

## SATCOM - TRANSMISIJSKA OSNOVA U INFORMATIZACIJI POMORSTVA

UDK 656.61 : 621.396/.397

Stručni rad

### Sažetak

Ubrzani razvoj satelitskih komunikacija u pomorstvu - SATCOM, zasnovanih na koncepciji Međunarodnog pomorskog satelitskog sustava - INMARSAT (International Maritime Satellite System), ima nesagledivo značenje u informatizaciji broda, a time i u razvoju cjelokupne pomorske privrede.

Uspoređujući karakteristike već postojećih analognih sustava INMARSAT-A i INMARSAT-C, kao prilično limitirajuće transmisijske osnove u informatizaciji broda, te budućih digitalnih sustava INMARSAT-B i INMARSAT-M, koji će omogućiti da se uvedu sasvim nove telematičke usluge i službe, u potpunosti se uviđa što sve satelitske komunikacije donose u području informatizacije broda i kako time utječu na pomorsku tehnologiju u svim segmentima.

### UVOD

Uz postojeći sustav INMARSAT-A, koji je za nekoliko godina već postao standardom za satelitsku komunikaciju - SATCOM (Satellite Communications), te uvođenjem sustava INMARSAT-C (C-standarda), kao jeftinije alternative za manje plovne jedinice koje razmjenjuju manju količinu podataka, iz korijena su se izmijenile brodске komunikacije, a time i transmisijska osnova za informatizaciju broda i pomorske privrede uopće.

Skorim uvođenjem dva nova digitalna sustava, INMARSAT-B i INMARSAT-M, otvaraju se sasvim nove perspektive za komunikaciju i telematičke usluge, a posebno je aktualan prijenos raznovrsnih oblika informacija u svjetlu Elektroničke razmjene poslovnih dokumenata - EDI (Electronic Data Interchange), kojem se prognozira eksplozivan razvoj do pozicije druge najmasovnije telekomunikacijske usluge, odmah iza telefonije.

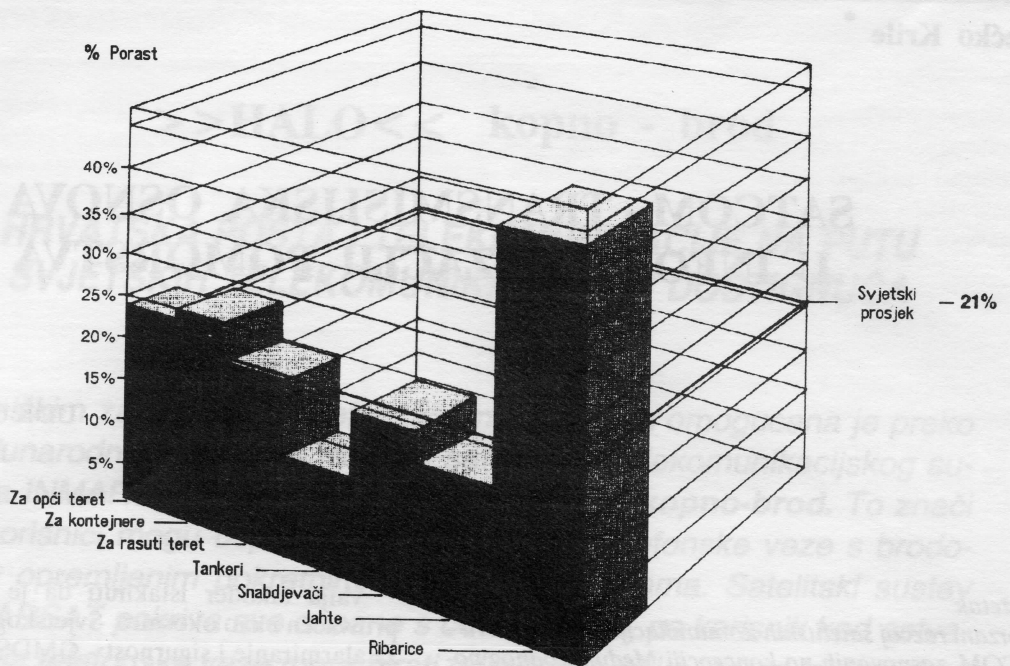
Valja također istaknuti da je INMARSAT-sustav prihvaćen i kao okosnica Svjetskog pomorskog sustava za alarmiranje i sigurnost - GMDSS (Global Maritime Distress and Safety System), što upućuje na njegovo ključno mjesto u brodskim komunikacijama pa i u svjetskom telekomunikacijskom sustavu uopće. Usporedbom komunikacijskih karakteristika postojećih i budućih INMARSAT-sustava može se bolje uočiti nagli razvoj tehnologije i prednosti koje ona donosi, i tako biti ukorak s tokovima u informatizaciji pomorske privrede, koja doživljava velike promjene, baš zahvaljujući naglom razvoju satelitskih komunikacija.

### INMARSAT-A (Standard-A)

INMARSAT-A je dobro znani i trenutno nezamjenljivi SATCOM, već ustanovljen kao standard-A i takav se i dalje ugrađuje u novogradnje i u postojeće objekte s godišnjom stopom porasta većom od 20%, što je izuzetni poslovni rezultat. Danas ima više od 13.000 ugrađenih brodskih stanica - SES (Ship Earth Station), a to znači da se ukupni broj stanica povećao četiri puta u proteklih 5-6 godina.

Veća je stopa godišnjeg porasta od prosjeka na terebnim brodovima (dijagram sa slike 1.) dok tankeri prednjače u smislu ukupne tonaže, s više od 2.000 ugrađenih SES, a iznad prosjeka su i ribarice te brodovi za prijevoz kontejnera. Očit je veliki potencijal na tržištu pa će uslijediti veliki tehnološki zamah i ponuda mnogobrojnih proizvođača opreme, a to će omogućiti da se visoka stopa porasta održi. Tomu ide u prilog i podatak da više od 18.000 brodova od preko 100 BRT još nije opremljeno sa SES, što se lijepo vidi na dijagramu sa slike 2. Jedino je u SAD prodor na tržište dostigao stopu od 50%, dok je u ostalim zemljama još i dalje nizak, od oko 10% (dijagram sa slike 3.). U brojnim zemljama, a posebno za plovne objekte manje od 1.600 BRT, čvrsta je odluka da se SES ugrađuje, jedino što nagli razvoj tehnologije omogućuje izbor sustava s obzirom na tip broda i specifičnost potrebne komunikacije.

\* mr. Srećko Krile, dipl.inž.  
Pomorski fakultet Dubrovnik  
Dubrovnik



Slika 1. Godišnji porast SES-ugradnja za pojedine vrste brodova

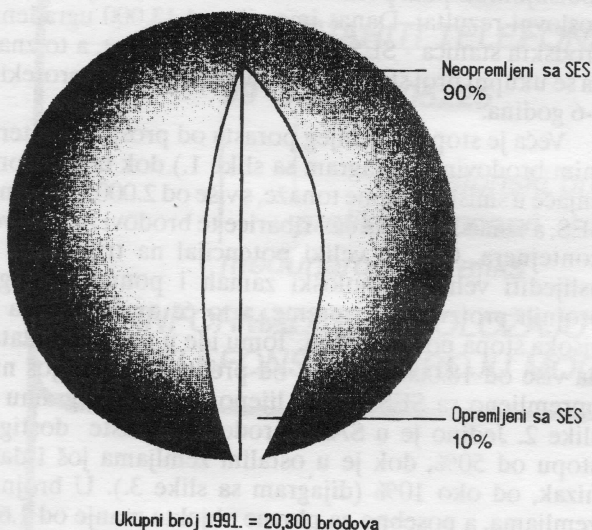
INMARSAT-A je analogni sustav za prijenos govora (telefonije) i telematičkih usluga, kao što su telex i faksimil, s kapacitetima prijenosa i konstrukcijskim karakteristikama vidljivim iz tablice 1. S obzirom na brzinu prijenosa može se reći da ovaj sustav omogućuje više vrsta transmisije. Malim brzinama (50 - 300 bit/s) koristi se za telegrafsku službu dok srednje brzine (600 - 9600

bit/s) služe za druge telematičke službe, a kroz isti kanal ide i prijenos govora. Pogodnosti su u tomu što je ova vrsta kanala (telefonski kanal) uobičajena širom svijeta pa se komutiranim vezama kroz razne nacionalne telekomunikacijske mreže ostvaruje veza s bilo kojim sudionikom na kopnu. Za ostvarivanje prijenosa podataka potrebni su i modemi na krajevima veze, ali oni su redovito vrlo jeftini i omogućuju biranje i automatsku kontrolu.

Budući se ovim sustavom nije predviđao prijenos podataka, za tu svrhu se koristi govorni (telefonski) kanal koji se ne uklapa u suvremeno informatičko okruženje, a zbog analogne transmisije prijenos podataka može biti otežan i nepouzdan.

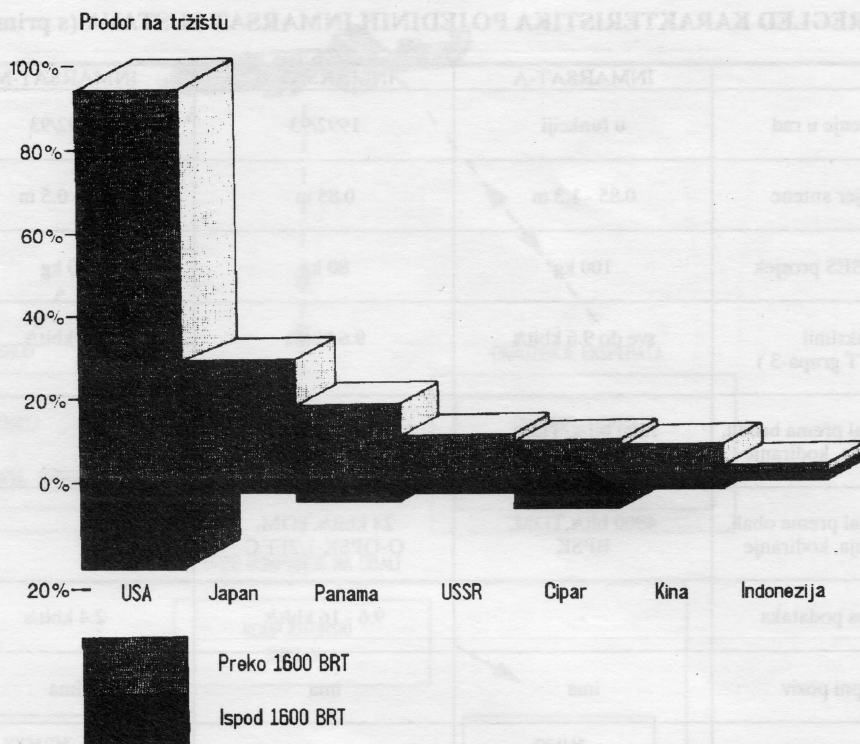
Velike brzine (više od 48 kbit/s) služe za slanje velike količine podataka u specifičnim okolnostima, tj. s brodova posebne namjene preko iznajmljenih (skupih) veza, pa nemaju veće značenje jer ih zemaljske telekomunikacijske mreže ne mogu prosljeđivati prema biranom (željenom) sudioniku, niti se mogu uklopiti u suvremene digitalne komunikacijske mreže u smislu Digitalne mreže integriranih službi - ISDN (Integrated Services in Digital Network).

Prepoznatljivost prisutnosti ovakvih sustava na brodovima su velike parabolične (usmjerene) antene u zaštitnom kućištu, kao na slici 4.

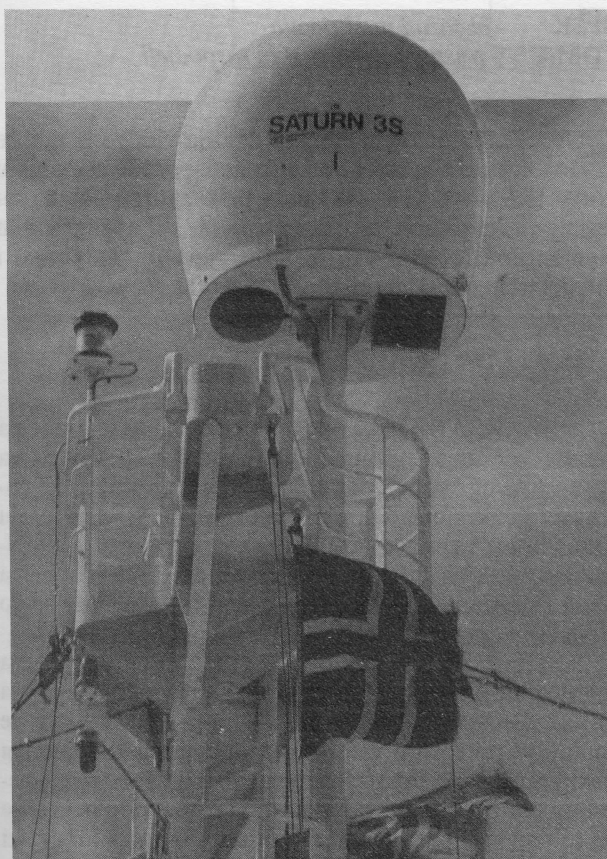


Slika 2. Trenutna pokrivenost brodova za generalni (opći) teret sa SES-opremom.





Slika 3. Trenutna pokrivenost tržišta u pojedinim pomorskim zemaljama.



Slika 4. Tipični izgled usmjerene parabolične antene zaštićene kućištem za INMARSAT-A sustav

### INMARSAT-C (Standard-C)

Uvođenjem sustava INMARSAT-C, kao jeftinije i time pristupačnije alternative od "snažnijeg" (svestranijeg) INMARSAT-A, označava revoluciju u rasprostranjenosti satelitskih komunikacija jer će se ovim sustavom koristiti i drugi mobilni korisnici, a ne samo brodovi. Tako se očekuje integracija raznorodnih mobilnih korisnika (na moru, na kopnu i u zraku) koje povezuje zajednički posao. U pomorstvu bi se ovim sustavom služile manje plovne jedinice, pogotovu ribarice, obalna služba i jahte; sa znatno jednostavnijom opremom (time i znatno nižom cijenom), ali i s bitno skromnijim transmisijskim mogućnostima, tj. bez telefonije (prijenos govora) jer manja brzina prijenosa omogućuje samo telex-službu i prijenos podataka. Bez obzira na skromnu brzinu prijenosa podataka (600 bit/s), ovaj sustav ima važnu ulogu u informatizaciji broda jer se uklapa u informatičko okruženje. Kanal za prijenos podataka podržava X.25 format (preporuka CCITT- a) pa se lako vezuje u specijalizirane mreže za prijenos podataka s komutacijom paketa. Brzina od 600 bit/s omogućuje poruke i izvještaje duge nekoliko pisanih stranica, a korisnici takvih plovila obično trebaju kratke, ali vrlo česte izmjene podataka.

Takoder se ugrađuje i kao rezervni sustav za veće plovne jedinice. Kao i INMARSAT-A, ovaj sustav podržava Poboļšani grupni poziv - EGC (Enhanced Group Call) i uklapa se u zahtjeve Svjetskog pomorskog sustava za alarmiranje i sigurnost - GMDSS.

Tablica 1.

## PREGLED KARAKTERISTIKA POJEDINIH INMARSAT SUSTAVA (s primjenom u pomorstvu)

	INMARSAT-A	INMARSAT-B	INMARSAT-M	INMARSAT-C
Uvođenje u rad	u funkciji	1992/93	1992/93	u funkciji
Promjer antene	0.85 - 1.3 m	0.85 m	0.4 - 0.5 m	0.3 m
Težina SES prosjek	100 kg	80 kg	30 kg	7 kg
Faksimil (CCITT grupa-3)	sve do 9.6 kbit/s	9.6 kbit/s	2.4 kbit/s	-
Teleks kanal prema brodu, modulacija, kodiranje	1200 bit/s, TDM, BPSK	6 kbit/s, TDM, BPSK-1/2FEC	-	600 bit/s, BPSK, 1/2 FEC
Teleks kanal prema obali, modulacija, kodiranje	4800 bit/s, TDM, BPSK	24 kbit/s, TDM, O-QPSK-1/2FEC	-	600 bit/s, BPSK, 1/2 FEC
Prijenos podataka	-	9.6 - 16 kbit/s	2.4 kbit/s	600 bit/s
Grupni poziv	ima	ima	ima	ima
Prijenos velike brzine	56 kbit/s, (prema obali)	planirano	nema	nema
Mogućnost više kanala	2/4 kanala	planirano	nema	nema

O-QPSK - izlazna kvarternarna-fazna modulacija

FEC - korekcija prema naprijed

TDM - vremenski multipleks

BPSK - bi-fazna modulacija

TDMA - pristup u vremenskoj raspodjeli



Slika 5. Prikaz SES-opreme sustava INMARSAT-C od različitih proizvođača

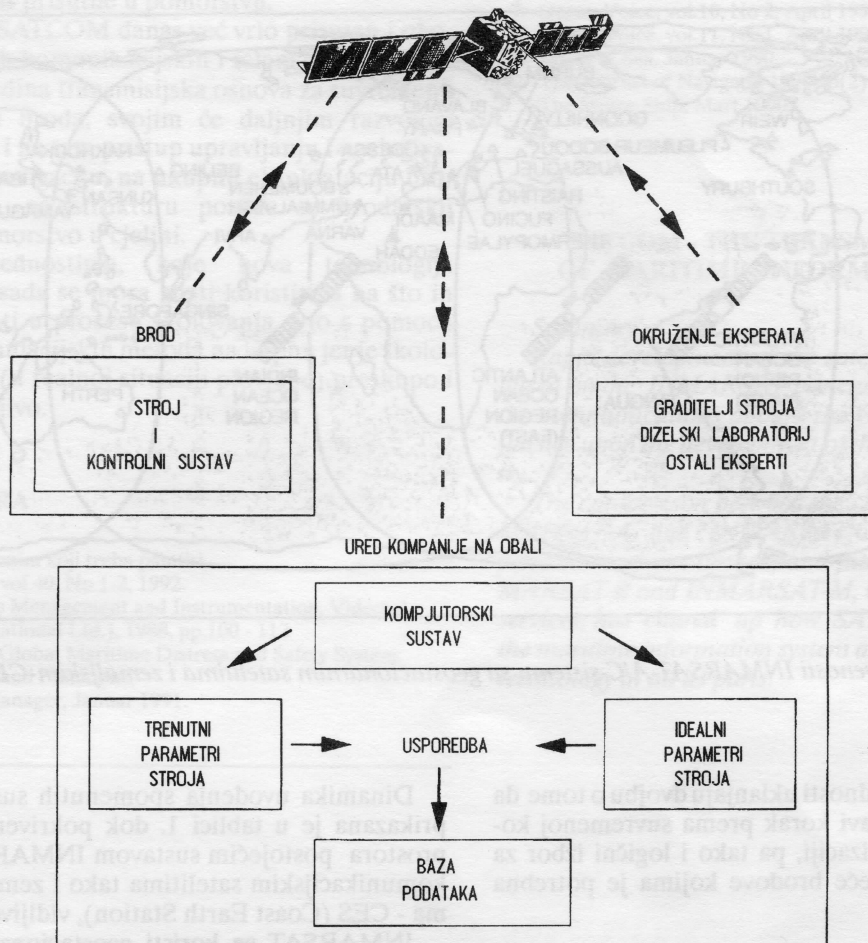
Usporedba nekih tehničkih detalja vidi se iz tablice 1., dok što se tiče cijene ona je neusporedivo manja u korist INMARSAT-C. Na slici 5. prikazani su standardni terminali različitih proizvođača sa svim potrebnim elementima (i vrlo malom višesmjernom antenom) i prosječnom cijenom od oko US\$ 8.000.

## INMARSAT-B

INMARSAT-B je sustav budućnosti, i to je digitalna verzija već dugo nezamjenljivog INMARSAT-A. Oba sustava će egzistirati paralelno izvjesno vrijeme i postupno će se povlačiti stare tehnologije jer se moraju opravdati ulaganja koja su bila znatna (prisutnost INMARSAT-A na tržištu očekuje se do 1996. godine, a puna se funkcija sustava garantira najmanje do 2005/2006. godine).

Sustav se zasniva na novoj digitalnoj tehnologiji koja omogućuje efikasnije iskorištenje L-frekventnog pojasa (1 - 2 GHz) i potpuno potiskivanje vala nosioca te smanjuje potrošnju satelitskog napajanja. Također su postignute veće brzine transmisije upotrebom vremenskog multipleksa i kvarternarne fazne modulacije. Sve su to osnovni parametri koji određuju komunikacijski kapacitet satelita, a time i cijenu uspostavljene komunikacije, pa se očekuju cijene čak od US\$ 4 - 5/min, što je polovica današnje.





Slika 6. Širokopolasni prenos podataka preko satelita omogućuje bitno drugačiji pristup u poslovanju brodarskih kompanija

Digitalna tehnika također čini jednostavnijim razvojni i proizvodni proces, a što je podjednako važno i za proizvođača i za korisnika (kupca). INMARSAT-B svladava trenutne limite u području signalizacije i kapaciteta prijenosa te nas uvodi u 21. stoljeće udovoljavajući zahtjevima da se smanji potrošnja napajanja na satelitu i da se smanji frekventni pojas po kanalu, a da se istodobno poboljša kvaliteta prijenosa postojećeg sustava i omogući opća informatizacija broda uvođenjem novih telematičkih usluga i služba, danas još uvijek nesagledivih u cjelosti.

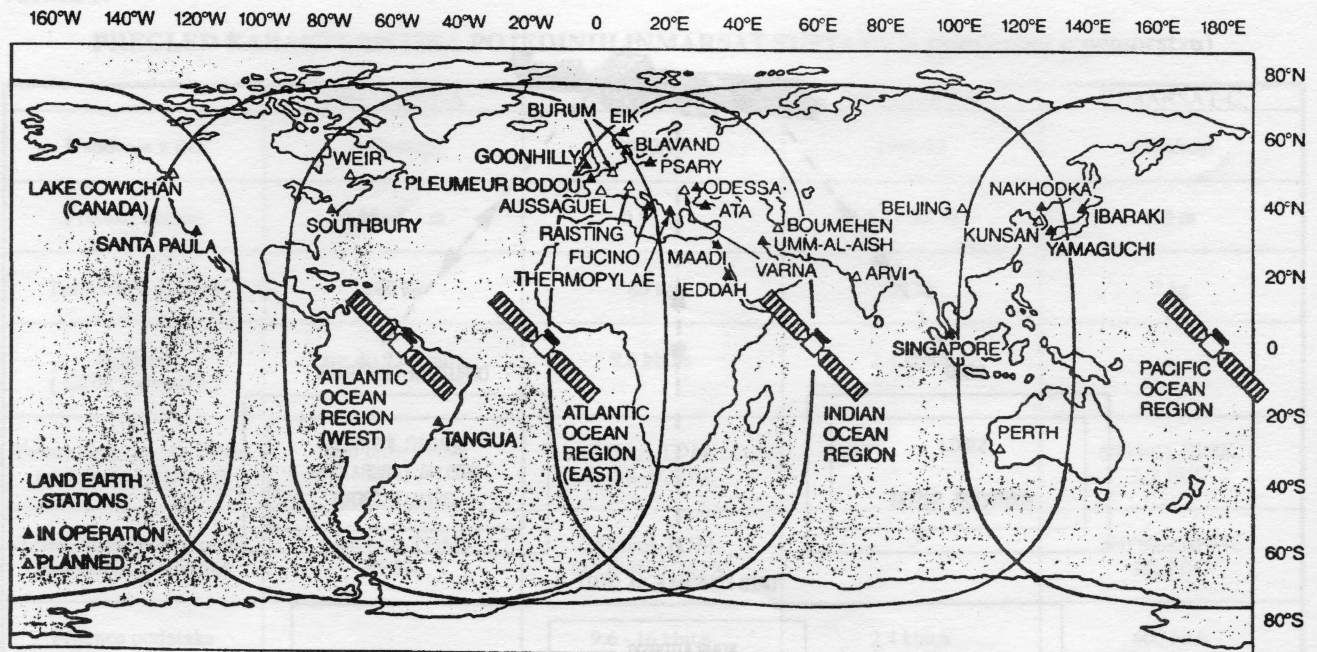
Komunikacijske mogućnosti, konstrukcijske karakteristike i planirana dinamika razvoja ovog sustava vide se iz tablice 1.

Svakako valja istaknuti da INMARSAT-B nudi ove prednosti:

- veliki potencijal u obaranju cijene komunikacije;
- veliku brzinu prijenosa podataka od 16 kbit/s i službu faksimila s brzinom prijenosa od 9,6 kbit/s;

- izravno biranje do lokalne razine na plovilu;
- ispunjava sve zahtjeve koje postavlja GMDSS;
- mogućnosti za buduće proširenje prema širokopolasnoj transmisiji i dobru osnovu za uvođenje "Širokopolasne digitalne mreže integriranih služba" - B-ISDN (Broadband Integrated Services in Digital Network).

O posljednjoj prednosti najbolje svjedoči slika 6. na kojoj su prepoznatljivi i sasvim novi pristupi u upravljanju broda, a utemeljeni na njegovoj općoj informatizaciji preko širokopolasne komunikacije, kao kvalitetne transmisijnske osnove za povezivanje broda s kopnom (brzinom prijenosa od 56 - 64 kbit/s) što je trenutno u fazi istraživanja u znanstvenoj grupi zvanoj Marin-ABC (Marine Industry Application of Baseband Communication - Primjena širokopolasne komunikacije u pomorstvu).



Slika 7. Prikaz pokrivenosti INMARSAT-A/C sistema sa geostacionarnim satelitima i zemaljskim-CES stanicama

Sve spomenute prednosti uklanjaju dvojbu o tome da će ovaj sustav biti pravi korak prema suvremenoj komunikaciji i informatizaciji, pa tako i logični izbor za novogradnje i postojeće brodove kojima je potrebna nova mladost.

## INMARSAT-M

Za ovaj sustav moglo bi se reći da je to ponajviše mobilni sustav koji bi omogućio različite komunikacijske usluge (govor, podaci) u svjetlu sve oštrijih zahtjeva tržišta, kako za plovila tako i za ostale pokretne korisnike. Namijenjen je uglavnom za manje plovne jedinice - ribarice, jahte, ali i s ambicijama da zadovolji potrebe mobilnih korisnika na kopnu.

Predviđen za svestranu komunikaciju uz istodobno smanjenje frekventnog pojasa, svakako otvara problem povećane osjetljivosti na smetnje, ali se to nastoji ukloniti novom antenskom tehnologijom pa su već najavljena poboljšanja u prijemu. Ovaj će sustav zasigurno podjednako koristiti i profesionalcima i neprofesionalcima na moru jer će omogućivati vrlo kvalitetnu komunikaciju za relativno niske količine informacija, a komparativne prednosti vide se iz tablice 1. Digitalni kanal za prijenos podataka brzine od 2400 bit/s značajna je transmisijaska osnova u informatizaciji manjih, ali vrlo brojnih, plovila. Zadovoljavajući najstrože zahtjeve suvremenih komunikacija, a i pokazujući ekonomiju skale "economies of scale" (povećanjem kapaciteta sustava smanjuje se cijena po jedinici opreme), ovaj sustav može udovoljiti interesima i proizvođača i korisnika (kupca). Budući da je zasnovan na sličnoj tehnologiji kao i INMARSAT-B treba očekivati njegovu pojavu paralelno s uvođenjem "snažnijeg brata".

Dinamika uvođenja spomenutih sustava SATCOM prikazana je u tablici 1. dok pokrivenost zemaljskog prostora postojećim sustavom INMARSAT-A/C, kako komunikacijskim satelitima tako i zemaljskim stanicama - CES (Coast Earth Station), vidljivo je iz slike 7.

INMARSAT se koristi geostacionarnim satelitima smještenima na oko 36000 km iznad ekvatora i tako pokriva zemaljsku kuglu od 70. stupnja sjeverne do 70. stupnja južne geografske širine, a u ostalim polarnim zonama (5% prometa) zasad se ne može koristiti već se to pokriva drugim komunikacijskim sustavima.

Treba napomenuti da se u polarnim zonama sigurnosne mjere propisane GMDSS-om zasad oslanjaju na postojeći sustav za praćenje i spasavanje - SAR-SAT/COSPAS (Search and Rescue Satellite Aided Tracking) koji se koristi polarnim orbitalnim satelitima koji kruže oko Zemlje te primaju i emitiraju signale opasnosti sa značajnim vremenskim kašnjenjem, pa u smislu sigurnost to predstavlja problem što svakako u budućnosti valja ukloniti nekim drugim SATCOM- sustavom.

## ZAKLJUČAK

Naglim tehnološkim razvojem, brodske komunikacije doživljavaju pravu revoluciju. Još se donedavno mala količina informacija mukotrpno prenosila uz veliku vještinu specijaliziranih operatera (radio-telegrafista).

Danas uspostavu komunikacije i razmjenu znatno veće količine informacija obavlja osoblje palube koje se doškoluje u tečajevima, dok bi u idućoj fazi opće informatizacije broda kvalitetna transmisija neznatno opterećivala posadu, a izuzetno velika količina



informacija nesmetano bi pristizala na brod i tako bitno povećala sigurnost plovidbe te eliminirala brojne probleme danas prisutne u pomorstvu.

Očito da je SATCOM danas već vrlo prisutan i okolina je budućih komunikacijskih i telematičkih usluga i služba. Kao jedina transmisijska osnova za suvremenu informatizaciju broda, svojim će daljnjim razvojem znatno utjecati i na sam pristup upravljanju i posluživanju broda, na navigaciju, na ukupnu eksploataciju brodskog pogona, na strukturu posade te brodarsku industriju i pomorstvo u cjelini.

Takvim prednostima, koje nova tehnologija omogućuje, posada se mora znati koristiti, a na što ih treba pripremati u procesu školovanja, i to s pomoću suvremenih simulacijskih metoda na kopnu jer je školovanje na moru (u realnoj situaciji plovidbe) preskupo i zato neprihvatljivo.

#### LITERATURA

1. GMDSS - Akronim koji treba pamti, Brodogradnja, vol.40, No 1-2, 1992.
2. Integrated Ship Management and Instrumentation, Videotel (Marine International Ltd.), 1988, pp.100 - 112
3. Kent P.E. The Global Maritime Distress and Safety System: Basic Concept and Functions,
4. Lloyd's Ship Manager, Januar 1991.

5. Lloyd'sShipManager, Inmarsat Ship Earth Stations Directory, vol.1, No 1, Februar 1992.
6. Ocean Voice, vol.10, No 1, Januar 1990.
7. Ocean Voice, vol.10, No 2, April 1990.
8. Ocean Voice, vol.11, No 1, April 1991.
9. Safety at Sea, Januar 1990.
10. The Journal of Navigatin 1990.93(2) pp. 164 - 171  
The Motor Ship, Mart 1990.

#### SATCOM - THE TRANSMISSION BASIS OF MARITIME INFORMATION SYSTEM

##### Summary

*Rapid development of the satellite system SATCOM, based on the INMARSAT principle has a strong effect on the communications aboard the vessel and significant influence upon the development of the whole shipping industry.*

*The comparison between the characteristics of the INMARSAT-A and INMARSAT-C, whose transmission performances are limited, and future digital systems INMARSAT-B and INMARSAT-M, which will develop new services; has charred up how SATCOM influences on the maritime information system and also on the shipping technology in all its parts.*



# JADROPLOV

## S P L I T

<p><b>SPLIT HEAD OFFICE:</b></p> <p>58000 Split-Croatia, Obala Kneza Branimira 16, P.O.Box 511,Phone:058/30 26 66, 43 333,Telex:26117,26339,26138, Fax:058/42198,302631, Cable:Jadroplov Split.</p>	<p><b>RIJEKA BRANCH OFFICE:</b></p> <p>51000 Rijeka-Croatia, Riva 16, P.O.Box 117,Telex:24117, Fax: 051/214 373 , Phone:051/21 38 38, 32 918,21 43 73, Cable:Jadroplov Rijeka.</p>
<p><b>ZAGREB BRANCH OFFICE:</b></p> <p>41000 Zagreb-Croatia,Krندeljeva 29, Phone:041/56 96 14,Fax:713393.</p>	<p><b>LJUBLJANA BRANCH OFFICE:</b></p> <p>61000 LJubljana-Slovenia,Celoveska 159, Phone:061/55 20 24,Fax:552024.</p>

**Vrši redovite teretno-putničke linije i službe:**

- 1.JADRAN - VELIKA JEZERA (Kanada i SAD)
- 2.JADRAN - BLISKI ISTOK-CRVENO MORE
- 3.JADRAN - AUSTRALIJA - NOVI ZELAND
- 4.JADRAN - ISTOČNA I JUŽNA OBALA AFRIKE
- 5.SLOBODNA PLOVIDBA (tramp servis )

- OPERATOR U INTEGRALNOM I  
MULTIMEDIJALNOM PRIJEVOZU  
- OPSKRBA BRODOVA I DRUGIH PRIJEVOZNIH  
SREDSTAVA U DOMAĆIM I STRANIM LUKAMA