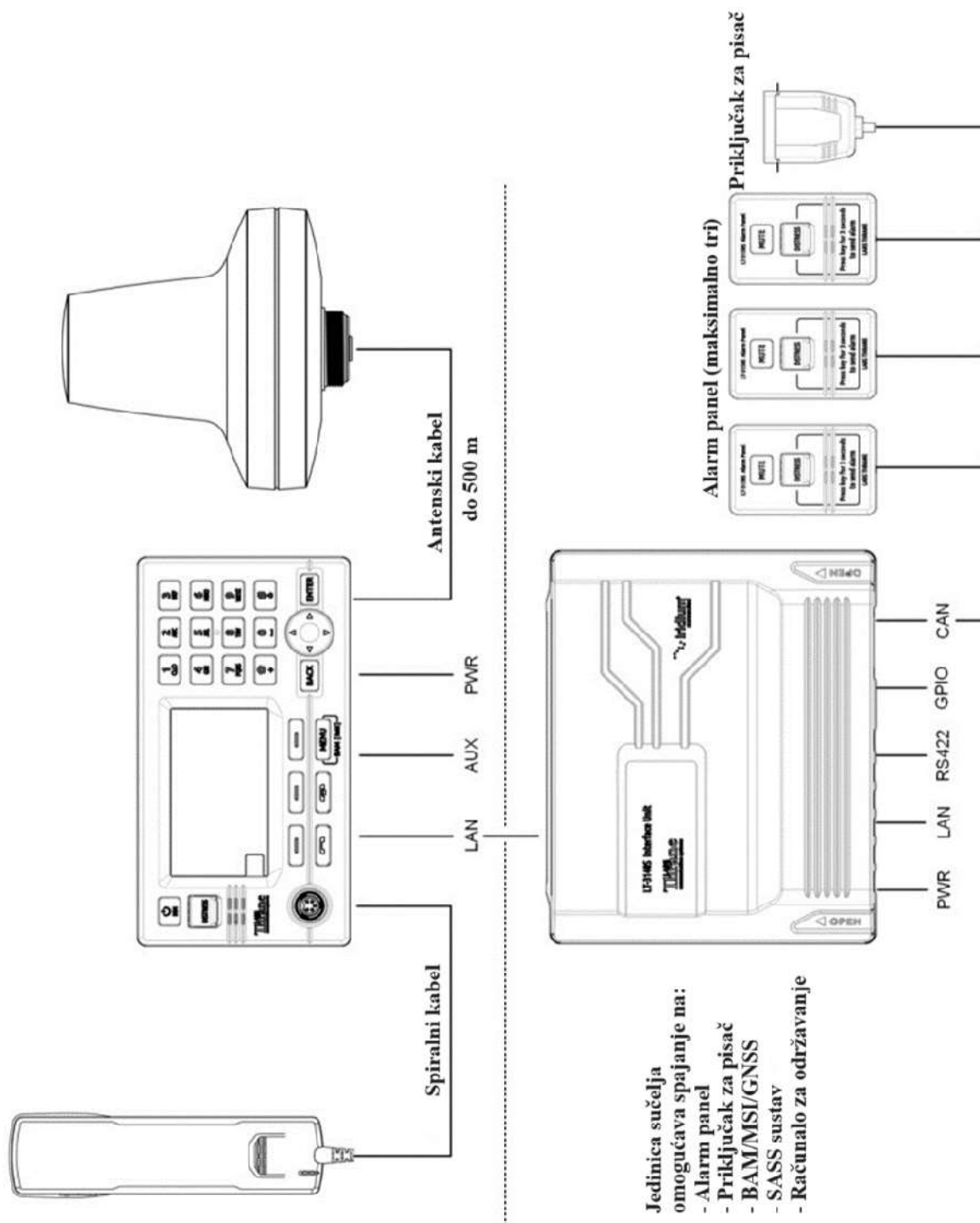
Tablica 6. prikazuje tehničke karakteristike alarm panela.

Tablica 6. Tehničke karakteristike alarm panela

Masa:	0.07 kg
Dimenzije:	52.0 x 82.0 x 26.0 mm
Radna temperatura:	od -15°C do +55°C
IP stupanj zaštite:	IP30 ²¹

Izvor: Izradio student prema: Lars Thrane A/S, User & Installation Manual, LT-3100S GMDSS Satellite Communications System -6.5.2021

Slika 20. prikazuje shematski prikaz IRIDIUM LT-3100S GMDSS sustava sa svim popratnim elementima.



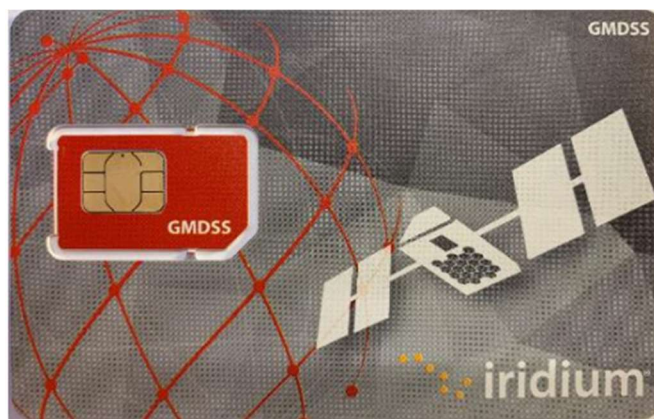
Slika 20. LT-3100S GMDSS terminal s popratnim elementima

Izvor: Lars Thrane A/S, User & Installation Manual, LT-3100S GMDSS Satellite Communications System – 6.5.2021 (27.8.2024.)

4.3 KORIŠTENJE TERMINALA

Prije same uporabe korisničkog terminala IRIDIUM LT-3100S GMDSS potrebno je udovoljiti sljedeće uvjete kako bi sustav bio u potpunosti operativan:

- GMDSS SIM kartica (slika 21.)
- IRIDIUM obrazac za aktivaciju usluge pomorske sigurnosti (engl. Maritime Safety Service Activation Form - MSSAF)
- Dovršetak instalacije operativnog sustava
- Dovršetak pregleda uređaja od strane klasifikacijskog društva



Slika 21. Iridium GMDSS SIM kartica

*Izvor: Lars Thrane A/S, User & Installation Manual, LT-3100S GMDSS
Satellite Communications System – 6.5.2021 (27.8.2024.)*

LT-3100S GMDSS sustav zahtjeva GMDSS SIM karticu kako bi se mogle koristiti IRIDIUM satelitske usluge. SIM karticu potrebno je kupiti od ovlaštenih IRIDIUM zastupnika, a s njom će se dostaviti MSISDN broj (jedinostveni broj za identifikaciju pretplatnika u IRIDIUM sustavu) i ICCID broj (jedinostveni broj za identifikaciju GMDSS SIM kartice) koji su potrebni pri ispunjavanju obrasca za aktivaciju²¹.

Pri ispunjavanju obrasca za aktivaciju (tablica 7.) potrebno je kontaktirati ovlaštenog pružatelja IRIDIUM usluga ili Lars Thrane A/S ovlaštenog partnera vezano za informacije koje će se unijeti u obrazac.

Tablica 7. Izgled obrasca za aktivaciju

IRIDIUM obrazac za aktivaciju usluge pomorske sigurnosti - MSSAF	
Informacije o brodu	Informacije o terminalu
Ime broda	SOLAS brod (DA/NE)
Vrsta broda	SES 1 ili SES 2
Godina izgradnje	IMEI broj
Bruto tonaža broda	ICCID broj
Ime flote	Vrsta terminala
Zastava države	
IMO broj	Kontakt u slučaju hitnosti
MMSI broj	Ime kompanije (uključujući adresu)
Pozivni znak	Kontakt osoba u slučaju hitnosti
Luka upisa	Kontakt telefon u slučaju hitnosti
Broj osoba na brodu	Kontakt e-mail u slučaju hitnosti

Izvor: Izradio student prema: Lars Thrane A/S, User & Installation Manual, LT-3100S GMDSS Satellite Communications System -6.5.2021

Nakon dovršene instalacije operativnog sustava, klasifikacijsko društvo će obaviti pregled uređaja i ako su svi kriteriji udovoljeni brodu se izdaje svjedodžba o ispravnosti GMDSS terminala.

Sve poruke i pozivi koji se odašilju u svrhu obavljanja svakodnevnih poslova naplaćuju se u okviru godišnje naknade za korištenje satelitskih usluga, a svi ostali pozivi i poruke dodatno se naplaćuju. U nastavku rada prikazan je postupak odašiljanja GMDSS poruka/poziva i odašiljanje komercijalnih poruka(SMS)/poziva²¹.

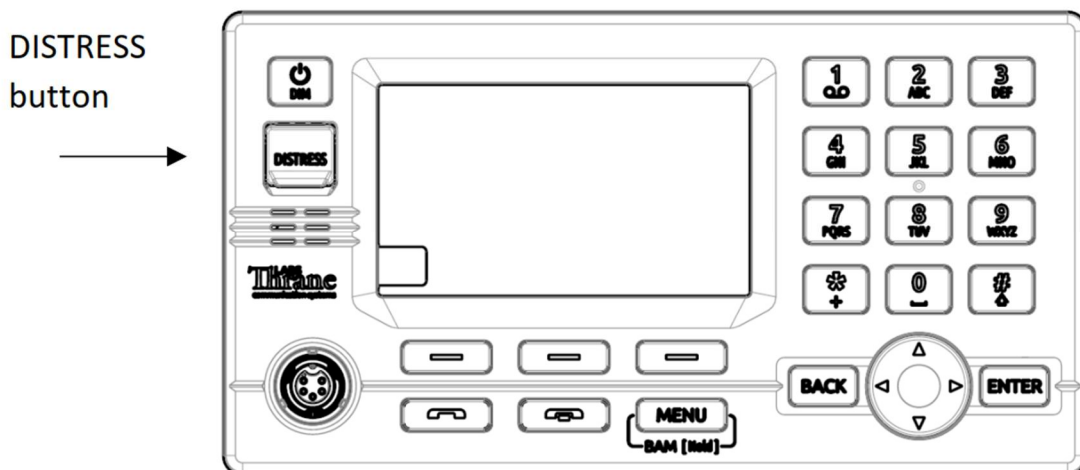
4.3.1 GMDSS poruke/pozivi

Unutar GMDSS sustava, poruke i pozivi podijeljeni su u tri stupnja prioriteta: Pogibelj, Hitnost i Sigurnost. Ako terminal za vrijeme obavljanja rutinskog poziva primi neki od poziva vezanih za GMDSS, rutinski poziv se stavlja na čekanje sve dok se poziv većeg prioriteta ne završi.

4.3.1.1 Odašiljanje alarma pogibelji i poziva pogibelji

Alarm pogibelji moguće je odaslati s upravljačke jedinice (slika 22.) i s alarm panela. Ako časnik u straži ne može, odnosno okolnosti mu ne dozvoljavaju pripremiti poziv (engl. Undesignated distress) potrebno je samo dignuti poklopac na upravljačkoj jedinici ili alarm panelu. Nakon toga potrebno je držati tipku POGIBELJ (engl. DISTRESS) tri sekunde (slika 23.). Na zaslonu upravljačke jedinice će se nakon držanja tipke DISTRESS prikazati:

1. Slanje alarma
2. Alarm primljen
3. Uspostavljanje poziva – ako je opcija automatskog uspostavljanja poziva operativna, poziv će se automatski uspostaviti s centrom za koordinaciju i spašavanje (engl. Rescue Coordination Center - RCC) nakon potvrđivanja alarma
4. Poziv aktivan
5. Poziv potvrđen (engl. Acknowledged)²¹



Slika 22. Prikaz tipke za uzbuñivanje

Izvor: Lars Thrane A/S, User & Installation Manual, LT-3100S GMDSS Satellite Communications System – 6.5.2021 (27.8.2024.)

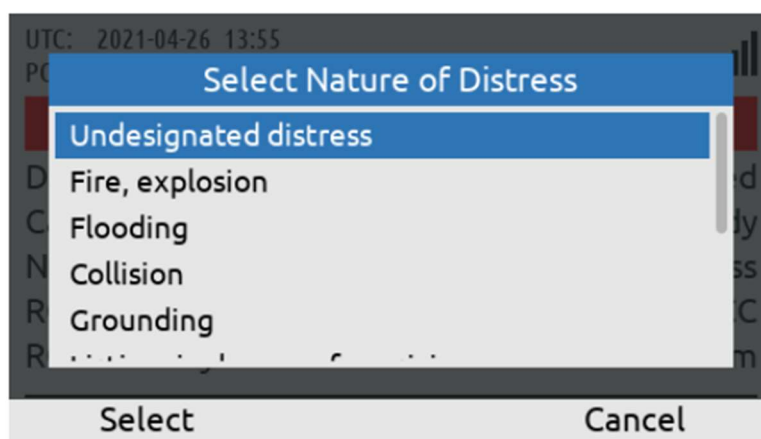


Slika 23. Aktivacija alarma pogibelji

Izvor: Lars Thrane A/S, User & Installation Manual, LT-3100S GMDSS Satellite Communications System – 6.5.2021 (27.8.2024.)

Ako je u mogućnosti, časnik u straži može pripremiti poziv pogibelji. U tom slučaju prije odašiljanja alarma potrebno je na upravljačkoj jedinici učiniti sljedeće:

- Pritisnuti tipku MENU
- Odabrati opciju GMDSS
- Odabrati opciju DISTRESS SETTINGS
- Pod opcijom DISTRESS SETTINGS (slika 24.) odabrati vrstu pogibelji (požar, naplavljivanje, sudar, nasukanje)²¹

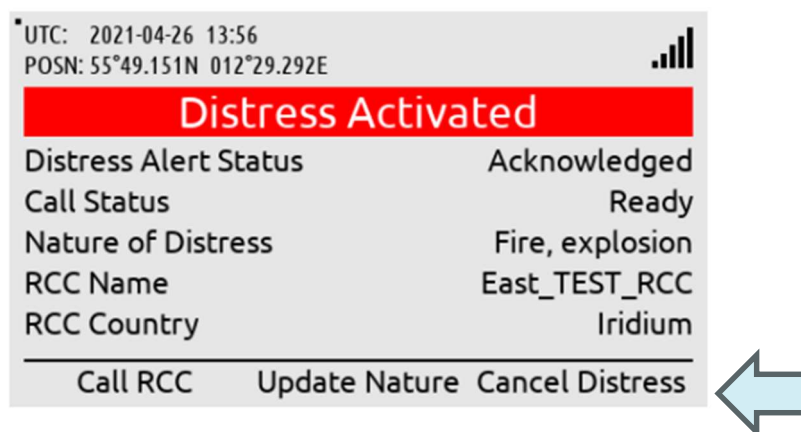


Slika 24. Izbornik vrste pogibelji

Izvor: Lars Thrane A/S, User & Installation Manual, LT-3100S GMDSS Satellite Communications System – 6.5.2021 (27.8.2024.)

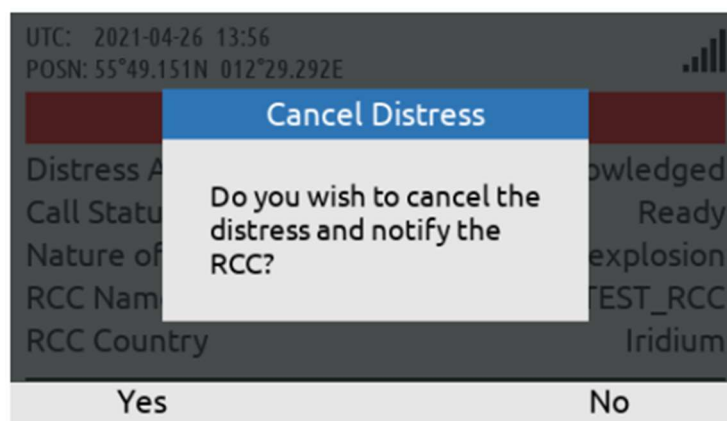
4.3.1.2 Poništavanje poziva pogibelji

U slučaju da je poziv pogibelji lažan potrebno ga je poništiti. Na upravljačkoj jedinici odabrati mogućnost poništi pogibelj (slika 25.) (engl. Cancel Distress). Nakon toga korisnik mora potvrditi poništavanje poziva pogibelji (slika 26.).



Slika 25. Poništavanje poziva pogibelji

Izvor: Lars Thrane A/S, User & Installation Manual, LT-3100S GMDSS Satellite Communications System – 6.5.2021 (27.8.2024.)



Slika 26. Potvrda o poništavanju poziva pogibelji

Izvor: Lars Thrane A/S, User & Installation Manual, LT-3100S GMDSS Satellite Communications System – 6.5.2021 (27.8.2024.)

Po završetku poništavanja lažnog poziva pogibelji IRIDIUM sustav će obavijestiti RCC o poništavanju poziva. Iako je obaviješten o poništavanju poziva, preporučuje se poslati poruku o poništavanju poziva pogibelji centru za koordinaciju koji je zaprimio lažnu uzbunu na sljedeći način:

Ime RCC koji je zaprimio poruku
THIS IS
Ime broda
Pozivni znak ili neka druga vrsta identifikacije
MMSI broj, pozicija
CANCEL MY DISTRESS ALERT OF DATE/TIME UTC
OVER²¹

4.3.1.3 Prosljeđivanje poziva pogibelji

Prosljeđivanje poziva pogibelji obavlja se ako:

- Nakon poziva pogibelji nema potvrde i poziv se ponavlja
- Nema daljnje komunikacije pogibelji
- Brod u pogibelji nije u mogućnosti uspostaviti komunikaciju pogibelji
- Zapovjednik broda u pogibelji smatra da je potrebna dodatna pomoć

Kod prosljeđivanja poziva pogibelji na korisničkom terminalu LT-3100S, poziv se može proslijediti RCC-u obliku glasovnog poziva na sljedeći način. Nakon aktiviranog poziva pogibelji prema određenom RCC-u, časnik u glasovnom pozivu izgovara:

MAYDAY RELAY (tri puta)
THIS IS
Ime broda koji poziva RCC (tri puta)
Pozivni znak
Podaci broda u nesreći

Kada je riječ o primanju prosljeđenog poziva pogibelji na korisnički terminal LT-3100S, RCC šalje prosljeđeni poziv pogibelji brodovima u obliku MSI poruke (slika 27.) putem IRIDIUM SafetyCast usluge (slika 29.).

Usluga IRIDIUM SafetyCast pruža brodovima informacije o navigacijskim i meteorološkim upozorenjima, meteorološkim prognozama, prosljeđenim pozivima pogibelji na relaciji kopno – brod, informacijama bitnim u SAR operacijama i druge bitne informacije u skladu sa SOLAS zahtjevima. Pruža mogućnost automatskog emitiranja poruka za fiksna (NAVAREA i METAREA) i prilagodljiva geografska područja (engl. User defined area) u svim morskim područjima uključujući i ona koja nisu pokrivena međunarodnom NAVTEX službom²².

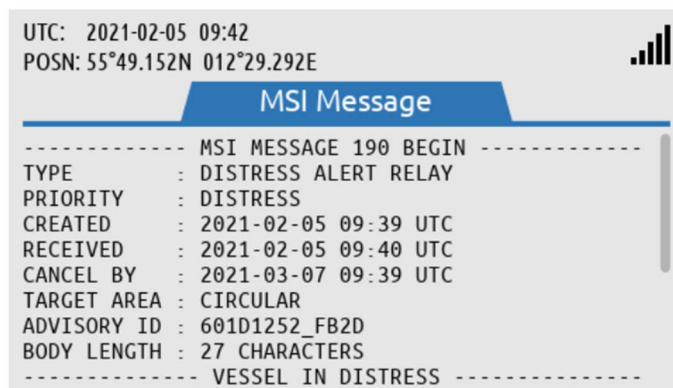
Priority	Class	Area	Cancel By
<input checked="" type="checkbox"/> DISTRESS	SAR	CIRC	2021-03-07 09:39
DISTRESS	SAR	CIRC	2021-03-06 09:07
DISTRESS	SAR	CIRC	2021-03-05 14:53

Slika 27. Primitak prosljeđene poruke pogibelji

*Izvor: Lars Thrane A/S, User & Installation Manual, LT-3100S
GMDSS Satellite Communications System – 6.5.2021*

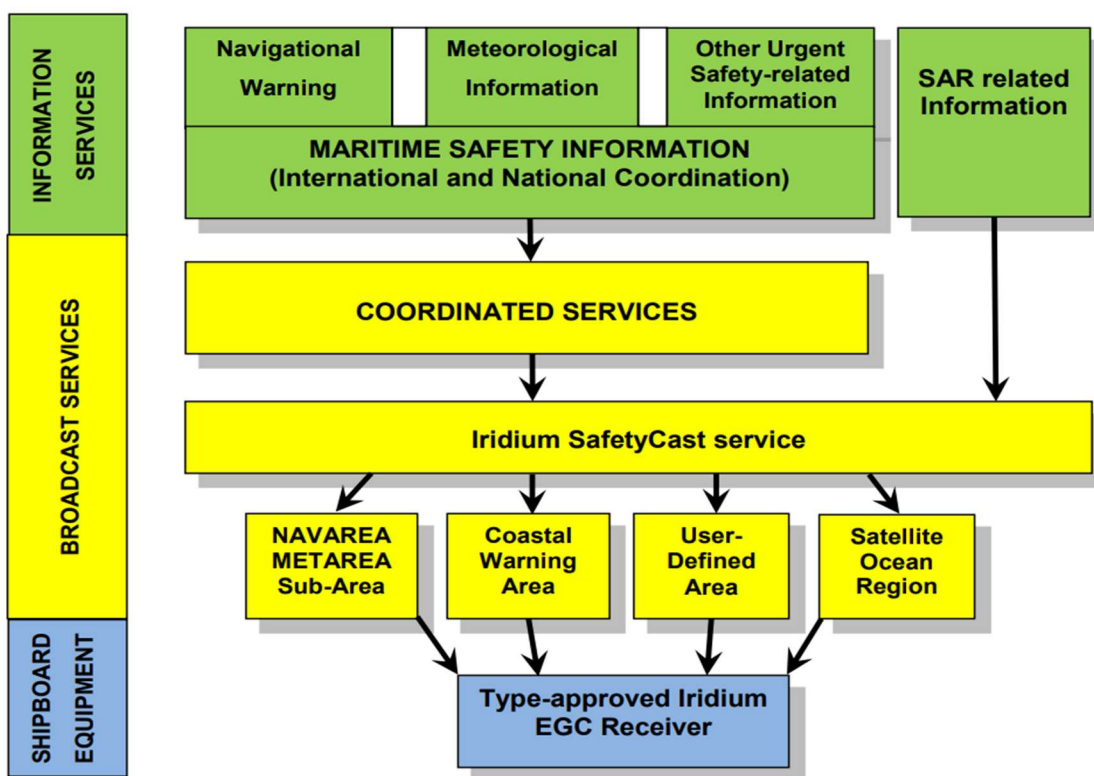
²² Izvor: IMO, MSC.1, Circ.1613 Rev.2, *IRIDIUM SafetyCast Service Manual*, 5.7.2023, <https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Safety/Documents/Documents%20relevant%20to%20GMDSS/MSC.1-Circ.1613-Rev.2.pdf> (1.9.2024)

Nakon zaprimljene poruke (slika 28.) potrebno je pratiti daljnje upute vezane za SAR operaciju.



Slika 28. Primjer prosljeđene poruke pogibelji

Izvor: Izvor: Lars Thrane A/S, User & Installation Manual, LT-3100S
GMDSS Satellite Communications System – 6.5.2021



Slika 29. Princip Iridium SafetyCast usluge

Izvor:

<https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Safety/Documents/Documents%20relevant%20to%20GMDSS/MSC.1-Circ.1613-Rev.2.pdf> (28.8.2024)

4.3.1.4 Pomorske sigurnosne informacije – MSI

Pomorske sigurnosne informacije – MSI, su informacije koje se na brodove koji imaju LT-3100S GDMSS terminal dostavljaju putem IRIDIUM SafetyCast usluge. Po svojoj prirodi ove informacije mogu biti vezane za navigacijska upozorenja (NAV), meteorološke prognoze (MET) i informacije vezane za traganje i spašavanje (SAR). MSI poruke podijeljene su u tri skupine prioriteta:

- Pogibelj
- Hitnost
- Sigurnost

Vrijeme odašiljanja MSI poruka ovisi o njihovom prioritetu. Ako se radi o MSI poruci čiji je prioritet pogibelj, emitira se odmah. Poruke čiji je prioritet hitnost mogu biti emitirane odmah ili im se može dodijeliti vrijeme emitiranja. Poruke s prioritetom sigurnost imaju zakazane vremenske intervale te se sukladno njima i emitiraju.

Tablica 8. prikazuje vrste poruka i njihove prioritete.

Tablica 8. Popis MSI poruka i njihovi prioriteti

Pomorske sigurnosne informacije unutar IRIDIUM GMDSS sustava				
Vrsta poruke	Vrsta upozorenja	Tijelo koje izdaje upozorenja	Područje emitiranja upozorenja	Prioritet
Navigacijsko upozorenje ili izvještaj	NAV	MSI	Pravokutnik, kružnica, NAVAREA, obalno	Sigurnost, Hitnost
Meteorološko upozorenje ili prognoza	MET	MSI	Pravokutnik, kružnica, METAREA, obalno	Sigurnost, Hitnost
Hitnost i sigurnost plovidbe	NAV, SAR	MSI, RCC	NAVAREA	Sigurnost, Hitnost
Proslijeđeni poziv pogibelji KOPNO - BROD	SAR	RCC	Pravokutnik, kružnica	Pogibelj
SAR koordinacija plovidbe	SAR	RCC	Pravokutnik, kružnica	Sigurnost, Hitnost, Pogibelj
Piratstvo - Izvješće o situaciji	NAV	MSI	Pravokutnik, kružnica, NAVAREA, obalno	Sigurnost
Upozorenje o napadu pirata	NAV	MSI	Pravokutnik, kružnica, NAVAREA, obalno	Hitnost

Izvor: Izradio student prema: User & Installation Manual, LT-3100S GMDSS Satellite Communications System - May 06,2021, stranica 88 (27.8.2024.)

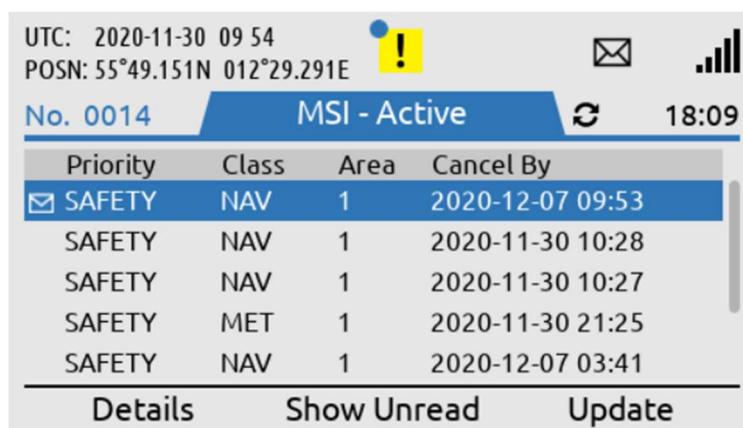
Po primitku MSI poruke na zaslonu uređaja pojaviti će se obavijest od poruci (slika 30.). Odabirom opcije MSI otvoriti će se izbornik s primljenim porukama (slika 31.). U njemu se nalaze informacije o MSI poruci:

- Prioritet poruke (engl. Priority)
- Vrsta poruke (engl. Class)
- Područje na kojem je poruka emitirana (engl. Area)
- Vrijeme poništenja poruke (engl. Cancel by)



Slika 30. Obavijest o MSI poruci

Izvor: User & Installation Manual, LT-3100S GMDSS Satellite Communications System - May 06,2021 (27.8.2024.)



Slika 31. Izbornik MSI poruke

Izvor: User & Installation Manual, LT-3100S GMDSS Satellite Communications System - May 06,2021 (27.8.2024.)

4.3.1.5 Sigurnosno pozivanje i slanje poruka

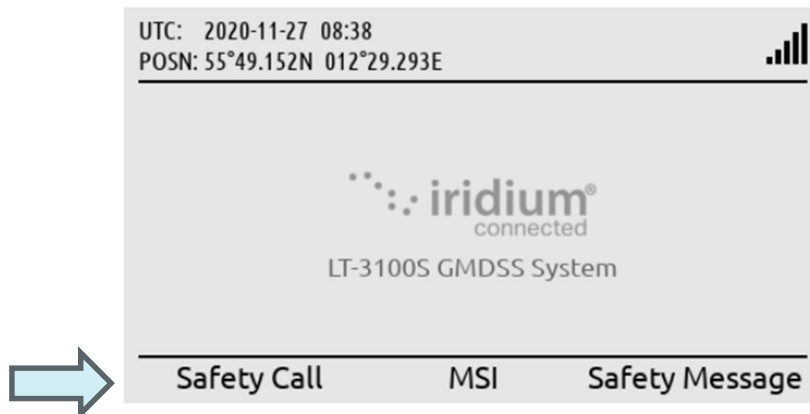
Sigurnosno pozivanje je mogućnost unutar IRIDIUM GMDSS paketa namijenjena za komunikaciju na relaciji brod – RCC. Ova vrsta pozivanja može se izvesti na dva načina:

1. Odabirom opcije "SAFETY CALL" na glavnom izborniku upravljačke jedinice. (Kod ove opcije poziv je upućen prema RCC-u koji je zadan u postavkama sustava)
2. Odabirom opcije "RCC kontakti". (Kod ove opcije korisnik ima mogućnost izbora kojem RCC-u želi uputiti poziv. Potrebno je na upravljačkoj jedinici otvoriti sljedeće izbornike: MENU > GMDSS > Safety contacts).

Kroz sljedećih nekoliko ilustracija prikazan je postupak upućivanja sigurnosnog poziva.

Upućivanje poziva – opcija "SAFETY CALL"

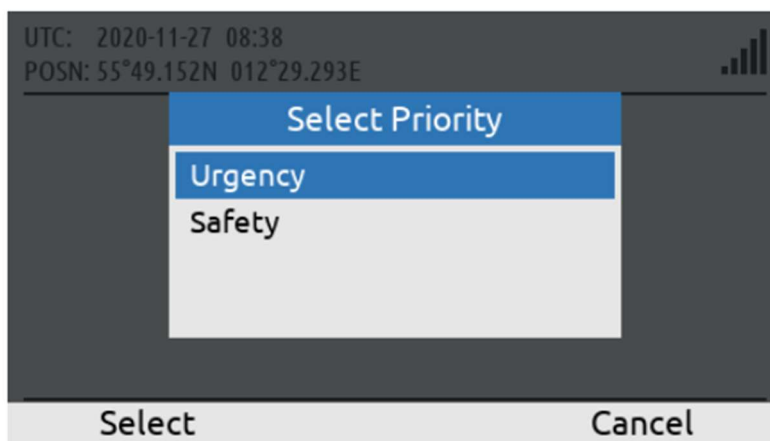
Slika 32., odabir opcije "SAFETY CALL" na glavnom izborniku.



Slika 32. Glavni izbornik - opcija "SAFETY CALL"

Izvor: User & Installation Manual, LT-3100S GMDSS Satellite Communications System - May 06, 2021 (27.8.2024.)

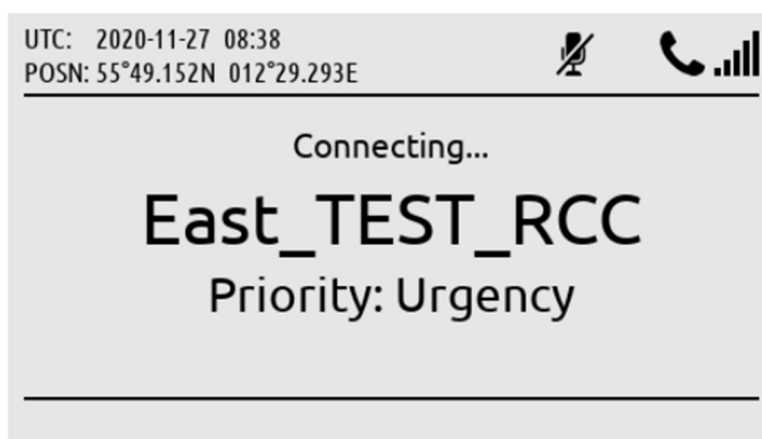
Slika 33., odabir prioriteta poziva (Sigurnost / Hitnost)



Slika 33. Odabir prioriteta poziva

Izvor: User & Installation Manual, LT-3100S GMDSS Satellite Communications System - May 06,2021 (27.8.2024.)

Slika 34., upućivanje poziva prema zadanom RCC-u.

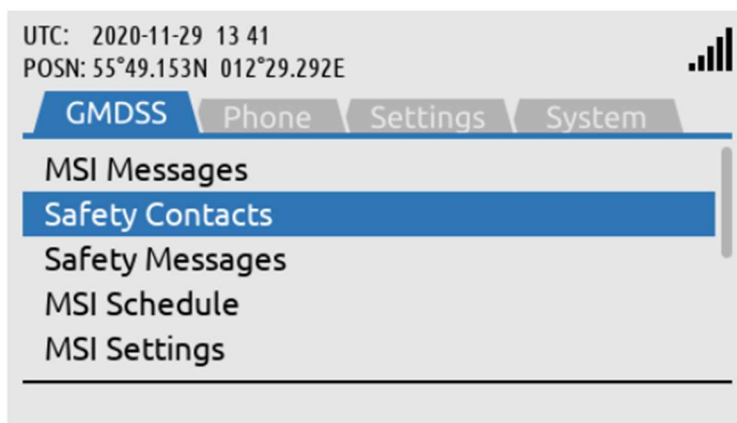


Slika 34. Upućivanje poziva prema zadanom RCC-u

Izvor: User & Installation Manual, LT-3100S GMDSS Satellite Communications System - May 06,2021 (27.8.2024.)

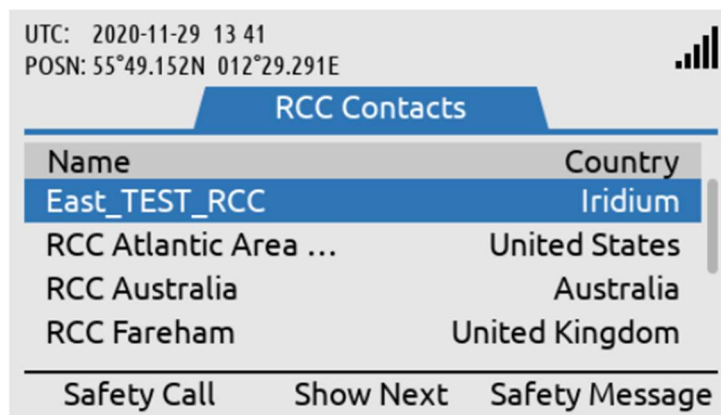
Upućivanje poziva – opcija "RCC kontakti"

Nakon što korisnik pritisne tipku "MENU" na upravljačkoj jedinici otvara se lista s ponuđenim izbornicima. Nakon odabira izbornika "GMDSS" (slika 35.), na padajućem izborniku potrebno je odabrati opciju "Safety contacts". Odabirom te opcije otvara se popis sa spremljenim RCC kontaktima (slika 36.).



Slika 35. Izbornik "GMDSS"

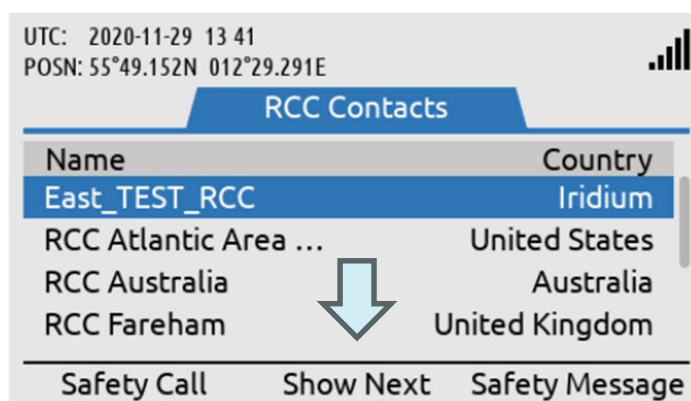
Izvor: User & Installation Manual, LT-3100S GMDSS Satellite Communications System - May 06,2021 (27.8.2024.)



Slika 36. Popis spremljenih RCC kontakata

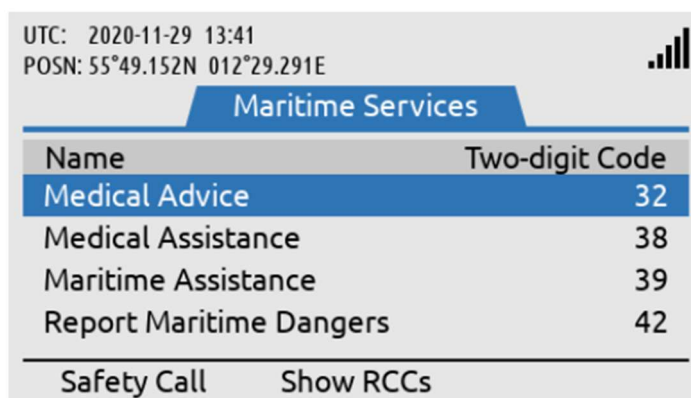
Izvor: User & Installation Manual, LT-3100S GMDSS Satellite Communications System - May 06,2021 (27.8.2024.)

Sustav IRIDIUM također podržava mogućnost sigurnosnih poziva u obliku dvoznamenkastih kodova za pozivanje. Uz pomoć ovih kodova unaprijed se određuje vrsta poziva, što uvelike olakšava posao časniku u straži. Upućivanje sigurnosnog poziva putem dvoznamenkastog koda može se izvesti tako da časnik na upravljačkoj jedinici upiše željeni kod, ili da potraži željeni kod u izborniku "Maritime services" (slika 38.). Do ovog izbornika dolazi se odabirom opcije "Safety Contacts" u GMDSS izborniku. Zatim se na izborniku "RCC Contacts" odabire opcija "Show next" (slika 37.) te se time otvara popis dostupnih dvoznamenkastih kodova.



Slika 37. Odabir opcije "Show next"

Izvor: User & Installation Manual, LT-3100S GMDSS Satellite Communications System - May 06, 2021 (27.8.2024.)



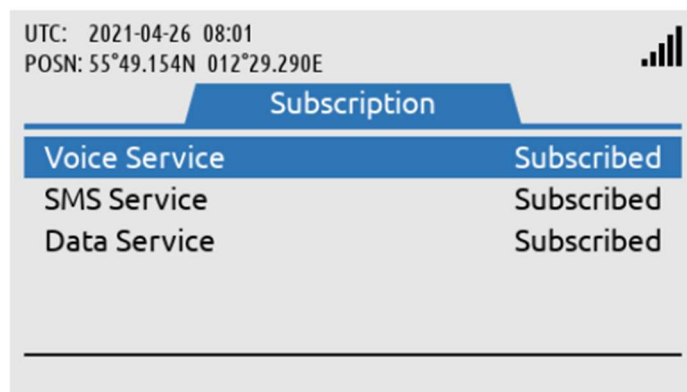
Slika 38. Izbornik "Maritime Services"

Izvor: User & Installation Manual, LT-3100S GMDSS Satellite Communications System - May 06, 2021 (27.8.2024.)

Slanje sigurnosnih poruka se obavlja na sličan način. Na glavnom izborniku se odabire opcija "SAFETY MESSAGE". Nakon odabira prioriteta poruke potrebno je pri završetku pisanja poruke stisnuti tipku "SEND".

4.3.2 Usluge van GMDSS sustava

Osim GMDSS usluga, putem LT-3100S korisničkog terminala moguće je obavljati generalne pozive, slanje poruka i razmjena podataka. S obzirom na to da se radi o uslugama koje su van GMDSS sustava, njihov prioritet je "Rutinska komunikacija". To znači da će se ove usluge obavljati zadnje, odnosno njihovo slanje ima najmanji prioritet u odnosu na ostale usluge koje su dio GMDSS usluga. Sve tri usluge moraju biti odobrene od strane IRIDIUM GMDSS pružatelja usluga kako bi se mogle koristiti. Kod kupnje uređaja, korisnik bira za koje usluge želi plaćati pretplatu. Status pretplata može se provjeriti na samom uređaju u izborniku sustava (slika 39.).



Slika 39. Prikaz statusa pretplata

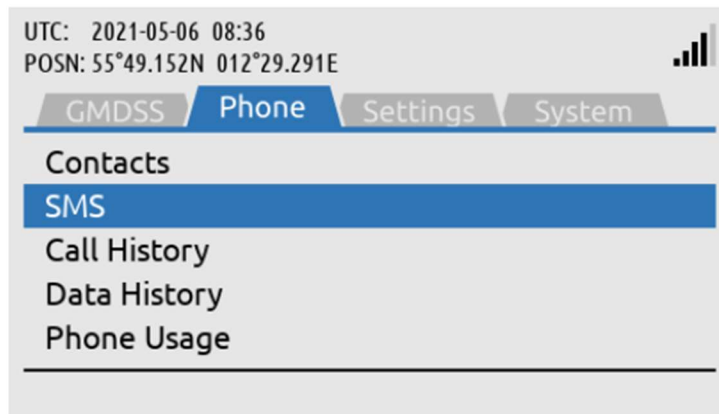
Izvor: User & Installation Manual, LT-3100S GMDSS Satellite Communications System - May 06, 2021 (27.8.2024.)

4.3.2.1 Generalni pozivi

Pozivanje putem LT-3100S korisničkog terminala može se započeti s dignutom slušalicom (engl. Off-hook), ali i sa spuštrenom slušalicom (engl. On-hook"). Kod pozivanja, željeni broj kojeg će se pozvati može se utipkati na glavnom izborniku, potražiti u izborniku spremljeni kontakti ili u izborniku povijest pozivanja. Kada se radi o dolaznom pozivu, uređaj kojim će se pozvati LT-3100S korisnički terminal, mora koristiti MSISDN broj.

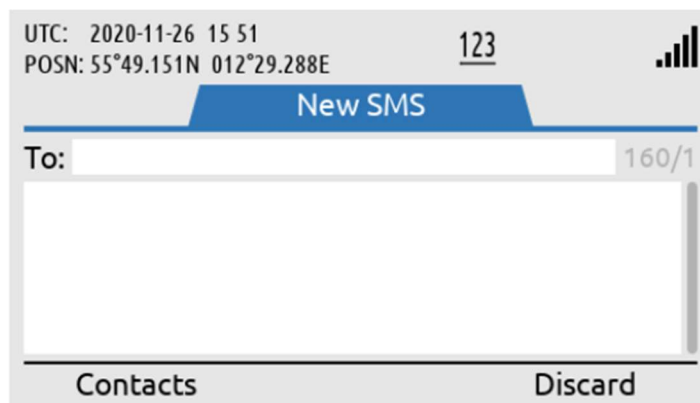
4.3.2.2 Generalno slanje poruka (SMS i e-mail)

Korisnički terminal LT-3100S može primiti i slati SMS poruke klasičnim telefonskim brojevima. Što znači da korisnik može, ako je ta opcija dozvoljena na uređaju, poslati poruku prema bilo kojoj fizičkoj osobi. Terminal također podržava slanje i primanje e-mail poruka. Ako se e-mail namjerava poslati korisniku koji koristi LT-3100S korisnički terminal potrebno je upisati pripadajući MSISDN broj. Za otvaranje opcije slanja poruka na upravljačkoj jedinici potrebno je odabrati izbornik "Phone" (slika 40.). U tom izborniku odabrati opciju "SMS", nakon čega se na glavnom zaslonu otvara kartica "SMS". Pritiskom na tipku nova poruka (engl. New SMS), otvorit će se prozor za pisanje poruke (slika 41.).



Slika 40. Izbornik "Phone"

Izvor: User & Installation Manual, LT-3100S GMDSS Satellite Communications System - May 06, 2021 (27.8.2024.)



Slika 41. Prozor "New SMS"

Izvor: User & Installation Manual, LT-3100S GMDSS Satellite Communications System - May 06, 2021 (27.8.2024.)

4.3.2.3 Razmjena podataka

LT-3100S GMDSS sustav podržava asinkrono automatsko pozivanje i upravljačko sučelje (V250) kako bi omogućio razmjenu podataka. To sučelje omogućava vanjskoj opremi da se koristi IRIDIUM 2.4 kbps podatkovnim uslugama (Direct Internet i RUDICS usluga). Podatkovna usluga Direct Internet koristi se za spajanje na Internet putem telefonske mreže, a podatkovna usluga RUDICS se često koristi za IRIDIUM pružatelje usluga (podržava programe za slanje e-mailova). Samu uslugu razmjene podataka potrebno je aktivirati na upravljačkoj jedinici (LT-3110S) u postavkama sustava. Nakon aktivacije korisnik može spojiti osobno računalo na upravljačku jedinicu putem ethernet kabela. Usluga razmjene podataka također spada pod prioritet rutinskih poziva, u slučaju da se zaprimi neki od poziva većeg prioriteta poziv se stavlja na čekanje²¹.

5. ZAKLJUČAK

Komunikacija putem satelita se od samog početka pokazala kao pouzdan alat pri obavljanju svakodnevnih poslova u velikom broju djelatnosti. Usprkos svim poteškoćama koje su je zadesile, kompanija IRIDIUM je uspjela postaviti novu mrežu satelita a time otvorila vrata za razvoj novih mogućnosti koje pruža satelitski sustav. Kroz svoju široku paletu usluga, kompanija IRIDIUM se postavila kao ozbiljan konkurent na tržištu satelitskih usluga pa tako i u pomorstvu. Uz INMARSAT, trenutno su jedini satelitski sustav čiji je korisnički terminal odobren od strane IMO-a za korištenje unutar GMDSS sustava.

Pozicioniranjem velikog broja satelita u nisku Zemljinu orbitu postignuta je globalna pokrivenost, a korištenjem signala u L frekvencijskom spektru smanjena je mogućnost slabljenja signala zbog utjecaja vremenskih nepogoda. Osim globalne pokrivenosti i pouzdanosti u satelitskom signalu, IRIDIUM se ističe i svojom jednostavnošću kod korištenja. Jednim IRIDIUM LT-3100S GMDSS terminalom moguće je obavljati komunikacije vezane za GMDSS usluge i rutinske pozive. Jednostavnost upotrebe ovog uređaja prepoznaje se kod uzbunjivanja u slučaju pogibelji. Pritiskom na gumb "Distress", terminal se automatski povezuje s predodređenima centrom za koordinaciju, a sam centar dobiva podatke o identifikaciji pozivatelja što skraćuje vrijeme komunikacije koje je jako bitno u takvim situacijama.

Mišljenja sam da će se ovaj korisnički terminal zadržati duže vrijeme na brodovima jer je kompanija IRIDIUM trenutno jedina koja pruža ovako širok spektar usluga na globalnoj razini uz minimalnu potrebu za dodatnim uređajima.

LITERATURA

INTERNETSKI IZVORI

1. Aireon, Iridium Constellation, <https://aireon.com/iridium-constellation/> (26.06.2024.)
2. Apollo Satellite, Ground Network With Iridium Infrastructure, <https://apollosat.com/iridium-networks-ground-infrastructure/> (28.06.2024.)
3. Apollo satellite, The Iridium system, <https://apollosat.com/the-iridium-system/> (26.06.2024.)
4. ESRI, SatelliteXplorer, <https://geoxc-apps.bd.esri.com/space/satellite-explorer/#norad=28187> (13.06.2024.)
5. Hayman j., SatMagazine: A look at ... Early Maritime Satellites, 4.2013, <http://www.satmagazine.com/story.php?number=2087509845> (10.06.2024)
6. IMO, Introduction/History, <https://www.imo.org/en/OurWork/Safety/Pages/Introduction-history.aspx> (13.06.2024.)
7. IMO, Radio Communications and Rescue, <https://www.imo.org/en/OurWork/Safety/Pages/RadiaCommunicationsSearchRescue-Default.aspx> (04.07.2024)
8. Iridium Communications Inc., Products, <https://www.iridium.com/products/> (03.07.2024.)
9. Iridium Communications Inc., Services, <https://www.iridium.com/services/> (19.06.2024.)
10. Iridium Museum, Timeline, Timeline <https://www.iridiummuseum.com/timeline/#timeline> (28.06.2024.)
11. Kennewell j., McDonald A., The Bureau of Meteorology: Satellite Communications and Space Weather, 2024, <https://www.sws.bom.gov.au/Educational/1/3/2> (18.06.2024.)
12. Labrador V., Encyclopaedia Britannica: Development of satellite communication, 10.6.2024, <https://www.britannica.com/technology/satellite-communication/Development-of-satellite-communication> (10.04.2024.)
13. Murata inovator in electronics, Multiplexing and Multiple Access, <https://article.murata.com/en-sg/article/multiplexing-and-multiple-access-1> (26.06.2024.)

14. NASA, NASA Space Science Data Coordinated Archive: Sputnik 1, 1957,
<https://nssdc.gsfc.nasa.gov/nmc/spacecraft/display.action?id=1957-001B> (18.04.2024)
15. Smithsonian National Air and Space Museum, Communication Satellite SCORE,
https://airandspace.si.edu/collection-objects/communications-satellite-score/nasm_A20030091000 (25.04.2024)
16. Spaceflight 101, Iridium NEXT, <https://spaceflight101.com/spacecraft/iridium-next/>
(28.06.2024.)
17. Tominac M., EYE HR: Hrvatski inženjeri, Herman Potočnik, 10.6.2019,
<https://eyecro.wordpress.com/2019/06/10/hrvatski-inzenjeri-herman-potocnik/>
(18.04.2024.)

OSTALI IZVORI

18. IMO, COMSAR.1, Circ.32-Rev.2, 3.7.2023, p. 10-10., p. 6-7., (4.7.2024)
19. IMO, MSC.1, Circ.1613 Rev.2, *IRIDIUM SafetyCast Service Manual*, 5.7.2023,
<https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Safety/Documents/Documents%20relevant%20to%20GMDSS/MSC.1-Circ.1613-Rev.2.pdf> (1.9.2024)
20. Lars Thrane A/S, User and Installation Manual, LT-3100S GMDSS Satellite Communications System, 6.5.2023, (27.8.2024)
21. Mrak Z., Pomorske komunikacije, GMDSS uvod, 2023, https://moodle.srce.hr/2023-2024/pluginfile.php/8654701/mod_resource/content/3/5%20GMDSS%20uvod.pdf
(04.07.2024.)
22. Mrak Z., Pomorske komunikacije: Satelitske komunikacije, 2023,
https://moodle.srce.hr/2023-2024/pluginfile.php/8654707/mod_resource/content/1/11%20Satelitske%20komunikacije.pdf (10.06.2024)

POPIS SLIKA

Slika 1. Sputnik 1	4
Slika 2. Marisat 1	5
Slika 3. Prikaz udaljenosti satelita.....	6
Slika 4. Iridium NEXT - izgled satelita	13
Slika 5. Prikaz pokrivenosti - "Spot beam"	14
Slika 6. IRIDIUM GO.....	18
Slika 7. EveryWHERE inREACH mini2.....	18
Slika 8. Iridium 9575A.....	18
Slika 9. LT4100L.....	18
Slika 10. IC-SAT 100	19
Slika 11. IC-SAT 100M.....	19
Slika 12. Iridium LT-3100S GMDSS sustav	27
Slika 13. Upravljačka jedinica - prednji prikaz	28
Slika 14. Upravljačka jedinica - stražnji prikaz.....	29
Slika 15. Slušalica	30
Slika 16. Antena LT-3130S.....	31
Slika 17. Piktogram opasnosti-Opasnost zračenja.....	31
Slika 18. Jedinica sučelja	32
Slika 19. Alarm panel.....	33
Slika 20. LT-3100S GMDSS terminal s popratnim elementima.....	35
Slika 21. Iridium GMDSS SIM kartica.....	36
Slika 22. Prikaz tipke za uzbuđivanje.....	38
Slika 23. Aktivacija alarma pogibelji	39
Slika 24. Izbornik vrste pogibelji.....	39
Slika 25. Poništavanje poziva pogibelji	40
Slika 26. Potvrda o poništavanju poziva pogibelji	40
Slika 27. Primitak prosljeđene poruke pogibelji.....	42
Slika 28. Primjer prosljeđene poruke pogibelji	43
Slika 29. Princip Iridium SafetyCast usluge.....	43
Slika 30. Obavijest o MSI poruci.....	46
Slika 31. Izbornik IMS poruke	46
Slika 32. Glavni izbornik - opcija "SAFETY CALL"	47
Slika 33. Odabir prioriteta poziva	48
Slika 34. Upućivanje poziva prema zadanom RCC-u.....	48

Slika 35. Izbornik "GMDSS"	49
Slika 36. Popis spremljenih RCC kontakata	49
Slika 37. Odabir opcije "Show next"	50
Slika 38. Izbornik "Maritime Services"	50
Slika 39. Prikaz statusa pretplata	51
Slika 40. Izbornik "Phone"	52
Slika 41. Prozor "New SMS"	52

POPIS TABLICA

Tablica 1. Zahtjevi za opremanje SOLAS brodova.....	26
Tablica 2. Tehničke karakteristike Upravljačke jedinice	30
Tablica 3. Tehničke karakteristike slušalice.....	31
Tablica 4. Tehničke karakteristike antene	32
Tablica 5. Tehničke karakteristike jedinice sučelja.....	33
Tablica 6. Tehničke karakteristike alarm panela	34
Tablica 7. Izgled obrasca za aktivaciju	37
Tablica 8. Popis MSI poruka i njihovi prioriteti.....	45