

Mr. sc. Irena Jurdana / M. Sc.
Dr. sc. Renato Ivče / Ph. D.
Neven Barbalić, student
Sveučilište u Rijeci / University of Rijeka
Pomorski fakultet u Rijeci /
Faculty of Maritime Studies Rijeka
Studentska 2
51000 Rijeka
Hrvatska / Croatia

Prethodno priopćenje
Preliminary communication

UDK / UDC: 621.396.932
627.76/.77

Primljeno / Received:
15. travnja 2011. / 15th April 2011
Odobreno / Accepted:
27. svibnja 2011. / 27th May 2011

PRIMJENA PRIJENOSA RADIOSIGNALA SVJETLOVODNIM NITIMA U VHF KOMUNIKACIJI BROD – OBALA

RADIO-OVER-FIBER APPLICATION FOR VHF SHIP-TO-SHORE COMMUNICATIONS

SAŽETAK

U radu je prikazana nova konceptualna ideja za VHF (engl. Very High Frequency) komunikaciju brod – obala, uključujući prijenos radiosignala svjetlovodnom tehnologijom RoF (engl. Radio over Fiber). Prikazani komunikacijski model je definiran i istražen polazeći od analize dosadašnje VHF komunikacije na relaciji brod – obala tijekom događaja u kojima je brod izložen opasnosti, u provedenim operacijama traganja i spašavanja SAR (engl. Search and Rescue), te za potrebe tzv. privatne komunikacije. Cilj ovoga rada je postizanje realne osnove za daljnja istraživanja zajedničkog korištenja konvencionalne radijske komunikacije sa svjetlovodnim mrežama. Svrha predloženog sustava je povećati brzinu te poboljšati pouzdanost i učinkovitost akcija traganja i spašavanja. U radu su prikazana i analizirana dva slučaja moguće primjene. Predloženim sustavom se pruža mogućnost poboljšanja u izvođenju operacija traganja i spašavanja te povećanje kapaciteta VHF komunikacijskog sustava.

Ključne riječi: prijenos signala svjetlovodnom tehnologijom (RoF), brodska VHF komunikacija, aktivnosti traganja i spašavanja, svjetlovodna mreža

SUMMARY

The paper presents a new conceptual idea for VHF ship-to-shore communications, including Radio over Fiber technology. The presented communications model are defined and investigated on the basis of behaviour analysis of the actual VHF ship-to-shore communications in the distress events, search and rescue (SAR) activities and the so called private communications as well. The aim of this paper is to achieve a realistic basis for further research by combining conventional radio communications with fibre optic networks. The main goal is to provide fast, reliable and efficient SAR actions. Two case studies are presented and analyzed here. The obtained results indicate a considerable improvement in SAR operations and an increasing VHF communications capacity.

Key words: RoF, ship VHF communications, SAR activities optical network

1. UVOD

Hrvatska obala Jadrana je jedna od najrazvedenijih u svijetu. Sačinjava je 1.246 otoka i otočića, s ukupno 5.835 km dugom obalnom linijom (od čega 1.777 km obalne linije kopna, te 4.058 km obalne linije otoka). Glavne luke smještene su u obalnom području, a pomorski prijevoz ima važnu ulogu u gospodarskom razvoju. Brodske rute usmjerene prema lukama na sjevernoj i istočnoj strani Jadrana prolaze morskim područjem pod jurisdikcijom vlasti Republike Hrvatske. Obala i otoci, sa svojim unikatnim obilježjima, pružaju mogućnost odvijanja raznih djelatnosti povezanih s turizmom i rekreacijom. Trgovačka društva, grupe za rekreaciju, te pojedinci koriste blizinu mora i podmorja za razne komercijalne i rekreativne svrhe kroz čitav niz aktivnosti.

Moderno društvo u velikoj mjeri je ovisno o informacijskoj tehnologiji i ima goleme informacijske potrebe. Međutim, potrebe ljudi se razlikuju, osobito u slučaju izvanrednog događaja na moru, stoga na primjer, treba uzeti u obzir turiste koji ne poznaju jezik i postupke sigurnosti u slučaju opasnosti na moru koje bi trebali koristiti. Mogućnost komunikacije s osobama koje u realnom vremenu tijekom izvanrednog događaja pružaju pomoć je od izuzetnog značaja za vođenje i kontrolu takvih aktivnosti na mjestu događanja. Danas postaju dostupne mnoge nove, tehnološke inovacije koje imaju veliki potencijal u poboljšanju uporabe informacija u realnom vremenu tijekom spašavanja ljudskih života.

Cilj ovoga rada je unapređenje sigurnosti ljudskih života na moru te morskog okoliša u hrvatskom priobalju na način da se Službi traganja i spašavanja (SAR) informacije učine dostupnim u realnom vremenu koristeći pritom VHF i svjetlovodnu tehnologiju. Prikazom organizacije Službe traganja i spašavanja i osvrtom na njene aktivnosti uvidjet će se potreba korištenja svjetlovodne veze u dijelu pomorskih komunikacija, posebno vezano uz segment traganja i spašavanje na moru, te u nadzoru plovidbe na hrvatskoj strani Jadrana pod jurisdikcijom Republike Hrvatske. Rad je sadržajno uobličen na sljedeći način: Poglavlje II. opisuje organizaciju Službe traganja i spašavanja u Republici Hrvatskoj. U poglavlju III. je prikazana VHF komunikacija brod – obala. Poglavlje IV. opisuje novu mogućnost primjene prijenosa radiokomunikacija svjetlovodnom tehnologijom.

1. INTRODUCTION

The Croatian Adriatic coast is one of the most indented in the world. It has 1246 islands and islets with a total coastline of 5,835 km (mainland 1,777 km, islands 4,058 km).

Its main ports are located in the coastal area, and marine transportation plays an important role in the economic development of the country. Ships routes are directed to the ports located on the north and easterly parts of the Adriatic passing through the sea area under the jurisdiction of the Croatian government. The coast and the islands, with their unique features, provide great diversity of opportunities for recreation and tourism. Commercial organizations, recreational groups and individuals all use the nearby sea and undersea area for commercial purposes and enjoyment through a wide variety of activities.

The modern society is heavily dependent on information technology, and there is a great demand for information. But, the different needs of different people, especially in case of emergency at sea, should be taken into account, for example tourists who do not know the language and safety procedures in the emergency at sea. Emergency response personnel respond to incidents and their ability to communicate in the real time is critical to establishing command and control at the scene of an emergency. Many new technological innovations that have great potential for improving the use of the real time information to save lives are becoming available.

The aim of this paper is to improve abilities in protecting human life at sea and the environment along the Croatian coastal area providing real time information to the Maritime Rescue Coordination Centre (MRCC) through VHF and fiber optic technology. To indicate the need by using the fiber optical link in the part of maritime communications, especially related to Search and Rescue (SAR) operation and in the Vessel Traffic Monitoring and Information System (VTMIS) on the part of Adriatic Sea under the Croatian surveillance, the organizational structure of the search and rescue service will be shown. The paper is organized as follows: Section II describes the search and rescue organization in Croatia. Section III presents the VHF ship-to-shore communications. Section IV describes a new method of implementation

U poglavlju V. su navedena dva primjera moguće primjene razmatranog sustava. Rezultati ukazuju na značajno poboljšanje u SAR operacijama te povećanje kapaciteta VHF komunikacije. Na završetku rada su navedeni zaključci.

2. ORGANIZACIJA SLUŽBE TRAGANJA I SPAŠAVANJA U REPUBLICI HRVATSKOJ

Služba traganja i spašavanja za pružanje pomoći osobama u pogibelji na moru i obali u Republici Hrvatskoj je osnovana prema zahtjevima Međunarodne konvencije o traganju i spašavanju i usvojena od Vlade Republike Hrvatske [5]. Organizacija Službe za pružanje pomoći i koordinaciju traganja i spašavanja osoba u opasnosti na moru i u blizini obale je prikazana na slici 1.

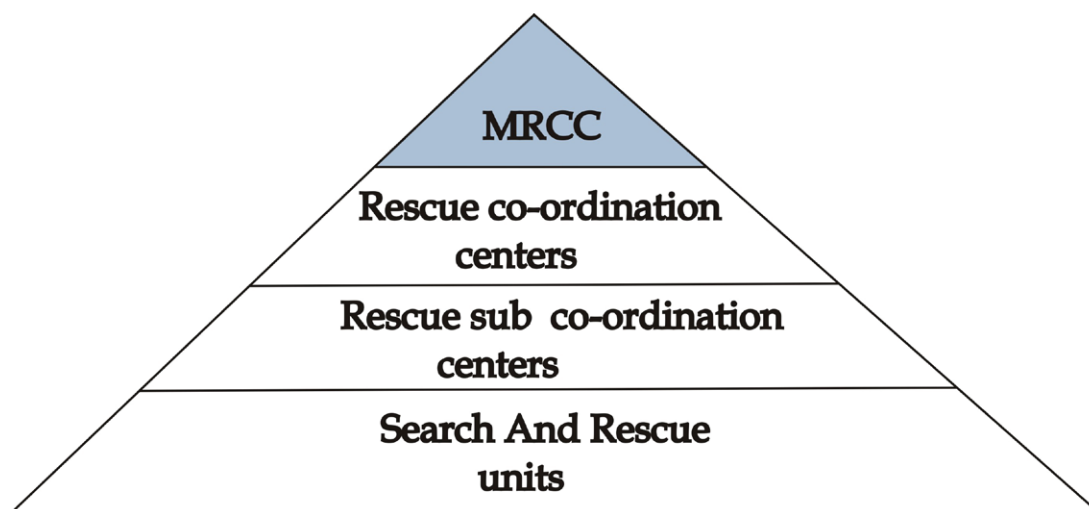
Nacionalna središnjica traganja i spašavanja na moru MRCC (*engl. Maritime Rescue Coordination Centre*) je osnovana pri Lučkoj kapetaniji Rijeka, unutar Službe nadzora pomorske plovidbe VTMS (*engl. Vessel Traffic Management Information System*) [5]. Osnovni ciljevi VTMS-a su stalni nadzor nad plovidbom brodova, praćenje brodova i podataka o njima, unapređenje sigurnosti plovidbe i spašavanja života na moru, smanjenje rizika od nesreća brodova, te općenito smanjenje svih vrsta opasnih situacija, poboljšanje u pružanju usluga traganja i spašavanja, smanjenje rizika onečišćenja mora te koordinacija u akcijama čišćenja u slu-

of the RoF system in ship-to-shore communications. Section V shows two case studies. The results indicate a considerable improvement in SAR operations and an increasing VHF communications capacity. Section V brings forward the conclusions.

2. SARCH AND RESCUE ORGANISATION IN CROATIA

The search and rescue service aimed at rendering assistance to persons in distress at sea and coast watching in Croatia was established as per requirement of the International Convention on Maritime Search and Rescue, adopted by the Croatian government [5]. Arrangements for the provision and co-ordination of search and rescue services for persons in distress at sea round their coasts are shown on Fig. 1.

The Maritime Rescue Coordination Centre (MRCC) has been established under the supervision of the Rijeka Harbor master's office within the VTMS. The ultimate objectives of the VTMS are systematic monitoring of vessel movements and their physical and information tracking, improvement of the safety of navigation and life protection in rescue operations, risk reduction of the ship accidents and reduction of all types of dangerous situations, improvement of the search and rescue service and reduction of the sea pollution risks and coordination of the cleaning action in case of accidents. The VTMS is going to collect all the



Slika 1. Ustroj Službe traganja i spašavanja u Hrvatskoj
Figure 1 SAR organization in Croatia

čaju nesreće. VTMISS prikuplja sve potrebne informacije o pomorskom prometu kroz različite izvore, čineći tako njihovu obradu, analizu, prikaz u stvarnom vremenu, pohranjivanje i ponavljanje svih prikupljenih podataka dostupnim nadležnim državnim i međunarodnim službama i institucijama.

Zapovjednik MRCC-a je lučki kapetan Lučke kapetanije Rijeka koji je ovlastio voditelja odgovornog za koordinaciju SAR operacija [5]. Koordinacijski centri Službe traganja i spašavanja uspostavljeni su pri lučkim kapetanijama uzduž hrvatske obale, te podcentri pri lučkim ispostavama lučkih kapetanija. Odmah po primitku informacije o plovilu ili osobama u izvanrednoj situaciji, koordinacijski centri i podcentri će dobivene informacije procijeniti i što je prije moguće dostaviti MRCC-u. Svaki takav centar i podcentar je također opremljen prikladnim sredstvima za komunikaciju sa svojim spasilačkim jedinicama, te centrom za koordinaciju traganja i spašavanja, ili podcentrima, ako je to primjenjivo, u određenim područjima.

Spasilačke jedinice su državne ili druge odgovarajuće javne službe, ili privatne organizacije prikladno smještene i opremljene, ili državne, ili druge odgovarajuće javne službe, ili privatne organizacije, ili njihovi dijelovi, koje nisu namjenski predviđene kao spasilačke jedinice, ali koji su u mogućnosti sudjelovati u operacijama traganja i spašavanja. Svaka spasilačka jedinica mora biti opremljena odgovarajućim sredstvima i opremom za svoju namjenu, te trebaju imati brz i pouzdan način komunikacije s drugim jedinicama, ili sudionicima uključenim u istu operaciju.

Obalne radiostanica pružaju komunikacijske usluge u obalnom moru, a također i diljem svijeta. Njihove dužnosti po primitku poziva opasnosti su sljedeće:

- odmah izvijestiti odgovarajuće koordinacijske centre traganja i spašavanja, ili podcentre traganja i spašavanja;
- reemitirati poruku u mjeri u kojoj je potrebno da bi se obavijestili brodovi i zrakoplovi na međunarodnim frekvencijama za komunikaciju u nuždi, ili drugim odgovarajućim frekvencijama;
- popratiti takvo reemitiranje s odgovarajućim automatskim alarmom, osim u slučaju da to već nije učinjeno.

necessary information on maritime traffic through different sensors, thus making possible to process, analyze, display in the real time, store and replay all collected data, to share and distribute such information to the competent national and international authorities and institutions.

The head master of the MRCC is the harbor master of the Rijeka Harbor master office who has delegated an operational manager responsible for the coordination of the SAR operations.

Rescue co-ordination centers, for their search and rescue services, were established by each Harbor master office along the Croatian coast and rescue sub co-ordination centers by Harbor masters sub offices. They shall, immediately upon receipt of the information concerning a vessel or a person in a state of emergency, evaluate such information and proceed as soon as possible to the MRCC. Every such centre and sub centre shall also have adequate means for communication with its rescue units and with rescue co-ordination centers or rescue sub centers, as appropriate, in adjacent areas.

Rescue units are State or other appropriate public or private services suitably located and equipped or State or other appropriate public or private services or parts thereof, not suitable for designation as rescue units, but which are able to participate in search and rescue operations. Each rescue unit shall be provided with facilities and equipment appropriate to its task and should have rapid and reliable means of communication with other units or elements engaged in the same operation.

A coastal radio station provides communications services in the coastal sea area and also over the world. They shall, upon the receipt of any distress call or message:

- immediately inform the appropriate rescue co-ordination centre or rescue sub-centre;
- rebroadcast to the extent necessary to inform ships and crafts of the international distress frequencies or on any other appropriate frequency;
- proceed such rebroadcasts with the appropriate automatic alarm signals unless this has already been done.

Plovilo koje se nalazi u području koje pokriva jedna, ili više obalnih radiostanica po primitku VHF DSC (*engl. Digital Selective Call*) poruke opasnosti, ili radiotelefonskog signala opasnosti od drugog broda, treba se suzdržati od bilo kakve neposredne potvrde te tako omogućiti obalnoj radiostanici potvrdu prijema signala, ili poziva opasnosti te prosljeđivanje daljnjih instrukcija (uobičajeno putem sredstava upozorenja DSC relej pozivom, ili radiotelefonskim relejnim pozivom).

MRCC nakon što je čuo, ili primio bilo koji poziv opasnosti s brodova, ili od osoba u izvanrednim situacijama, ponovno ga emitira svim prikladnim sredstvima, (ako je potrebno i zemaljskim vezama te putem satelita) upozorava centre koordinacije traganja i spašavanja, podcentre koordinacije traganja i spašavanja i sve brodove koje se nalaze u tom području. Premda trgovački brodovi i druga komercijalna plovila nisu namjenski SAR objekti, oni se raznim međunarodnim konvencijama i nacionalnim pravilima obvezuju na pružanje pomoći osobama u pogibelji na moru. MRCC treba, ako se to zahtijeva u prevladavajućim okolnostima, locirati plovila u blizini SAR akcije i uputiti ih prema mjestu događaja što je prije moguće. U ovom sustavu svi korisnici mogu komunicirati jedni s drugima putem javne telefonske mreže i pomorskih sredstava komunikacije.

3. VHF KOMUNIKACIJA BROD – OBALA

Cilj ovoga rada je prikaz učinkovite i pouzdane pomorske VHF komunikacije (frekvencijski opseg 154 – 172 MHz) posebice tijekom SAR operacije. Bilo koja konverzacija na moru, brod – brod, brod – obala ili obala – brod, sastoji se od sljedećih faza (Slika 2):



Slika 2. Faze razgovora na moru
Figure 2 Stages of conversation at sea

A vessel located in an area covered by one or more Coastal radio station upon receipt of a DSC distress alert or a radiotelephony distress call from another vessel, should refrain from making any acknowledgement for a short interval in order to give the coastal radio station time to acknowledge the distress alert or call and then provide further instructions, usually by means of a shore-to-ship distress alert relay by DSC or distress call relay by radiotelephony.

The MRCC, on hearing or receiving any distress call or message from ships or a person in emergency, will re-broadcast it by all appropriate means, (if necessary both terrestrial and satellite) to alert rescue co-ordination centers, rescue sub co-ordination centers and all ships in the area. Although merchant vessels and other commercial crafts are not designated SAR facilities, they are obliged by various international maritime conventions and national rules to render assistance to persons in distress at sea. The MRCC should, if required by prevailing circumstances, locate vessels in the vicinity of the SAR incident and task them to proceed to the scene as soon as possible. The MRCC takes the overall co-ordination of search and rescue operations and urgent steps to provide the most appropriate assistance available. In this system, all users can communicate with each other by using public communication and maritime means of communication.

3. VHF SHIP – TO – SHORE COMMUNICATIONS

The objective of this paper is to ensure efficient and reliable maritime communication services by VHF (very high frequency), especially during SAR operations. Any conversation at sea, i.e. a ship-to-ship, ship-to-shore or shore-to-ship exchange, consists of the following stages (Fig 2):

Većina pomorskog radijskog prometa u obalnom moru se odvija preko VHF postaja. Pomorski primopredajnici zahtijevaju neprekinuti vidokrug između antena. Na taj način se ograničava njihov opseg te se uobičajeno koriste za komunikaciju na udaljenosti do približno 40 M. Svi korisnici mogu komunicirati međusobno koristeći propisane frekvencije. Veza između VHF korisnika može se omogućiti pomoću repetitora (primopredajnik koji se nalazi na visokom mjestu), koji reemitira signal s većom snagom na druga područja. Sustav repetitora pruža mogućnost komunikacije puno većeg dometa od onog neprekinutog između vidokruga antena. Komunikacija korištenjem mobilnih telefona, u odnosu prema VHF komunikaciji, pruža samo mogućnost komunikacije od točke do točke, a pokrivenost je neizvjesna [3].

Republika Hrvatska je članica Međunarodne telekomunikacijske unije ITU-a (*engl. International Telecommunication Union*), specijalizirane agencije Ujedinjenih naroda za informacijske i komunikacijske tehnologije. Organizacija je osnovana sa svrhom regulacije komunikacijskog spektra, pružanja osnovnih standarda komunikacijskih postupaka te djelovanja, određivanja radiofrekvencijskog područja i radiopropisa na svjetskoj osnovi. Općenito gledajući međunarodni VHF kanali su kanali od 01 do 28 i kanali od 60 do 88, te je malo vjerojatno da predaja za opći prijem može biti izvan tog raspona. Pomorske VHF frekvencije i njihova primjena u području luke Rijeka su prikazane u sljedećoj tablici.

Most marine radio traffic in coastal sea occurs over the VHF radio. Marine radios require an uninterrupted line of sight between antennas. This limits their range, and they are usually used to communicate over distances of less than about 40 nautical miles. All users can communicate with each other by using regulated frequencies. The connection between the VHF radio users may be provided by using a repeater (a transceiver that is located at a high point), which retransmits the signals with a greater power on the second channel. A repeater system allows communication over a much greater range than an uninterrupted line of sight between antennas. Communication had to be made by cellular mobile phone, comparing by the VHF communication, gives point to point communication only and provides uncertain coverage [3].

Croatia is a member of the International Telecommunication Union (ITU), an organization established to regulate the spectrum, providing basic standards for communication procedures and practices, frequency allocation and radio regulations on a worldwide basis. General international VHF channels are Ch 01-28 and Ch 60-88 and it is unlikely that transmissions for general reception will be found outside this range. The VHF Marine Radio Frequencies and the applications in the Rijeka Port Area are shown in the following table:

Tablica 1. Osnovni podaci VHF komunikacijskog sustava
Table 1 Description of basic VHF communications system

| Opis <i>Description</i> | Frekvencija <i>Frequency</i> | Primjena <i>Application</i> |
|----------------------------|---------------------------------|---|
| VOICE | | |
| CH 16 | 156 800 Hz | Poziv i opasnost <i>Calling and Distress</i> |
| CH 09 | 156.450 Hz | VTS Rijeka |
| CH 10 | 156.500 Hz | Lučka kapetanija <i>Harbor master office</i> |
| CH 12 | 156.600 Hz | Rijeka pilot |
| CH 24 | 157.200/161.800 Hz | Obalna radiopostaja Rijeka <i>Coast Radio station Rijeka</i> |

VHF kanal 16 je kanal za neposrednu opasnost i on će se najvjerojatnije koristiti za daljnju komunikaciju u slučaju opasnosti, kao i za komunikaciju na mjestu događaja tijekom operacija SAR-a. Slušanje radiokomunikacije trećih osoba je protuzakonito, osim ako se ne

The VHF distress Channel 16 is the frequency most likely to be used for subsequent communications and on-scene communications during the SAR operations. It is illegal to listen to anything other than general reception transmissions unless if a party is either a licensed

radi o općim porukama, te ako stranka nije ovlašten korisnik frekvencije, ili je posebno ovlaštena za takvo što. Također je prisluškivana radiokomunikaciju trećih osoba protuzakonito koristiti na način da se o njoj izvjesti treća strana ili izvuče korist iz tako dobivenih informacija.

VHF DSC koristi digitalne podatke za pozivanje drugih stanica i razmjenu informacija među njima. VHF DSC je opremljen tipkom za slučaj u nuždi koji automatski emitira poruku na kanalu 70 (VHF kanal rezerviran samo za DSC pozive), dostavljajući identifikaciju broda ili plovila i njihovu GPS (*engl. Global Positioning System*) poziciju (ako je brodski VHF ili VHF plovila spojen na GPS). DSC uzbunjivanje u slučaju opasnosti, koja ima unaprijed pripremljene poruke opasnosti se koristi u početnoj fazi komunikacija u nuždi između broda i centra za koordinaciju traganja i spašavanja. Većina komercijalnih DSC VHF sustava ima programirane takve poruke i mogu se odabrati pomoću izbornika. Poruke su prikazane u sljedećoj tablici:

Tablica 2. Opis DSC VHF programiranih poruka
Table 2 Description of DSC VHF programmed message

| | |
|---|--------------------------------------|
| Napuštanje broda <i>Abandonig ship</i> | Naplavljivanje <i>Flooding</i> |
| Prevrnuće <i>Capsizing</i> | Nasukanje <i>Grouding</i> |
| Sudar <i>Collision</i> | Opasno nagnuće <i>Listing</i> |
| Nesposoban za manevriranje <i>Disabled</i> | Osoba u moru <i>Man Overboard</i> |
| Eksplozija <i>Explosion</i> | Potonuće <i>Sinking</i> |

Pozive u slučaju opasnosti bi trebalo jedino koristiti kada slučaj situacije u nuždi postoji i potrebna je neposredna pomoć. Zbog hitnosti koju nalaže situacija u nuždi odgovorne osobe na brodu, ili plovilu u nekim slučajevima nemaju dovoljno vremena za odabir programirane poruke s izbornika i u tom slučaju će biti poslana opća poruka opasnosti.

VHF primopredajnici hrvatskih obalnih radijskih postaja su spojeni telefonskim linijama s pripadajućim postajama. Takve komunikacijske veze su ograničene brojem kanala i protokom informacija. Operacije traganja i spašavanja zahtijevaju brzu i preciznu informaciju u realnom

user of the frequencies in question or have been specifically authorized to do so. Moreover, if communication is overheard it is illegal to advise the third party about that conversation or make a profit from the information.

The VHF DSC uses digital data to call other radios and transfer information between them. It is primarily intended to initiate ship-to-ship, ship-to-shore, and shore-to-ship radiotelephone and MF/HF radio-telex calls. The DSC calls can also be made to individual ships or groups of ships, or to all stations. A VHF DSC has been equipped with an emergency button that will transmit automatically on Channel 70 (the VHF channel reserved for digital calls only) and also send the vessel's or craft identification and GPS location (if the vessel or craft VHF has been interfaced with his GPS). The DSC distress alerts, which consist of a preformatted distress message, are used to initiate emergency communications with ships and rescue co-ordination centers. Most commercial DSC VHF systems have preprogrammed messages which can be selected from a menu. These messages are shown in the following table:

A distress call should be made only when an emergency actually exists and immediate help is needed. Due to the lack of time, a responsible person on board a ship or craft in the same cases have not enough time to select the programmed message from a menu and an undersigned will be sent.

The VHF transceiver / receiver Croatian coastal radio stations are connected to telephone lines with the associated radio station. Such connection limits the number of channels and information flow. Search and Rescue operations are requiring fast and precise information in the real time. The lack of significant in-

vremenu. Nedostatak značajnih informacija u realnom vremenu može imati za posljedicu gubitak života na moru i/ili gubitak broda, ili plovila te zagađenje okoliša [1].

Svjetlovodna tehnologija, koristeći sve prijenosne i konstrukcijske prednosti svjetlovodnih niti i komunikacijskih sustava, se primjenjuje u javnim telekomunikacijskim mrežama. Autori ukazuju na mogućnosti puno boljeg povezivanja koje pruža RoF tehnologija u odnosu na klasičnu telefonsku liniju u razmjeni podataka tijekom traganja i spašavanja te drugih podataka između MRCC-a i ostalih uključenih stranaka, pogotovo u slučaju situacije u nuždi.

4. PRIJENOS RADIOSIGNALA U KOMUNIKACIJI BROD – OBALA SVJETLOVODNOM TEHNOLOGIJOM

Razvoj prijenosa radiosignala svjetlovodnom tehnologijom u posljednja dva desetljeća uglavnom je usmjeren na prijenos GSM signala putem svjetlovodnih mreža. No, značajan porast obujma podataka koji se prenose putem radiomreža u području pomorskih komunikacija dovodi u pitanje kapacitet mreže te brzinu i pouzdanost komunikacije u SAR akcijama [1]. Svaka pogreška u mreži ima ogroman utjecaj na sigurnost ljudi i broda, sa stanovišta gubitaka života, šteta na brodu i teretu, te gubitak prihoda. U tom kontekstu, radiokomunikacijska mreža je suočena s novim zahtjevima, ne samo sa stajališta učinka i cijene, već također kvalitete, sigurnosti i pouzdanosti.

Kako bi radiomreža pružila adekvatan odgovor sadašnjim i budućim zahtjevima za povećanjem prijenosnog kapaciteta, te nastavila podržavati očekivanu kvalitetu usluga, potrebno je ulagati u njeno osuvremenjivanje kojim bi se omogućio mrežni rad i u ekstremnim uvjetima (kao što su loši meteorološki uvjeti, geografske prepreke te nedostatak konvencionalnog GSM signala i sl).

Prijenos radiosignala svjetlovodnom tehnologijom predstavlja integraciju svjetlovodne i bežične mreže, pri čemu se radiofrekvencijski signali prenose svjetlovodnim nitima. Prve su se pojavile bežične ili mobilne telefonske usluge 1990. g., a RoF mreže su korištene kao distribucijski antenski sustav, gdje se umjesto korište-

formation in the real time may cause the lost of life at sea and/or the lost of a ship or craft and environment pollution [1].

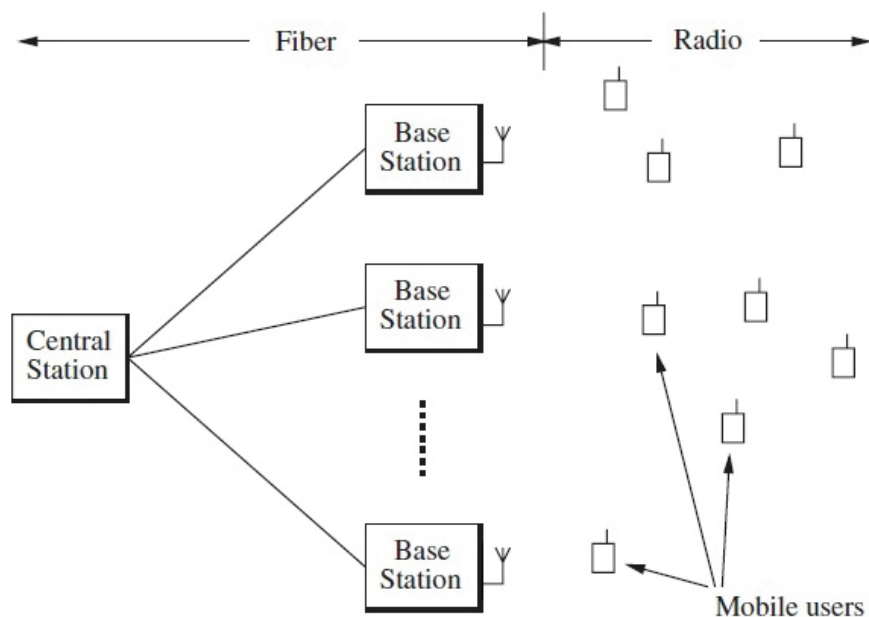
The optical fiber technology, by using all benefits from the advantages of the optical fibers and communications systems, has been applied as powerful means in the data transmission. The authors proposed that Radio over Fiber technology is to provide much better connection instead of the classic telephone line to exchange SAR and other information between the MRCC and other included parties, especially in case of emergency.

4. RoF IN SHIP – TO – SHORE COMMUNICATIONS

The development of RoF (Radio over Fiber) technology in the past two decades has been mainly focused on transmitting GSM signals via optical fiber networks. But, a significant increase in the volume of data transmitted through a radio network in maritime area raises the question of the network capacity and fast and reliable response in SAR actions [1]. Each network failure has a huge impact on people and ship safety, from the point of life losses, ship and cargo damages and revenue loss. In this context, the radio communication network is faced with new demands, not only from the standpoint of performance and price, but from the quality, safety and reliability one as well.

In order for a radio network to survive present and future demands for the increasing transmission capacity and to continue to support the required service quality, it is necessary to develop a novel method, which enables the network operation under extreme conditions, such as bad meteorological conditions, geographical obstacles, lack of conventional GSM signal etc.

The Radio-over-Fiber represents the integration of the optic fiber and wireless networks, whereby radiofrequency signals are carried over optical fiber links to support a variety of wireless applications. As firstly demonstrated for cordless or mobile telephone services in 1990, RoF networks are used as distributed antenna systems, where instead of using a single central station antenna with high power radiation, smaller remote site units called base stations connected to the central station via opti-



Slika 3. Osnovne postavke RoF arhitekture
Figure 3 Basic RoF architecture

nja jedinstvene centralne antene visoke snage zračenja, koriste manje izdvojene jedinice nazvane baznim stanicama (BS). Bazne stanice povezane su sa središnjom stanicom putem svjetlovodnih veza. Uglavnom, u svim RoF aplikacijama kao što su GSM, WiMax ili VHF RoF koristi se osnovna mrežna arhitekture kao što je prikazano na slici. 3.

U svim RoF mrežnim arhitekturama i aplikacijama centralna stanica (CS) je povezana s brojnim baznim stanicama (BS). Osnovna funkcija BS-a je konverzija iz svjetlosnog u radiosignal i obratno. Gotovo sve obrade kao što su modulacija, demodulacija, itd. su izvedene u CS-u. U osnovi, RoF veza se sastoji od svih potrebnih hardverskih postavki za pretvorbu radiosignala u svjetlosni, svjetlovodnih veza i hardvera potrebnog za pretvorbu svjetlosnog u radiosignal, kao što je prikazano na slici 4.

5. RAZMATRANI SLUČAJEVI MOGUĆE PRIMJENE

U ovom dijelu su prikazana dva slučaja primjene RoF sustava na VHF komunikaciju. Analiziraju se kao slučaj A i slučaj B.

Slučaj A. Komunikacija između brodova, ili plovila, ili osoba u slučaju nužde i MRCC se odvija preko VHF primopredajnika obalne sta-

cal fiber links are used to cover the network area. Mainly, in all RoF applications such as GSM, WiMax or VHF over RoF use the basic network architecture as shown in Fig. 3.

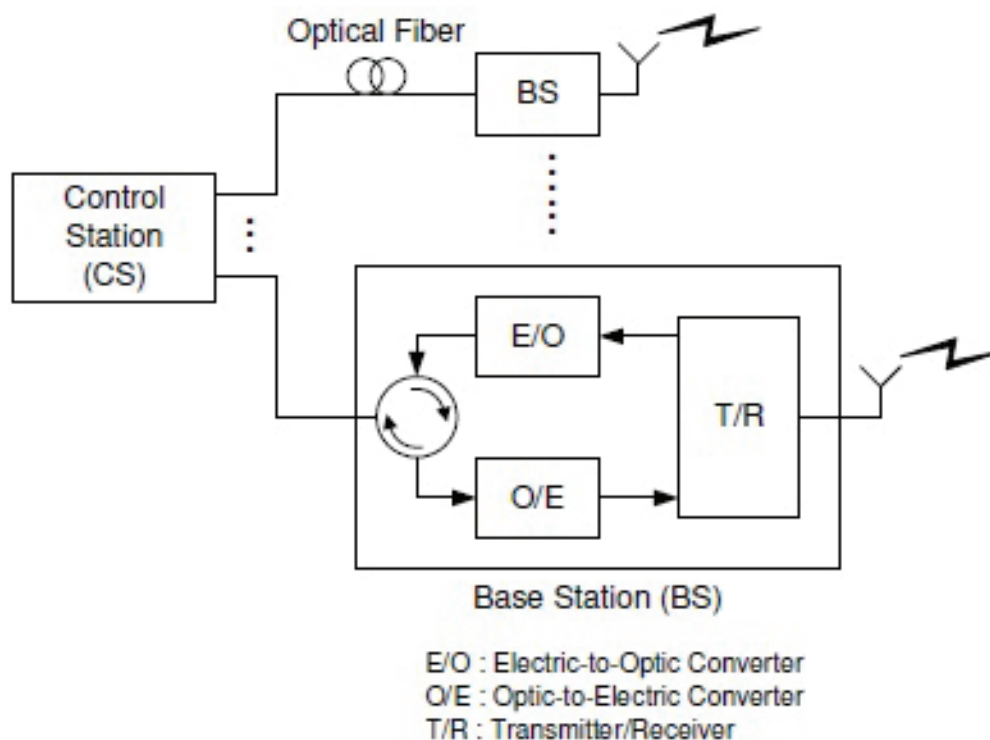
In all RoF network architectures and applications, the Central Station (CS) is connected to numerous bases stations (BS). The main function of the BS is the conversion from the optical to the RF signal and vice versa. Almost all processing, such as modulation, demodulation, etc. is performed at the CS.

Basically, a RoF link consists of all the hardware required to impose an RF signal on an optical carrier, the fiber-optic link, and the hardware required to recover the RF signal from the carrier, as shown on Fig. 4.

5. CASE STUDIES

In this section, two case studies are presented based on the implementation of the RoF on VHF communications. It will be analyzed as case study A, and case study B.

Case study A. Communication between ships or craft or person in emergency and the MRCC takes place over the coastal station VHF receiver / transmitter which cover the position of a ship or craft equipped with a VHF radio, which manages the operation on the scene. The



Slika 4. RoF povezivanje
Figure 4 RoF link architecture

nice koji pokriva poziciju broda ili plovila opremljenog VHF stanicom, a koji rukovodi operacijama traganja i spašavanja na mjestu događaja. Prijenos informacija s VHF kanala i protok podataka je ograničen komunikacijskom vezom ostvarenom putem javne telefonske mreže koja povezuje VHF uređaj obalne radiopostaje i dislociranu antenu VHF sustava.

Autori sugeriraju da VHF primopredajnik bude izravno povezan svjetlovodnom vezom s MRCC-om. U takvom prijenosu radiosignala svjetlovodnom arhitekturom centralna stanica je izravno povezana s baznim stanicama. Bazna stanica je opremljena VHF primopredajnikom i njegova glavna funkcija je pretvaranje iz optičkog u RF signal i obratno. Obrade kao što su modulacija, demodulacija, itd. se izvodi na CS-u.

CS se može integrirati u javnu telefonsku mrežu, uključujući potrebnu svjetlovodnu infrastrukturu za povezivanje MRCC-om s CS-om. Za realizaciju ovog prijenosnog VHF komunikacijskog sustava je potrebno izgraditi svjetlovodne mreže zemaljskih VHF baznih stanica opremljenih elektroničkim uređajima za pretvaranje optičkog u RF signal i obratno. Povećan kapacitet mreže omogućuje izravno povećanje opsega prenesenih podataka i također

receiving VHF channels and the flow of information are limited by the phone line that connects the VHF coastal radio station and its VHF receiver / transmitter.

The authors suggest that the VHF receiver / transmitter will be directly connected by a fiber-optic link with the MRCC. In such Radio over Fiber link architecture, the MRCC as the Central Station is directly connected via a fiber optical cable to the bases stations. The base station is equipped with the VHF receiver / transmitter and its main function is the conversion from the optical to the RF signal and vice versa. The processing such as modulation, demodulation, etc. is performed at the CS.

The CS may be integrated in a public telephone network, including the necessary optic fiber infrastructure to connect the MRCC with a CS. The requirement for the realization of this transfer system the VHF communication is to build a fiber optic network to the terrestrial VHF base stations which are equipped with electronic devices to convert the optical to the RF signals and vice versa

The increased network capacity enables directly the increase in the volume of the data

brzu i pouzdanu komunikaciju u SAR akcijama. Predložena komunikacijska veza će smanjiti mogućnost pogreški u mreži koje imaju ogroman utjecaj na uspješnost izvođenja SAR operacija. Prednosti takvog povezivanja su evidentne u:

- izravnoj komunikaciji SAR zapovjednika mjesta nezgode s MRCC-om tijekom operacije SAR
- MRCC izravno prima VHF DSC
- praćenju komunikacija brodova i plovila sumnjivog ponašanja na cijelom VHF području.

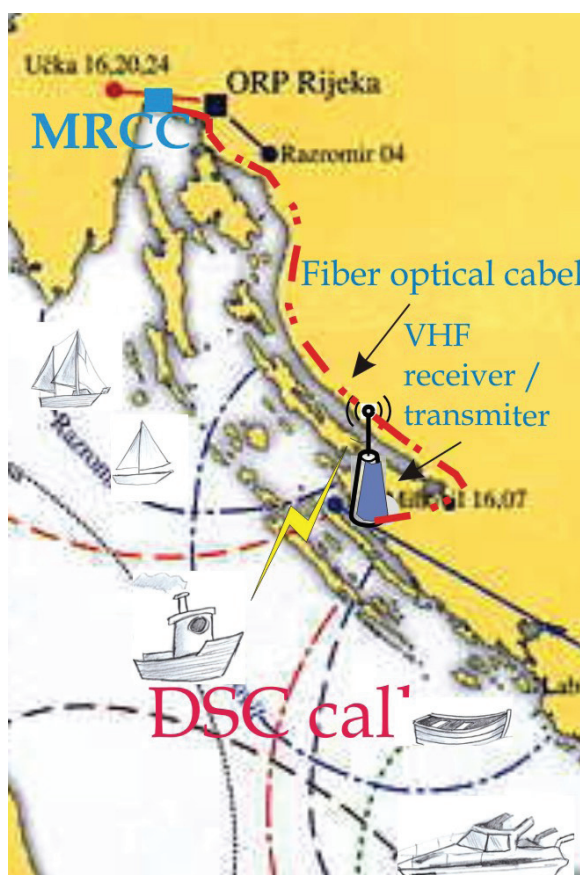
Izravna komunikacija SAR zapovjednika na mjestu nesreće s MRCC-om doprinosi boljem nadziranju SAR operacija te njihovoj uspješnosti. Također, brodovi, ili plovila opremljena VHF uređajem u bilo kojem slučaju situacije u nuždi mogu izravno komunicirati s MRCC-om u svim područjima prekrivenim VHF signalom. MRCC može izravno primiti VHF DSC signal za uzbunjivanje ako je njegov VHF primopredajnik povezan s baznom stanicom. Primjer je prikazan na slici 5.

transmitted and also the fast and reliable response in SAR actions. Such connection will reduce the possibility of the network failure which has a huge impact on the successful issue of the SAR operations. The advantages of such a connection are evident in:

- a direct communication of the SAR scene commander with the MRCC during the SAR operations,
- the MRCC directly receiving the VHF DSC (Digital Selective Call)
- monitoring communications of the ships and crafts suspicious behavior in the entire VHF area.

A direct communication SAR on the scene master with the MRCC contributes to a better monitoring of the SAR operations and its success. Furthermore, ships or crafts in any kind of emergency equipped with the VHF may directly communicate with the MRCC on all areas covered with the VHF signal.

The MRCC may receive the VHF DSC distress alerts direct if it is linked with a VHF re-



Slika 5. VHF DSC uzbunjivanje se izravno prihvaća od strane MRCC-a
Figure 5 VHF DSC distress alerts is direct received by MRCC

MRCC nakon prijema DCS signala opasnosti također započinje s odašiljanjem relejne poruke opasnosti obala – brod kada se to ukaže potrebnim za upozoriti plovila, ili kada okolnosti pokazuje da je potrebna daljnja pomoć. To će biti učinjeno izravno putem svjetlovodne komunikacijske veze (MRCC – bazna stanica). Relejna poruka obala – brod mora sadržavati identifikaciju plovila u nevolji, njegovu poziciju i sve ostale informacije koje bi mogle pomoći pri operaciji spašavanja.

Slučaj B. Svjetlovodna komunikacijska veza omogućava prijenos svih dostupnih VHF kanala od obalnog VHF primopredajnika do MRCC-a. Ako postoji bilo kakva sumnja u ponašanje, ili ilegalne radnje broda, a koje su od značaja za pomorsku sigurnosnu zaštitu na razmatranom području, MRCC/VTMIS-u će biti omogućeno praćenje njihove cjelokupne VHF komunikacija. Pomorsku sigurnosnu zaštitu se može definirati kao zaštitu od terorizma, piratstva i sličnih prijetnji, te učinkovito sprječavanje svih ilegalnih aktivnosti na moru kao što su onečišćenje morskog okoliša, ilegalne eksploatacije morskih resursa; ilegalna useljavanja, krijumčarenje droge, krijumčarenje osoba, oružja, te sredstava koja se mogu koristiti za terorističke aktivnosti. Općenito nije dozvoljeno slušanje privatne VHF komunikacije, ali u slučaju nezakonitih aktivnosti, MRCC i specijalizirane državne agencija za to dobivaju posebna ovlaštenja.

6. ZAKLJUČAK

Glavni cilj ovoga rada je unaprijediti akcije traganja i spašavanja na moru, poboljšati zaštitu morskog okoliša i provoditi sigurnosnu zaštitu u hrvatskom priobalju omogućujući izravan prijenos informacija do MRCC-a u realnom vremenu tehnologijom prijena radiosignala svjetlovodnim mrežama. Služba traganja i spašavanja za pružanje pomoći osobama u pogibljama na moru i obali u Hrvatskoj je osnovana prema zahtjevima Međunarodne konvencije o traganju i spašavanju, usvojene od Vlade Republike Hrvatske. VHF primopredajnici hrvatskih obalnih radijskih postaja su klasičnim bakrenim telefonskim linijama spojeni pripadajućim radiopostajama. Takve veze ograničava broj kanala i protok informacija. Autori sugeriraju da bi tehnologija prijena radiosignala svjetlovodnim mrežama pružala puno bolje povezivanje

ceiver / transmitter at the base station. The example is shown on figure 5.

The MRCC when receiving a DCS distress alert shall also initiate the transmission of a shore-to-ship distress relay when the method of receipt warrants a broadcast to shipping or when the circumstances of the distress incident indicate that further help is necessary. It will be done directly via Radio over fiber link (MRCC – Base station). Shore-to-ship distress relays must contain the identification of the vessel in distress, her position and all other information that might assist rescue operations.

The fiber optical link is the enabled transfer of all available VHF channels from the shore VHF transceiver / receiver to the MRCC. If there is any doubt of the ships suspicious behavior or illegal actions, the MRCC/VTMIS will be enabled to follow her VHF communication which is important for the maritime security within the considered area. Maritime security can be defined as "the security from terrorism, piracy and similar threats, as well as effective interdiction of all illegal activities at sea such as pollution of the maritime environment; illegal exploitation of sea resources, illegal immigrations, smuggling drugs, persons, weapons, matters that can be used for terrorist activities. Generally, it is not permitted to listen to private communication on the VHF, but in case of illegal activities the MRCC and specialized government agency are specifically authorized to do so.

6. CONCLUSION

The main goal of this paper is to improve Search and Rescue activities at sea protecting the environment and maritime security in the Croatian coastal area providing the real time information to the Maritime Rescue Coordination Centre through Radio over Fiber technology. The Search and Rescue service, the rendering of assistance to persons in distress at sea and coast watching in Croatia, was established as per requirement of the International Convention on Maritime Search and Rescue which was adopted by the Croatian Government. The VHF transceiver / receiver at the Croatian coastal radio stations are connected to telephone lines with the associated radio station. Such a connection limits the number of channels and information flow. The authors pro-

pri razmjeni podataka vezanih uz SAR aktivnosti te drugih podataka između MRCC-a i ostalih sudionika.

VHF primopredajnik se u tom sustavu izravno svjetlovodnim vezama povezuje s MRCC-om. Bazna stanica je opremljena VHF primopredajnikom i njegova osnovna funkcija je konverzija iz optičkog u radiosignal i obratno. Ona je u navedenoj komunikacijskoj arhitekturi izravno spojena preko svjetlovodnih kabela s MRCC-om. U tu svrhu se može koristiti već izgrađena javna telekomunikacijska svjetlovodna mreža tako da se VHF bazna stanica izravno priključi na postojeće svjetlovodne telekomunikacijske kabele bez dodatnih ulaganja u ovaj segment komunikacijskog sustava. Prijenos VHF signala se izvodi putem standardnog prijenosa uređaja i svjetlovodnih kabela koji se koriste u javnoj telekomunikacijskoj mreži. Prednost tehnologije prijenosa radiosignala svjetlovodnom mrežom je u tome što omogućuje izravnu komunikaciju između zapovjednika akcije traganja i spašavanja s MRCC-om, primanje VHF DSC signala od strane MRCC-a, te praćenje VHF komunikacije brodova i plovila u cijelom VHF području od strane MRCC-a i posebno ovlaštenih državnih agencija.

posed that Radio over Fiber technology is to provide much better connection instead of the telephone line to exchange SAR and other information between the MRCC and other included parties. The VHF receiver / transmitter will be directly connected by fiber-optic link with the MRCC. The base station is equipped with the VHF receiver / transmitter and its main function is the conversion from optical to RF signal and vice versa. It is in the mentioned Radio over Fiber link architecture directly connected via fiber optical cable to the MRCC. For this purpose, the already built public telecommunications fiber optic network can be used. The VHF base station can be connected to the existing optical telecommunications network without additional investments in this segment of the communication system. The transfer of VHF signals is done via a standard transmission device and optical fiber cable used in the public network

The advantages of such an applied Radio over Fiber technology connection will enable direct communication of the SAR scene commander with the MRCC, receiving the VHF DSC at the MRCC and monitoring communication of ships and crafts in the entire VHF area by the MRCC and a specifically authorized government agency.

LITERATURA / REFERENCES

- [1] A. J. Cooper, Fiber/Radio for the provision of cordless/mobile telephony services in the access network, *Electronics Letters*, 24 (1990), str. 2054 – 2056.
- [2] A. Powel, Radio over fiber technology: current application and future potential in mobile networks – advantages and challenges for a powerful technology, in: *Radio over Fiber Technology for Mobile Communication Networks*, Artech House INC, 2002.
- [3] Prichard, Boris, Standardni pomorsko-komunikacijski izrazi (IMO SMCP 2001) = IMO standard marine communication phrases (IMO SMCP 2001), Rijeka, Pomorski fakultet, 2006.
- [4] International Convention on Maritime Search and Rescue 1979, Hamburg 1979.
- [5] Nacionalni plan traganja i spašavanja ljudskih života na moru, *Narodne novine*, 164/1998.
- [6] Ministarstvo prometa i infrastrukture, www.mmpi.hr/more

