

# UPOTREBA RADIO VEZE U VATROGASTVU VATROGASNE ZAJEDNICE KARLOVAČKE ŽUPANIJE I RH

---

**Kos, Darinko**

**Master's thesis / Specijalistički diplomski stručni**

**2019**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:846979>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-14**



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
Karlovac University of Applied Sciences

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJ

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel Sigurnosti i zaštite

Specijalistički diplomski stručni studij sigurnosti i zaštite

Darinko Kos

**UPOTREBA RADIO VEZA U  
VATROGASTVU VATROGASNE  
ZAJEDNICE KARLOVAČKE ŽUPANIJE I  
RH**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2019.

Karlovac University of Applied Sciences  
Safety and Protection Department

Professional graduate study of Safety and Protection

Darinko Kos

**USE OF RADIO LINKS IN FIRE  
COMMUNITY OF KARLOVAC COUNTY  
AND RH**

FINAL PAPER

Karlovac, 2019

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel Sigurnosti i zaštite

Specijalistički diplomski stručni studij sigurnosti i zaštite

Darinko Kos

**UPOTREBA RADIO VEZA U  
VATROGASTVU VATROGASNE  
ZAJEDNICE KARLOVAČKE ŽUPANIJE I RH**

ZAVRŠNI RAD

Mentor: dr.sc. Slaven Lulić, v.pred.

Karlovac, 2019.



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
KARLOVAC UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES  
Trg J.J.Strossmayera 9  
HR-47000, Karlovac, Croatia  
Tel. +385 - (0)47 - 843 - 510  
Fax. +385 - (0)47 - 843 – 579



## VELEUČILIŠTE U KARLOVCU

Stručni / specijalistički studij: Sigurnost i zaštita.  
(označiti)

Usmjerenje: Zaštita od požara

Karlovac, 2012.

## ZADATAK ZAVRŠNOG RADA

Student: Darinko Kos

Matični broj: 0420412005

Naslov: **UPOTREBA RADIO VEZA U VATROGASTVU VATROGASNE ZAJEDNICE  
KARLOVAČKE ŽUPANIJE I RH**

Opis zadatka:

Uvodno treba opisati sustav kominukacija, teoretski, koje se koriste u vatrogastvu.

Zadatak zadan:

Rok predaje rada:

Predviđeni datum obrane:

.....

Mentor:

dr.sc. Lulić Slaven, v.pred.

.....

Predsjednik Ispitnog povjerenstva:

## **PREDGOVOR**

Zahvala svim nastavnicima i suradnicima Veleučilišta u Karlovcu koji su mi pomogli da uspješno završim ovaj studij i steknem nova znanja.

Posebnu zahvalu Marku Ožuri, v.pred. i mentoru dr.sc.Slavenu Lulić, v. pred. za savjete i pomoć pri pisanju završnog rada.

Mojoj obitelji supruzi Lidiji, sinu Igoru, kćerki Martini i majci Nadi zahvala što su me bez rezervno podržavali i pomagali mi da izdržim do kraja na ovom studiju.

Hvala Javnoj vatrogasnoj postrojbi grada Karlovca koja mi je omogućila da kroz rad steknem bogato iskustvo u radu sa radio uređajima. Također posebna zahvala Zapovjedniku Miroslavu Rade i zamjeniku Zapovjednika Robertu Hranilović koji su mi bili potpora u izradi završnog rada.

## SAŽETAK

Spašavanje ljudi, životinja, materijalnih dobara i očuvanje okoliša sastavni je i najvažniji dio vatrogasne službe. Svaka vatrogasna intervencija i svako spašavanje je različito te je vrlo važno ispravno i na vrijeme reagirati u takvim situacijama, a radio vezom prijenos informacija u akcijama spašavanja i na požarištu je od neprocjenjive važnosti.

U radu je opisano korištenje sustava i uređaja radio veze koji se upotrebljavaju u vatrogasnoj zajednici Karlovačke županije i Republici Hrvatskoj (analogni sustav, digitalni DMR Mototrbo sustav, DMR TETRA Motorola sustav MUP RH i DMR TETRA Hytera sustav OiV)

Radio vezu koriste vatrogasci radi bržeg djelovanja u vatrogasnim intervencijama, pružanja ili traženja prve pomoći i spašavanja nastradalih, odnosno za koordinaciju rada vatrogasnih jedinica na terenu.

**Ključne riječi:** spašavanje, prijenos informacija, radio veza, vatrogasna intervencija.

## SUMMARY

Rescue of humans, animals, material possessions and the preservation of the environment is an integral and essential part of the fire service. Every fire intervention and every rescue is different and it is very important to react in such situations correctly and on time, and radio communication is an invaluable contribution to the transfer of information in rescue and fire operations.

The paper describes the use of radio communication systems and devices used in the firefighting community of the County of Karlovac and the Republic of Croatia (analog system, digital DMR Mototrbo system, DMR TETRA Motorola MUP system and DMR TETRA Hytera OiV system)

The radio link is used by firefighters to act more quickly in firefighting interventions, to provide or seek first aid and rescue the injured, or to coordinate the work of firefighting units in the field.

**Keywords:** rescue, information transfer, radio link, firefighting interventions.



# Sadržaj

|  |     |
|--|-----|
| PREDGOVOR.....   | III |
| SAŽETAK.....   | IV  |
| 1. UVOD.....   | 1   |
| 1.1 Predmet i cilj rada.....   | 4   |
| 1.2 Metode korištene za izradu rada.....                                 | 4   |
| 2. TEORIJSKI DIO .....   | 5   |
| 2.1 Općenito o radiokomunikaciji i telekomunikaciji .....                | 5   |
| 2.2 Povijesni razvoj radiokomunikacija .....                             | 6   |
| 2.3 Osnovni pojmovi o radiokomunikacijama .....                          | 9   |
| 2.4 Elektromagnetski valovi.....   | 9   |
| 2.5 Princip rada radiostanica .....                                      | 14  |
| 2.5.1 Radio odašiljač.....   | 14  |
| 2.5.2 Prijamnik.....   | 15  |
| 2.5.3 Antene radio uređaja .....   | 16  |
| 2.6 Repetitor .....  | 19  |
| 2.7 Simpleksna radiomreža.....   | 21  |
| 2.8 Semidupleksna ili polidupleksna radiomreža .....                     | 22  |
| 2.9 Dupleksna radiomreža .....   | 23  |
| 2.10 Vrste radiokomunikacijskih sustava.....                             | 23  |
| 2.11 Upotreba radiofrekvencijskog spektra u Republici Hrvatskoj .....    | 25  |
| 3. UPOTREBA RADIOSTANICA U VATROGASTVU .....                             | 27  |
| 3.1 Opis radiokomunikacijskih sustava koji se koriste u vatrogastvu..... | 32  |
| 3.2 Način komuniciranja radio vezama u VZKŽ .....                        | 36  |
| 3.3 Opis radio uređaja koje se koriste u vatrogastvu u RH i VZKŽ.....    | 39  |
| 3.3.1 Ručne radio stanice u upotrebi u JVP grada Karlovca.....           | 40  |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 3.3.2 | Mobilne analogne radio stanice u upotrebi u VZKŽ ..... | 41 |
| 3.3.3 | DMR „MOTOTRBO“ sustavi.....                            | 41 |
| 3.3.4 | „TETRA“ sustavi .....                                  | 44 |
| 3.3.5 | Budućnost radio veza u vatrogastvu VZKŽ i RH .....     | 44 |
| 4.    | ZAKLJUČAK.....   | 48 |
| 5.    | LITERATURA .....                                       | 50 |
| 6.    | PRILOZI.....   | 52 |
| 6.1   | Popis slika.....                                       | 52 |
| 6.2   | Popis tablica.....                                     | 53 |

# 1. UVOD

Tehnološke promjene u društvu u kojem se danas živi stvorile su zadnjih godina sve kompleksnije i kompliciranije scenarije nesreća u kojima se može naći vatrogasac na intervenciji. Uporaba novih i tehnološki naprednijih tehnika rada i opreme, koji su izrađeni prema posebnim standardima sigurnosti, približava stupanj sigurnosti vatrogasca u spašavanju opće priznatim normama sigurnosti i zdravlja na radu koje su opisane u Zakonu o zaštiti na radu.

Vatrogasci u svom radu obavljaju intervencije spašavanja kao dio svojih redovitih radnji, na raznim intervencijama pojavljuju se problemi prilikom spašavanja, gašenja, na tehničkim intervencijama [1] i sl. gdje je potrebna stalna komunikacija među vatrogascima, vatrogasnim jedinicama, operativnim vatrogasnim centrima kao i drugim službama i tijelima koji sudjeluju u akcijama spašavanja. Pogotovo problemi nastaju kada se akcije spašavanja ili gašenja izvode na nepristupačnim mjestima, u izuzetno teškim ili nepovoljnim vremenskim uvjetima ili u nedostatku sredstva za gašenje, ljudstva, kada se traži zračna pomoć ili sl.

U takvim trenucima, vatrogasci su nemoćni bez upotrebe radio veze jer se tada načini izvođenja akcija spašavanja mogu svesti samo na snalažljivosti vatrogasaca i improvizacije. To dovodi u pitanje sigurnost vatrogasaca, unesrećenog, a samim time i uspješnost i cijele akcije spašavanja.

Stoga je korištenje radio veza od velike važnosti u vatrogastvu, a osposobljavanje pripadnika vatrogasne službe za korištenje ovakve opreme nastalo je kao dio odgovora na potrebe koje su se javile u vatrogasnoj službi u pogledu spašavanja ljudi, životinja, materijalnih dobara i očuvanja okoliša propisanih Ustavom RH. Samo kvalitetnom obukom i opremom, uključujući i upotrebu sredstava radio veza, vatrogasci će moći pružiti kvalitetnu, stručnu i brzu pomoć na svim vatrogasnim intervencijama, a posebice u spašavanju ljudskih života i imovine.

Što je komuniciranje?

Komuniciranje je svjesna aktivnost pomoću kojih se ljudi sporazumijevaju te stimuliraju jedni druge na određeni tip akcije. Komunikacija je obično opisana prema 3 glavne dimenzije: sadržaju, formi i cilju.

Harold Lasswell [2], američki politolog i komunikolog, opisao je njene sastavnice poznatom, tzv. Lasswellovom formulom: „Tko, kaže Što, kojim Kanalom, Kome i s kojim Efektom?“

Zašto je potrebno komuniciranje u vatrogasnim organizacijama?

Zapovjedni lanac (piramida) u vatrogasnoj strukturi upotrebljava komunikaciju za zapovijedanje i vođenje izvršenja planova i intervencija. Razine zapovijedanja u vatrogastvu su: operativna razina (brončana), taktička razina (srebrna) i strateška razina (zlatna). Različite razine koriste različite metode od pisane, crtane ili usmene zapovjedi koje se prenose različitim prijenosnim komunikacijama od interneta, telefona do sustava radio veze. Provođenje zapovjedi na najnižoj operativnoj razini je težak, naporan i iscrpljujući posao. Sudionici u komunikaciji pri izvršavanju zapovjedi na najnižoj razini izloženi su visokoj razini stresa i teškim fizičkim naporima te se često nalaze u prostorima zamračeni dimom u objektima ili otvorenom prostoru uz prisutnost buke.

Upotreba radio stanica i korištenje radio signalima u današnje vrijeme je nezamislivo i možemo reći koristimo svakodnevno u životu, gospodarstvu, hitnim službama, vojsci, raznim osiguranjima i sl. gdje bi život bez brzog protoka informacije bio nezamisliv. Radio veza u vatrogastvu je sistem veze pomoću određenih posredničkih uređaja koji omogućuju uspostavljanje veze s vatrogasnim jedinicama, jedinicama unutrašnjih poslova, zdravstvenim organizacijama, HGSS za pružanje pomoći pri spašavanju.

U vatrogasnoj službi sistem veze je od velikog značaja jer o tom sistemu ovisi brzina izlaska i sam uspjeh intervencije. Sustav veze koje se koriste u vatrogastvu su telefonska veza GSM ili žičana veza za prijenos glasa, internetska veza za povezivanje raznih sustava vatrodjave i ostalih informacija potrebnih za uspješnu intervenciju te GPS signal.

Najveću ulogu ima radio veza preko koje se ostvaruje kontakt operatora i vatrogasaca koji izlaze na intervenciju u vozilima radi bržeg djelovanja u akcijama gašenja požara ili pružanja prve pomoći i spašavanja nastradalima. Radio vezom se postiže brža, bolja i učinkovitija koordinaciju rada vatrogasnih jedinica na terenu.

U Hrvatskom vatrogastvu koriste se prijenosne (ručne) radio stanice osobno kod vatrogasaca, mobilne radiostanice u vatrogasnim vozilima i fiksne radiostanice u

operativnim centrima Vatrogasnog operativnog središta (VOS), Županijskog vatrogasnog operativnog centra (ŽVOC) i vatrogasnog operativnog centra (VOC) .

U vatrogastvu RH u upotrebi su analogni i digitalni sustav neovisne radio veze vatrogasaca na VHF valnoj duljini za operativnu i taktičku razinu te TETRA sustav MUP-a RH za stratešku razinu koji se koriste najčešće na terenu, a pogotovo kod većih i složenih intervencija. U posljednjih godinu dana u testnoj upotrebi je i CRONECT sustav tvrtke Odašiljača i Veza d.o.o. (OiV) koji se zasniva na UHF valnoj duljini gdje je omogućen prijenos podataka i glasa sličnih ili čak većih mogućnosti od TETRA sustav MUP-a.

U vatrogastvu se koriste u analognom modu frekvencije od 136-174 MHz što je duljina radio vala 2 metra. U digitalnom modu frekvencije je od 400-470 MHz što je duljina radio vala 70 cm. Analogni sustav radio veze naslijeđe je bivše Države i u vatrogastvu se koristi od šezdesetih godina prošlog stoljeća sa ukupno 17 kanala od čega 11 repetitorskih (semidupleksnih) i 6 simpleksnih kanala. Od toga u kontinentalnoj Hrvatskoj u upotrebi su samo 9 kanala (6 repetitorskih i 3 simpleksna kanala) dok je za primorsku Hrvatsku dodano još 8 kanala (5 repetitorska i 3 simpleksna) što je nedovoljno za kvalitetno pokrivanje dobrim signalom bez smetnji i miješanja drugih postrojbi prilikom istovremenim intervencijama. Problem je što su još uvijek u uporabi stanice starije izvedbe koje mogu imati 9 ili 16 kanala te je iz toga vidljivo da su prema tome ograničeni resursi korištenja i uporabe kod vatrogasnih intervencija na što mora voditi računa zapovjednik intervencije odnosno časnik za vezu ako je imenovan na intervenciji.

Prednost digitalne komunikacije je u lakšoj komunikaciji jer se preko nje mogu među ostalim kontrolirati pozicije vozila, ljudi na terenu, a moguće je obavljati pozive i razgovore s nekoliko osoba na istom kanalu bez ometanja drugih osoba (privatni pozivi, pozivi grupe i otvoreni poziv). Za određivanje koristi "GPS" sustav pa se lokacija šalje digitalnim radio signalom na repetitor zatim sa repetitora na stanicu u VOC ako se prati semidupleksni način rada ili simpleksno direktno stanica na terenu i stanica u VOC-u ovisno o potrebama i trenutnom broju intervencija.

U Republici Hrvatskoj TETRA sustav MUP RH trenutno koriste mnoge državne službe i vatrogasci u kojima se taj sustav razvija gdje je u ovoj godini (2019.) za potrebe

vatrogastva putem natječaja RH nabavljen veći broj uređaja (oko 4000) što je nedovoljno za potrebe potpunog prelaska na taj sustav radio veze. Problem je da zbog malog broja uređaja nisu „otvoreni“ svi dodijeljeni kanali te se većinom po županijama koriste samo jedan državni kanal i jedan lokalni vatrogasni kanal što je premalo za potrebe vatrogasne službe na području županija.

Operativni kanali u analognom sustavu za intervencije su simpleksni kanali 7, 8 i kanal 9 koji u primorskoj Hrvatskoj služi za navođenje letećih vatrogasnih snaga (avioni i helikopteri) te 15, 16, i 17 kanali u primorskoj Hrvatskoj. U slučaju komunikacija s udaljenijim centrima koriste se repetitori ovisno o području operativnosti. To je ujedno i mana sustava jer su vatrogascima na ovaj način dozvoljen mali broj operativnih kanala što je kod velikih intervencija otežavajuća okolnost zbog velikog broja korisnika.

## **1.1 Predmet i cilj rada**

Cilj ovog rada je upoznati se s radio vezama koje se koriste u vatrogastvu radi bolje komunikacije i bržeg djelovanja u akcijama spašavanja ljudi, materijalnih dobara i očuvanja okoliša kao i u akcijama gašenja požara te skretanje na pozornost hitnog uređena ovog segmenta u vatrogastvu RH.

## **1.2 Metode korištene za izradu rada**

Metode koje sam koristio u izradi rada temeljiti će se na dostupnoj stručnoj literaturi, zakonskim i normativnim dokumentima iz područja zaštite od požara i velikom osobnom iskustvu u tom području kroz dugogodišnji rad na sustavu radio veza u JVP grada Karlovca.

Koristio sam dostupnu literaturu koja sadrži dijelove materijala za obradu u specijalističkom radu kao i vlastite materijale koje sam obradio kao korisnik i kao predavač na specijalističkim tečajevima u vatrogastvu.

Praktičan rad uključivao je opis temeljen na osobnom iskustvu zaposlenika u vatrogasnoj službi, izvođenjem predavanja, redovitih vježbi i obuka u vatrogasnoj postrojbii.

## **2. TEORIJSKI DIO**

### **2.1 Općenito o radiokomunikaciji i telekomunikaciji**

Radiokomunikacije i telekomunikacije su područje znanosti i komunikacijske tehnike koji se bave odašiljanjem, prijenosom i prijmom poruka (zvuka-voice i podataka-data) elektromagnetskim valovima uz upotrebu elektroničkih elemenata i sklopova potrebnih za taj proces[2,3].

Definicija radiokomunikacije (radio- + komunikacija) [2]: elektroničke komunikacije u kojima se informacija prenosi s pomoću radiovalova, elektromagnetskih valova frekvencije 10 kHz do 3000 GHz. Osnovni su radijski uređaji radiokomunikacijskoga sustava odašiljač, prijenosni medij i prijamnik. U odašiljaču se informacija modulacijom transformira u oblik prilagođen prijenosnomu mediju, sredstvu kojim se šire radiovalovi, a to je najčešće atmosfera u blizini Zemljine površine.

Definicija telekomunikacija [2]: Telekomunikacije, područje elektrotehnike koje se bavi odašiljanjem, prijenosom, prijmom i komutacijom informacija. Pritom informacije mogu biti govor, glazba, tekst, slika, videosignal i dr., a prijenosni medij elektromagnetski valovi, metalni vodiči ili optička vlakna. Telekomunikacije mogu biti jednosmjerne (radiodifuzija slike i tona, telegrafija, telefaks) ili dvosmjerne (fiksna i mobilna telefonija, telekomunikacijski sateliti). Dobiva sve značajniju ulogu u međunarodnim i globalnim ekonomskim odnosima posebice nakon razvoja mobilnih telekomunikacija.

Radiokomunikacije prate razvoj radiotehnike, a njihova je bitna značajka da rade u velikom rasponu frekvencija i snaga te upotrebljavaju raznolike uređaje. Zračenja (antene) i rasprostiranja elektromagnetskih valova osnova su problematike radiokomunikacije koja se stalno razvija i usavršava.

Odašiljači mogu doseći ogromnu snagu kao i prijamnici u radioastronomiji koji primaju snage signala. Međutim tu nastaje problem međusobnog ometanja radiokomunikacijskih sustava između vrlo udaljenih dijelova Zemlje jer se radi o velikom rasponu snaga, a elektromagnetski valovi se neograničeno šire. Iz tog razloga su se frekvencije i

dopuštene snage odašiljača odredile na međunarodnoj razini, a glavnu ulogu ima Međunarodni savez za telekomunikacije (franc. Union International des Telecommunications, UIT, odnosno engl. International Telecommunication Union, ITU) unutar kojeg djeluje Međunarodni savjetodavni odbor za radiokomunikacije (franc. Comite Consultat International des Radiocommunications, CCIR) i Međunarodni odbor za registraciju frekvencija (engl. International Frequency Registration Board, IFRB).

Međunarodni odbori donose preporuke i mišljenja koji vrijede za sve zemlje članice, a temelje se na znanstvenim istraživanjima i u suglašavanjima u studijskim grupama CCIR-a.

## **2.2 Povijesni razvoj radiokomunikacija**

Radiokomunikacije su se pojavile kao rezultat stoljetnih nastojanja čovjeka da vijesti prenese na veće udaljenosti nego što mu to njegova osjetila i organi omogućuju.

Prva istraživanja [2] na području radiokomunikacija započela su 1843. godine M. Faraday i J. Henry. Na temelju njihovih istraživanja J.C. Maxwell matematički je formulirao elektromagnetsku teoriju, kojoj je valjanost eksperimentalno dokazao H. Hertz.

1844. godine puštena je u rad prva telegrafska linija po Morseovom sustavu (kodu), između Washingtona i Baltimorea, SAD.

H. Hertz je 1888. god. konstruirao odašiljač sa iskrištem koje je pomoću antene generiralo elektromagnetske valove valne duljine od 60 cm (500 MHz) i prijamnik s petljom.

J.J. Thomson je 1893. godine utvrdio mogućnost širenja elektromagnetskih valova kroz šuplje metalne cijevi, što se može smatrati početkom valovodne tehnike, dok je 1895. g. V. Von Lang eksperimentalno dokazao mogućnost širenja elektromagnetskih valova kroz valovod, pa je tako utemeljena mikrovalna tehnika.

Zbog manjeg prigušenja elektromagnetskih valova velikih valnih duljina i mogućnost da se za njih izgrade jaki generatori, mogli su se valovi širiti na velike daljine i bili su vrlo dugo jedino sredstvo komuniciranja.



Tek dvadesetih godina 20.st. počinje primjena kratkih valova, a zatim i sve kraćih. Prvu praktičnu primjenu radiovalova i prijenos poruke Morseovim znakovima ostvario je G. Marconi 1901. godine odašiljačem snage 15 kW, elektromagnetskim valovima valne duljine od 366 m. Nakon toga naglo se razvijaju elektronički elementi i sklopovi za potrebe radiokomunikacija. Prvi kristalni detektor konstruirali su neovisno H.Dunwoody i G.Pickard 1906. godine. Iste je godine na 24. prosinca 1906. uspješan prijenos govora i glazbe ostvario R. Fessenden u SAD-u. Odašiljač s rotirajućim generatorom radio je na frekvenciji od 50 kHz, a snaga mu je bila 1 kW. Modulacija je izvedena u krugu antene pomoću mikrofona.

Razdoblje suvremenih elektroničkih sklopova započinje 1907. godine, kad je L. De Fa konstruirao vakuumsku triodu. Početne su nedostatke otklonili H.D. Arnold i A.Wehnelt. 1912. godine.

Prva radiostanica koja je odašiljala obavijesti za javnost već sredinom 1913. bila je stanica Sveučilišta u Wisconsinu (SAD). Posebnu je pozornost izazvala radiostanica koja je nešto kasnije bila postavljena u Arlingtonu (SAD). Odašiljač joj se sastojao od 500 paralelno spojenih trioda. Prenosila je i koncert, a mogla se čuti u Parizu i Honolulu. Prve javne radiofonske emisije osvario je F.Conrad 1920. godine u Pittsburghu uz odobrenje američke vlade.

Paralelno s time razvijale su se pokretne radiokomunikacije, tako da je američka flota već 1914. imala 50 radiostanica na kopnu i 250 na brodovima.

1914. godine u SAD-a osnovano je prvo udruženje radioamatera.

Pokretne radiokomunikacije na kopnu bilo je teže ostvariti zbog glomaznosti uređaja.

1923. godine je ostvarena prva amaterska obostrana veza, preko Atlantika.

1924. godina je osnovan prvi radio-klub u Hrvatskoj (Zagreb).

Policija u Detroitu (SAD) uspjela je 1928. nakon sedmogodišnjih nastojanja, ostvariti jednosmjernu vezu od bazne stanice prema prijammnicima u automobilima na cijelom gradskom području. Prva prava dvosmjerna pokretna radioveza ostvarena je tek 1933. godine na frekvenciji 33,1 MHz.

Prva međunarodna konferencija o radio-telegrafiji održala se 1906. godine. Strane ugovornice

su se tada obvezale povezati obalne radio postaje s međunarodnom telegrafskom mrežom, uz davanje apsolutnih prioriteta svim porukama pogibelji.

Od tada održavaju se međunarodne konferencije koje svojim odredbama unaprjeđuju sigurnost ljudskih života i imovine na moru, obvezivanjem svojih članica na ugradnju suvremene radijske opreme na brodove.

Signal pogibelji SOS Morzeovom abecedom po prvi put je upućen 23. siječnja 1909. godine sa broda «Republica» koji se u gustoj magli sudario sa parobrodom «Florida». Čim je radio časnik sa broda emitirao znak pogibelji, obalna postaja ga je primila i prenijela dalje te je posada broda «Baltic» uspješno spasila 1700 ljudi sa oba broda.

Lansiranjem u orbitu 1962. godine prvog svjetskog komunikacijskog satelita omogućen je visokokvalitetni prijenos govora i TV slike između velikog broja mjesta na Zemlji.

Prednost u komuniciranju preko satelita, veoma je brzo uočila Međuvladina pomorska organizacija (International Maritime Organization – IMO). IMO je 1971. godine u suradnji sa Međunarodnim savezom za telekomunikacije (International Telecommunications Union – ITU), sa sjedištem u Ženevi, započeo pripreme za uvođenje satelitskog komunikacijskog sustava namijenjenog isključivo pomorstvu jer satelitske komunikacije nude velike prednosti u uzbunjivanju i lociranju brodova u slučaju pogibelji ili nužde, olakšavajući operacije traganja i spašavanja te dostavu sigurnosnih i hitnih poruka.

Konvencija o osnivanju Međunarodne pomorske satelitske organizacije (International Maritime Satellite – INMARSAT) usvojena je 1976. godine, te je započeo rad 1. veljače 1982. godine. Tako je po prvi put pomorstvo dobilo komunikacijski sustav namijenjen isključivo vlastitim potrebama, a koji omogućuje kvalitetan prijenos poruka vezanih za trgovačke operacije, medicinske savjete i pomoć, meteorološke izvještaje i upozorenja, izvještaje o pozicijama brodova, i, što je s motrišta IMO-a najvažnije, unaprjeđenje komunikacija za sigurnost i pogibelj.

Nikola Tesla službeni je izumitelj radija. On je prvi razvio i objasnio način proizvodnje radio frekvencija, princip usklađenih rezonantnih sklopova u predajnoj i prijamnoj anteni te javno predstavio principe radija i prijenos signala na velike daljine. Za ovaj svoj pronalazak je 1897. godine dobio patent br. 645576 za uređaj opisan kao sustav za bežični prijenos podataka.

Guglielmo Marconi jedan je od pionira radiotelegrafije. Ostvario je prvi prijenos radio valova preko Atlantskog oceana i 1909. godine dobio Nobelovu nagradu za taj doprinos znanosti. Osnovao je prvu tvrtku koja se bavila komercijalnom uporabom radio prijenosa. Do 1943. godine smatran je izumiteljem radija, kada mu je Vrhovni sud oduzeo patentno pravo i dodijelio ga Nikoli Tesli.

Reginald Fessenden i Lee De Forest pronašli su princip amplitudske modulacije, pa je tako više radio stanica moglo slati signale i istovremeno biti prisutno u eteru (za razliku od prijašnjeg običnog radija gdje je samo jedna radio stanica zauzimala cijeli raspon).

Edwin Armstrong otkrio je radio s frekventnim modulacijama, pa je signal postao otporniji na smetnje uzrokovane električnom opremom i atmosferskim utjecajima.

### **2.3 Osnovni pojmovi o radiokomunikacijama**

Radiovalovi [2] ili radijski valovi su dio spektra elektromagnetskih valova koji ima najveće valne duljine i najmanje frekvencije, a obuhvaća valove valnih duljina od približno 30 km do 1 mm, odnosno frekvencije od 10 kHz do 3000 GHz. Zajednička im je osobina da se mogu proizvesti protjecanjem izmjenične električne struje u napravi koja se zove antena, a primjenjuju u radiokomunikacijama.

Napretkom tehnologije, radiokomunikacija je prodrla i na područje telekomunikacija objedinjujući znanja i tehnologije.

Prednosti korištenja radiovalova nad infracrvenim svjetlosnim valovima je sposobnost da radiovalovi mogu prolaziti kroz materijale i time nisu ograničeni optičkom vidljivošću, te se njima postižu veće udaljenosti i veće brzine komunikacije. Radiovalovi viših frekvencija imaju slabija svojstva prolaženja kroz materijale od onih nižih frekvencija, te su maksimalne udaljenosti za komunikacije u računalnim bežičnim mrežama dosta manje u zatvorenim prostorijama nego na otvorenome.

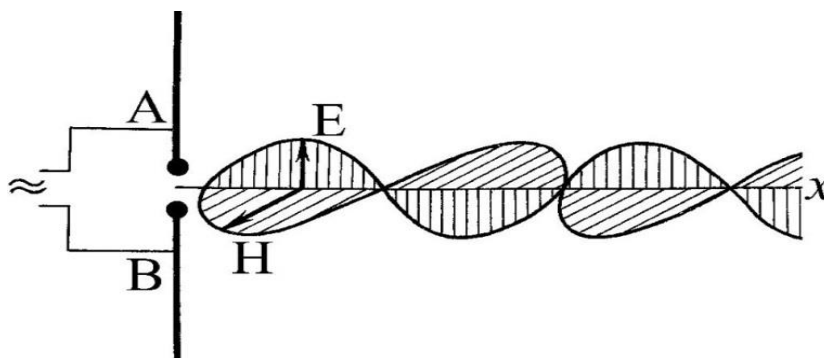
### **2.4 Elektromagnetski valovi**

James Clerk Maxwell [2] utvrdio je da postoji uzajamno djelovanje između električnog i magnetskog polja. Promjenjivo magnetsko polje proizvodi električno, a promjenljivo

električno polje proizvodi magnetsko. Električki nabijena tijela proizvode u svom okolišu električno polje, a električna struja u vodičima proizvodi u svojoj okolini magnetsko polje. Međutim, ako se u strujnom krugu bilo kako mijenjaju električni napon ili struja, pojavljuju se elektromagnetski valovi, koji se šire u prostor.

Proces uzajamnoga proizvođenja električnog i magnetskog polja širi se po prostoru konačnom brzinom, koja je jednaka brzini svjetlosti. Širenje toga procesa naziva se elektromagnetski val.

Ako vodičem protječe struja koja se vremenski mijenja harmonički određenom frekvencijom, elektromagnetsko je polje sinusno promjenljivo s istom frekvencijom, a u prostoru se dobiva valni efekt, tj. elektromagnetski val [2][slika 1.]



Slika 1. Prikaz elektromagnetskog vala [2]

Kao što je već navedeno u djelu o radiokomunikaciji, elektromagnetski valovi frekvencije 10 kHz do 3000 GHz iskorištavaju se za prijenos različitih signala na daljinu. U emisijskim uređajima proizvode se promjenljive električne struje koje prolaze vodičima te tako stvaraju elektromagnetske valove. Prvi je Nikola Tesla primijenio antenu u emisijskom uređaju.

U tablici 1. prikazana je podjela po kojoj su distribuirana frekventna područja.

Tablica 1. Podjela frekventnih područja te valnih duljina i njihova primjena [4]

| Band                        | Oznaka | Frekventno područje | Valna duljina      | Područje primjene   |
|-----------------------------|--------|---------------------|--------------------|---|
| Zvučne frekvencije          | AF     | 20 do 20 kHz        | 15.000 km do 15 km |   |
| Ekstremno niske frekvencije | ELF    | 3Hz do 30 Hz        | 10 Mm do 100 Mm    | čujne frekvencije kada se pretvore u zvuk, jednosmjerna komunikacija s podmornicama |
| Super niske frekvencije     | SLF    | 30Hz do 300 Hz      | 1 Mm do 10 Mm      | čujne frekvencije kada se pretvore u zvuk, elektrodistribucija                      |
| Ultraniske frekvencije      | ULF    | 300Hz do 3 kHz      | 100 km do 1 Mm     | Komunikacija s podmornicama i radari, rudarstvo                                     |
| Radio frekvencije           | RF     | 3 kHz do 300 GHz    | 30 km do 0,1 cm    | radio   |
| Vrlo niske frekvencije      | VLF    | 3 kHz do 30 kHz     | 10 km do 100 km    | komunikacija s podmornicama   |
| Niske frekvencije           | LF     | 30 do 300 kHz       | 1 km do 10 km      | radio, radijski satovi, radio navigacija  |
| Srednje frekvencije         | MF     | 300 do 3,000 kHz    | 100 m do 1.000 m   | AM prijenos, radio velikog dometa, vojne svrhe, pomorske i zračne komunikacije      |
| Visoke frekvencije          | HF     | 3 do 30 MHz         | 10 m do 100 m      | radio velikog dometa, vojne svrhe I radioamaterske svrhe, kratki val, cb prijenos   |
| Vrlo visoke frekvencije     | VHF    | 30 do 300 MHz       | 1 m do 10 m        | FM prijenos, radio, televizija, radar, vatrogastvo, državne službe,                 |

|                               |     |  |  |   |
|-------------------------------|-----|--|--|---|
|                               |     |  |  | pomocni I radio amateri   |
| Ultra visoke frekvencije      | UHF | 300 do 3,000 MHz                                 | 1m do 10 cm                                      | televizija, pokretna telefonija (npr. <u>GSM</u> ), <u>mikrovalna pećnica</u> , bežične računalne mreže (npr. <u>Wi-Fi</u> ), digitalne komunikacije, radioamateri I državne službe |
| Super visoke frekvencije      | SHF | 3,000 do 30,000 MHz                              | 10 cm do 1 cm                                    | <u>radar</u> , <u>usmjerene veze</u> , <u>satelitska televizija</u> , <u>satelitske veze</u>  |
| Ekstremno visoke frekvencije  | EHF | 30,000 do 300,000 MHz                            | 1 cm do 0.1 cm                                   | <u>usmjerene veze</u> , sateliti, mikrovalni prijenos podataka, udaljena detekcija, napredn aoružja, napredni proputrovalni sustavi   |
| Infracrveni spektar*          |     | $10^6$ to $3.9 \times 10^8$ MHz                  | 0.03 do $7.6 \times 10^{-5}$ cm                  |   |
| Spektar vidljivog svjetla*    |     | $3.9 \times 10^8$ to $7.9 \times 10^8$ MHz       | $7.6 \times 10^{-5}$ to $3.8 \times 10^{-5}$ cm  |   |
| Ultraljubičasti spektar*      |     | $7.9 \times 10^8$ to $2.3 \times 10^{10}$ MHz    | $3.8 \times 10^{-5}$ to $1.3 \times 10^{-6}$ cm  |   |
| X-zrake*                      |     | $2.0 \times 10^9$ to $3.0 \times 10^{13}$ MHz    | $1.5 \times 10^{-5}$ to $1.0 \times 10^{-9}$ cm  |   |
| Gama zračenja*                |     | $2.3 \times 10^{12}$ to $3.0 \times 10^{14}$ MHz | $1.3 \times 10^{-8}$ to $1.0 \times 10^{-10}$ cm |   |
| Pozadinsko kozmičko zračenje* |     | $> 4.8 \times 10^{15}$ MHz                       | $< 6.2 \times 10^{-12}$ cm                       |   |

Svaka se radiokomunikacija temelji na rasprostiranju radiovalova (propagaciji radiovalova), kroz Zemljinu atmosferu. Elektromagnetski val je fizikalna pojava u kojoj učestvuju promjenjiva električna i magnetska polja, pri čemu promjene jednog polja uzrokuju nastanak drugog, tako da se izaziva val koji se, jedanput izazvan, širi konačnom brzinom (brzinom svjetlosti) ukoliko to dopušta medij kojim se širi.

Zbog svoje velike brzine širenja i ostalih svojstava, elektromagnetski val je vrlo prikladan za prijenos informacija. Pri tome on služi kao val nosioc na koji se modulacijom (vremenskom promjenom oblika amplitude, frekvencije ili faze) „upišu“ električni signali koje nose informacije. Količina informacija koja se pri tome može prenijeti vrlo je velika i direktno je proporcionalna frekvenciji vala nosioca. Što je veća frekvencija, veća se količina informacija može prenijeti.

Radiovalovi su po svojoj prirodi elektromagnetski valovi koji su za primjene komunikacije među ljudima zračeni iz antene napajane iz izlaznog stupnja nekog odašiljača strujama radijskih frekvencija (RF). Prema teoriji širenje elektromagnetskih valova iz zamišljene točkaste antene, elektromagnetski valovi se rasprostiru u obliku koncentričnih, stalno rastućih kugli, čije plohe slijede jedna za drugom s međusobnim razmakom od jedne valne duljine. Brzina kretanja takvog vala je jednaka brzini svjetlosti od približno 300 000 000 m/s u vakuumu dok je u Zemljinoj atmosferi nešto manji.

Kod viših frekvencija, u VHF području, temperatura i sadržaj vlage u zraku jako utječu na brzinu. U čvrstim izolacijskim materijalima brzina rasprostiranja je znatno manja. Jedan od primjera je brzina rasprostiranja radiovala u destiliranoj vodi (koja je dobar izolator), je samo 1/9 od one u slobodnome prostoru.

Ovo valno područje i njegove anomalije utječu na komunikaciju u vatrogastvu jer je to područje kojima se koriste vatrogasne frekvencije (136 do 174 MHz).

U materijalima koji su dobri vodiči, brzina vala je toliko smanjena da se polja međusobno poništavaju, pa na taj način kovine služe kao dobra zaštita za elektroničke sklopove koji rade na radijskim frekvencijama.

Šireći se od antene elektromagnetski val se stalno povećava i njegova zakrivljenost se smanjuje te na određenoj udaljenosti postaje ravni val.

U današnje vrijeme najviše bežičnih mreža koje se koriste u svakodnevnim tehnologijama radi upravo preko radiovalova. Te mreže koriste veliki raspon frekvencija od 800 kHz za AM prijenos radio govora pa sve do 2,4 GHz, a čak i 5 GHz za bežične računalne mreže. Radne frekvencije mobilnih telefonskih uređaja se razlikuju u nekim zemljama, ali tipične vrijednosti su 800-900 MHz, te 1700-2200 MHz za novije generacije mobilnih uređaja. Na primjer standardna frekvencija za Bluetooth tehnologiju prijenosa podataka u mobilnim uređajima je 2.4 GHz, a za bežične računalne mreže su 2.4 i 5.7 GHz.

Za usporedbu frekvencije radiostanica su u rasponima 500-1500 kHz za AM radio, te 88-108 MHz za FM radio. Frekvencije TV prijenosa se kreću 54-88 MHz za VHF i 470-890 MHz za UHF.

## **2.5 Princip rada radiostanica**

Radio [5] je način bežičnog primanja i prijenosa komunikacijskih signala elektromagnetskim valovima čije su frekvencije niže od frekvencije vidljive svjetlosti. Radio valovi putuju pravocrtno kroz homogen prostor koji može biti zrak ili vakuum u svim pravcima. Ako postoje diskontinuiteti, kao što je ionosfera u Zemljinoj atmosferi, dolazi do odbijanja, a isto takvo odbijanje se događa i od površine Zemlje.

Kada se radio valovi usmjere prema komunikacijskom satelitu, oni se tu hvataju, pojačavaju i odašilju natrag prema Zemlji.

Osnovni radijski uređaji radiokomunikacijskoga sustava su:

- odašiljač,
- prijenosni medij
- prijammnik.

### **2.5.1 Radio odašiljač**

Radio odašiljač ili radiopredajnik [5] je elektronički uređaj za stvaranje moduliranog električnog signala, koji neki podatak ili informaciju (izvorno često u neelektričnom obliku, na primjer zvuk, slika) predočuje kao promjenu električne veličina (električna struja, električni napon). Izlaznim signalom radioodašiljača napaja



se antena koja emitira radioval i time omogućuje prijenos podataka do udaljenoga korisnika. Radioodašiljač se sastoji od oscilatora, pojačala snage, modulatora i mreže koja služi za prilagodbu odašiljača na antenu, odnosno na antenski naponski vod.

U odašiljaču se informacija modulacijom transformira u oblik prilagođen prijenosnomu mediju, sredstvu kojim se širi radioval, a to je najčešće atmosfera u blizini površine Zemlje.

## 2.5.2 Prijamnik

Prijamnik [5] izdvaja željeni signal iz prijenosnoga medija te na svojem izlazu reproducira odaslanu informaciju. To je uređaj koji služi za prijem i pretvaranje radiofrekvencijskih signala u govorne signale.

Prijamnik informaciju prenosi korisniku odgovarajućim uređajem za reprodukciju, npr. slušalicama, zvučnikom, teleprinterom, ekranom, posredstvom memorije računala i sl. Radijski signal što ga je odaslao neki odašiljač, može se primiti prijarnikom, ili drugim riječima prijarnik je uređaj koji iz antene prima signale odaslane iz odašiljača.

Radioprijamnik u principu čine tri osnovna dijela:

- ulazni dio s oscilatorom i antenom,
- detektorski dio filterima za izdvajanje zvučne frekvencije te
- niskofrekventni dio koji pojačava zvučnu frekvenciju.

Kod vatrogasnih radiostanica željeni signal se prima podešavanjem ulaznog kruga u prijarnik na željenu frekvenciju izborom radnih kanala.

Odašiljač i prijarnik uključuju različite radijske sklopove kao što su:

- oscilator,
- modulator,
- filter,
- pojačalo,
- miješalica,
- antena,

- demodulator.

### 2.5.3 Antene radio uređaja

Svaki radio uređaj za emitiranje i primanje signala treba imati antenu. Antena se najčešće koristi od komada žice određene dužine. Dužina žice ovisi o duljini vala. Pošto se kod vatrogasnih radio uređaja najčešće koristi frekvencija (VHF) od 134 -174 MHz, njegova duljina vala je 2 metra ravna antena bi bila preduga. Zato se žica od koje je napravljena antena na stanicama radi kao zavojnica koja smanjuje tu duljinu, slika 2.



Slika 2. Izgled prijenosne antene, fotografija D. Kos

Na prijenosne uređaje se stavljaju prijenosne antene jer su one male veličine sa pvc ili gumenim zaštitnim omotom koji unutar sebe imaju zavojnicu. Njihova prednost su mala veličina te im ne treba kabel od uređaja do antene. Prijenosne antene na sebi imaju konektor za priključak. Najčešće duljine su od 6 do 20 cm. Njihova izrada je od gume koja omogućava savijanje tako da se neće oštetiti prilikom pada radio uređaja. Zbog njihove male dužine i zavojnice koja je skupljena njihov domet je dosta manji od stacionarnih antena. Prema navedenom prijenosni radio uređaji u vatrogastvu se koriste komunikaciju na mikrolokaciji intervencije za operativnu razinu.

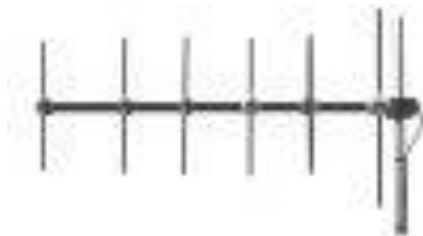
Stacionarne ili bazne antene se stavljaju na vatrogasne domove, postrojbe i repetitore, a postoje vertikalne [6] [slika 3.] i yagi antene [7][slika 4.]. U vatrogastvu se najčešće koriste vertikalne antene koje emitiraju signal u svim smjerovima ali to smanjuje njihov

domet. Najčešće su napravljene od metalnog stupa određene dužine (2 metra ) ili od ojačane plastike u kojoj se nalazi žica. Antena može biti manje duljine ali onda se stavljaju zavojnice.



Slika 3. Stacionarna VHF antena [6]

Za prijenos signala na veće udaljenosti na određenu poziciju koriste se i usmjerene “yagi” antene [7] [slika 4]. One usmjeravaju energiju u jednom pravcu i tako povećavaju domet signala. Njihova mana je to što signal ide u samo jednom pravcu za razliku od vertikalne antene.



Slika 4. „yagi“ usmjerena antena [7]

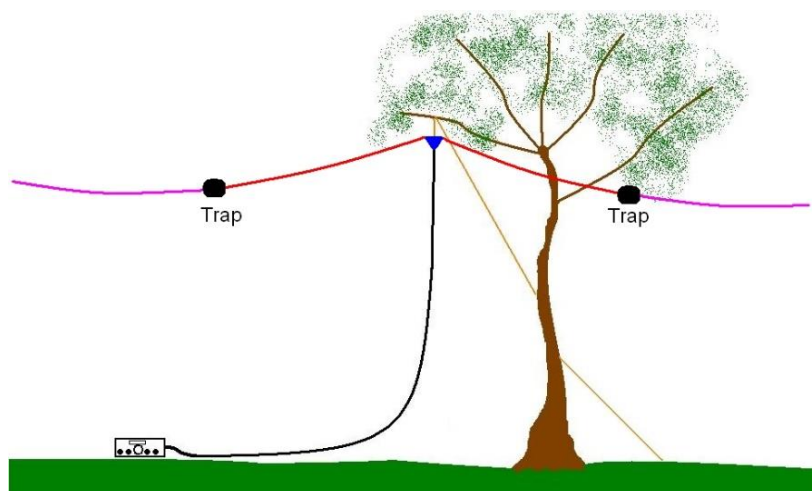
Mobilne antene su najčešće napravljene od zavojnice koja se nalazi na dnu i komada žice koji se može savijati. Zavojnica služi da bi se mogla smanjiti duljina te antene.

Antene se učvrste na lim vozila radi uzemljenja. Mobilne antene su isključivo namijenjene postavljanju na vozila [8] [ slika 5.].



Slika 5. Mobilna antena [8]

Kratkovalne ili dipol antene se koriste za kratki val. Zbog velike valne duljine tog elektromagnetskog vala te antene su velike dužine i najčešće su izgrađene od komada žice određene dužine. Njihova dužina ovisi o frekvenciji na kojoj se koristi, a najčešće su od 10 do 40 metara [9] [slika 6].

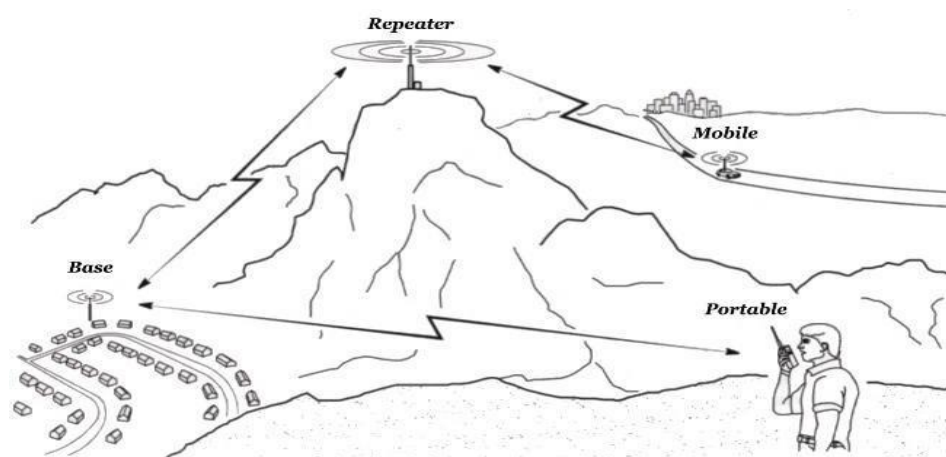


Slika 6. „Dipol“ antena [9]

## 2.6 Repetitor

To je elektronička naprava koja proizvodi i uz pomoć antene odašilje signal u obliku elektronskog zračenja potrebnog za rad radija, televizije i druge vrste telekomunikacija.

Repetitori su primopredajnici koji se postavljaju na visoke pozicije kao što su planinski vrhovi ili u velikim gradovima visoke zgrade koje dominiraju nekom regijom svojom visinom kako bi se svladale prirodne prepreke i kako bi se signal poslao dalje nego što je to u realnim prilikama moguće [10] [slika 7.].



Slika 7. Upotreba repetitora [10]

Zahvaljujući repetitorima moguće je s radio stanicama sa vrlo malom snagom ostvarivati komunikaciju sa udaljenim stanicama. Repetitori u vatrogastvu koriste semiduplex kanale koji na jednoj frekvenciji odašilje signal (Transmit, oznaka TX), a na drugoj frekvenciji prima signal (Recive, oznaka RX) . Moramo imati na umu da frekvencije repetitora RX i TX su obrnute vrijednosti od frekvencija RX i TX na radiostanicama. U slučaju elementarne nepogode repetitori nisu pouzdani način komunikacije jer se nalaze na strateškim mjestima poput vrhova gora i planina te je u tim uvjetima otežan pristup takvim objektima. Za potrebe VZKŽ postavljena su dva

repetitora Japetić [slika 8.] i Klek. Na svakoj poziciji postavljen je analogni i DMR Mototrbo repetitor sa svojim vatrogasnim frekvencijama.



Slika 8. Fotografija repetitora Japetić - D.Kos 2019.

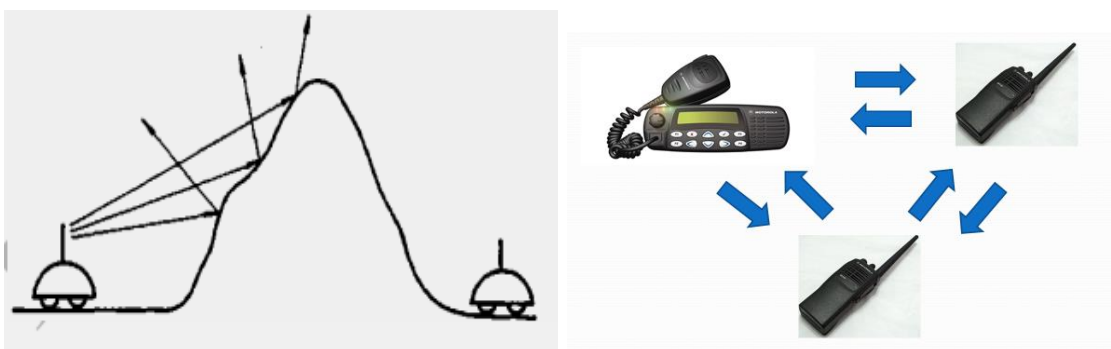
Zato se danas koriste i mobilni repetitori koji se mogu nalaziti u vozilima ili u vodonepropusnim koferima koji se mogu postaviti na strateškim mjestima gdje nema signala repetitora i time se načinom uspostavlja veza na veće udaljenosti.

Duplex je rad između dva korisnika preko repetitora na dvije frekvencije, odašiljačkoj i prijemnoj te se istovremeno može slušati i govoriti (primjer mobitel) i nema primjenu za operativnu razinu.

Simplex način radioveze je izravan rad između dva korisnika na jednoj frekvenciji bez repetitora čime je ograničena komunikacija na manji opseg ovisno o terenu. Simplex način omogućuje prijem i predaju samo na jednoj (uvijek istoj) frekvenciji. Takav način komunikacije onemogućuje istovremeni prijem i predaju inače nazivanu jednostranu komunikaciju dok jedan priča ostali slušaju. Emitiranje na simplex kanalu čuju sve radio postaje u dometu, zbog čega je privatnost komunikacije na tim kanalima nemoguća. Simplex kanali su namijenjeni pozivima na mikrolokaciji na intervencijama komunikacija među grupama.

## 2.7 Simpleksna radiomreža

Simpleksna radiomreža ima samo jednu frekvenciju za naizmjeničan rad odašiljača i prijemnika [10] [slika 9.]. U radu tog sistema koristi se mikrotelefonska kombinacija; kad se poruka šalje, tipka se pritisne, a otpusti se pri prijemu poruke ili informacije. To znači da je jedna radiostanica na predaji, a njen korisnik informaciju priopćava korisniku druge radiostanice koja je u tom trenutku na prijemu. U slijedećem trenutku mijenjaju ulogu ali je frekvencija cijelo vrijeme identična, tj. frekvencije rada oba prijemnika su jednake i radio veza se uspostavlja izravno među radiostanicama. Simpleksna radioveza moguća je između radiostanica samo ako je između njih radiohorizont čist bez prepreka jer u protivnome odlazi do odbijanja vala o prepreku.



Slika 9. Simpleksna mreža [10]

Domet dviju radiostanica koje rade bez posrednika ovisi o konfiguraciji terena, izlaznoj snazi odašiljača i međusobnoj udaljenosti radiostanica. Te udaljenosti su različite i ovise o vrsti radiostanice. Za prijenosne radiostanice iznose 3-10 km, za mobilne u vozilima 20-25 km, za veze između fiksnih radiostanica više od 80 km, ovisno o anteni. Simpleksni sistem veza preporučuje se za rad na manjim udaljenostima odnosno na

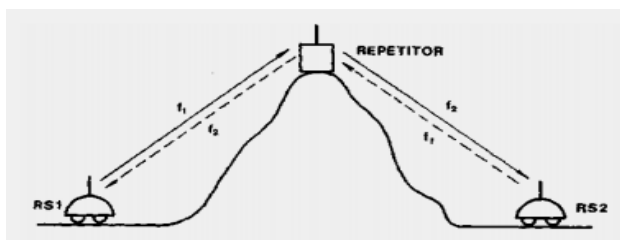
mikrolokacijama same intervencije. Vrlo je često simpleksni sistem veze dio složenog sistema u kojemu se kombinira više vrsta radiomreža.

## 2.8 Semidupleksna ili polidupleksna radiomreža

Kod ovog načina rada sve radiostanice imaju dvije frakvencije: jednu za prijem (RX), a drugu za odašiljanje (TX) informacija. Prijem i odašiljanje obavljaju se naizmjenično, nikad istovremeno.

Ukoliko se repetitor postavi na istaknutu geografsku kotu tada je moguće postići da frekvencija predajnika nije identična frekvenciji prijemnika [slika 10.] i [slika 11.].

Razgovor se obavlja na isti način kao i kod simpleks načina pa se često naziva i dvofrekvencijski simpleks. Na ovaj način domet se može povećati i do 10 puta više u odnosu na simpleks način.



Slika 10. Semidupleksna radiomreža [10]

Se - stalna centralna stanica; Sp - stalna periferna stanica; Po - pokretna stanica/prijenosna stanica;  
S – skretnica; Tx – odašiljač; Rx – prijemnik





Slika 11. Semidupleksna mreža preko repetitora, autor D, Kos

## 2.9 Dupleksna radiomreža

Kod načina rada dupleksne radiomreže prijenos informacija ostvaruje se istodobno u oba smjera tj. oba korisnika radiostanice mogu istodobno govoriti i slušati. Rad održavanja radioveze identičan je standardnoj telefonskoj vezi. Koriste se dvije frekvencije, prijemna frekvencija jedne radiostanice jednaka je predajnoj frekvenciji druge i obratno.

Ova veza se ne koristi često nego samo kada mora zamijeniti telefonsku liniju najčešće na UHF frekvencijskom području te je kao takvu ne posjeduju vatrogasne postrojbe u VZKŽ.

## 2.10 Vrste radiokomunikacijskih sustava

Radiokomunikacijski sustavi se mogu razvrstati prema dijelu frekvencijskog spektra u kojem rade i prema namjeni. Porukama se za prijenos uvijek daje oblik električnog signala (modulacijski signal) jer su oni u svojem izvornom obliku redovito zvučni ili svjetlosni valovi. Budući da su modulacijski signali analogni ili digitalni, a radiofrekvencijski signali obuhvaćaju velik broj frekvencija, u radiokomunikacijskim se uređajima upotrebljavaju mnogi različiti elektronički elementi i sklopovi kojima se rad osniva na različitim fizikalnim osnovama.

Hrvatska agencija za poštu i elektroničke komunikacije na temelju članka 82. stavka 4. i stavka 5., članka 85. stavka 8., članka 86., članka 87., članka 88., članka 89., članka 90., članka 91. te članka 94. stavka 4. i stavka 10. Zakona o elektroničkim komunikacijama (»Narodne novine«, broj 73/08) Vijeće Hrvatske agencije za poštu i elektroničke komunikacije donijelo je Pravilnik o uvjetima dodjele i uporabe radiofrekvencijskog spektra.

Pravilnikom o uvjetima dodjele i uporabe radiofrekvencijskog spektra propisuju se uvjeti dodjele i uporabe radiofrekvencijskog spektra, postupak izdavanja dozvola, postupak, uvjeti, rokovi i mjerila odabira prilikom izdavanja dozvola u postupku javnog natječaja i javne dražbe, izgled i sadržaj obrasca dozvole za uporabu radiofrekvencijskog spektra, izgled i sadržaj obrazaca zahtjeva za izdavanje dozvole za uporabu radiofrekvencijskog spektra, potrebna tehnička dokumentacija koja se prilaže zahtjevu za izdavanje dozvole za uporabu radiofrekvencijskog spektra, rokovi valjanosti dozvola za uporabu radiofrekvencijskog spektra, način i uvjeti prijenosa dozvola za uporabu radiofrekvencijskog spektra na drugu osobu, način i uvjeti ograničenja uporabe radijskih frekvencija, načini i uvjeti dostave tehničkih i drugih podataka o radijskim postajama, način i uvjeti obavljanja tehničkog pregleda, radijskih mjerenja i ispitivanja, obveza identifikacije određenih vrsta radijskih postaja, način i uvjeti uporabe radijskih postaja u slučaju opasnosti i drugim hitnim slučajevima, te ovlasti za obavljanje poslova u elektroničkim komunikacijama.

Za vatrogasnu službu u RH DUZS Na temelju članka 42. Zakona o sustavu civilne zaštite (»Narodne novine«, broj 82/15), uz suglasnost Hrvatske regulatorne agencije za mrežne djelatnosti, ravnatelj Državne uprave za zaštitu i spašavanje donio je pravilnik o načinu rada u aktivnostima radijske komunikacije za potrebe djelovanja sustava civilne zaštite u velikim nesrećama i katastrofama. Ovim pravilnikom se propisuje se način rada u aktivnostima radijske komunikacije za potrebe djelovanja sustava civilne zaštite u velikim nesrećama i katastrofama, jedinstveni postupci poslužitelja sredstava veze i korisnika veze kada izravno rukuju uređajima. Pravilnik se odnosi se na sve korisnike sustava radio komunikacija tijekom provođenja mjera i aktivnosti sustava civilne zaštite u velikim nesrećama i katastrofama na području Republike Hrvatske..

## 2.11 Upotreba radio frekvencijskog spektra u Republici Hrvatskoj

U Republici Hrvatskoj HAKOM (Hrvatska regulatorna agencija za mrežne djelatnosti) je nacionalna regulatorna agencija za obavljanje regulatornih i drugih poslova u okviru djelokruga i mjerodavnosti propisanih Zakonom o elektroničkim komunikacijama, Zakonom o poštanskim uslugama i Zakonom o regulaciji tržišta željezničkih usluga.

HAKOM dodjeljuje uvjerenje vatrogasnim postrojbama na osnovu „Zahtjeva za odobrenje za službe od posebnog značaja“ i tablice namjene radiofrekvencijskog spektra koji je sastavni dio Pravilnika o namjeni radiofrekvencijskog spektra (NN 32/17). Tablicom namjene radiofrekvencijskog spektra mogu se odrediti različite namjene, uvjeti dodjele i uporabe te načini izdavanja dozvola za isti radiofrekvencijski pojas. Uvjeti dodjele i uporabe radijskih frekvencija pobliže se propisuju Pravilnikom o uvjetima dodjele i uporabe radiofrekvencijskog spektra (NN 45/12, 50/12 i NN 97/14).

U dozvoli za uporabu radiofrekvencijskog spektra se određuju posebni uvjeti dodjele i uporabe.

Tablica namjene radiofrekvencijskog spektra određuje namjenu radiofrekvencijskih pojaseva za pojedine radiokomunikacijske službe u skladu s Radijskim propisima Međunarodne telekomunikacijske unije (ITU).

Planovi dodjele radijskih frekvencija moraju se temeljiti na Pravilniku o izmjenama Pravilnika o namjeni radiofrekvencijskog spektra (NN 94/15) te biti u skladu s odredbama zakona i drugih propisa koji iz njega proizlaze. Planovi dodjele radijskih frekvencija mogu osobito sadržavati sljedeće:

- podjelu državnog područja Republike Hrvatske na područja za dodjelu dozvola za uporabu radiofrekvencijskog spektra, pri čemu se mogu odrediti posebni uvjeti uporabe radi zaštite susjednih područja od djelovanja smetnja,
- podjelu radiofrekvencijskih pojaseva na radiofrekvencijske kanale, zajedno sa širinom tih kanala, razmakom između tih kanala i zaštitnim kanalima,
- druge potrebne tehničke uvjete za uporabu radijskih frekvencija.

HAKOM u Republici Hrvatskoj vodi i redovito obnavlja bazu podataka radiofrekvencijskog spektra koja može sadržavati popis dodijeljenih i raspoloživih radijskih frekvencija i radiofrekvencijskih kanala u skladu s planovima dodjele radijskih

frekvencija, s pripadajućim podacima o uvjetima namjene, dodjele i uporabe tih radijskih frekvencija i kanala, zemljopisnom području njihove uporabe te nositeljima dozvola za uporabu pripadajućih radijskih frekvencija i kanala.

### 3. UPOTREBA RADIOSTANICA U VATROGASTVU

Izvanredne situacije su događaji u kojima su ugroženi ljudi, materijalna dobra, životinje itd. Do izvanrednih situacija dolazi zbog prirodnih nepogoda, ratnih opasnosti ili epidemija većih razmjera. U takvim prilikama telekomunikacije su od velikog značenja jer prenose poruke za spašavanje, zapovijesti, obavještenja i sl.

U sustavu zapovijedanja, vođenja i komuniciranja postoje već napomenute razine zapovjednog lanca (brončana, srebrna i zlatna) te različite metode djelovanja kod kojih je upotreba radio veza potrebna. Može se raditi o npr. dnevnim sastancima zapovjednika gdje se daju pisane ili crtane zapovijedi o postupanju, a prijenos se ostvaruje modernim satelitskim komunikacijama do bilo kojeg računala kada zapovjednik nije u sjedištu već na nekoj izdvojenoj lokaciji. Provođenje takvih zapovijedi na najnižoj razini, ostvaruje se dalje u samoj akciji na terenu.

Sustav zapovijedanja i organizacijska struktura obuhvaćaju:

- operativno komunikacijske centre
- područja odgovornosti (zemljopisna)
- nadležnosti (zapovjedne i funkcionalne).

Sustav civilne zaštite u RH u čijem je sastavu i vatrogastvo mora koristiti analognu ili DMR radijsku mrežu za međusobnu komunikaciju operativnih snaga civilne zaštite u propisanom frekvencijskom pojasu.

Državna uprava za zaštitu i spašavanje ima zadatak da izrađuje Planove veza sukladno podacima o organizacijskoj strukturi sustava i načinu koordinacije operativnog djelovanja koje Državnoj upravi za zaštitu i spašavanje dostavljaju stožeri civilne zaštite, sudionici sustava civilne zaštite te vatrogastvo, HGSS, Hrvatski Crveni križ i ostale operativne snage sustava civilne zaštite. [slika 12.].



Slika 12. ŽVOC Karlovac – 24-satno dežurstvo, fotografija D. Kos

Sustav zapovijedanja u vatrogastvu RH prema Zakonu o vatrogastvu [11] je sljedeći:

- Glavni vatrogasni zapovjednik
  - Vatrogasno operativno središte VOS
- Županijski vatrogasni zapovjednici
  - Županijski Vatrogasni operativni centri ŽVOC
- Zapovjednici Operativnih zona
  - Vatrogasni operativni centri VOC
- Zapovjednici JVP
  - Vatrogasni operativni centri VOC JVP
- Zapovjednici DVD
  - Vatrogasni operativni centri VOC DVD

Radio veze u vatrogastvu prvenstveno se koriste za:

- uzbunjivanje vatrogasnih postrojbi
- obavještanje i komuniciranje između vatrogasaca i VOC-a/ŽVOC-a
- prenošenje obavijesti i zapovijedi između vatrogasaca.

Kod komuniciranja u katastrofama najčešće se događa da padnu svi sustavi elektroenergetskog napajanja, a samim tim i repetitorski sustavi uslijed čega je

komunikacija u najkritičnijim situacijama otežana ili nemoguća (slučaj ledene kiše u Gorskom kotaru početkom veljače 2014.g.) . Tada je moguće nastaviti komunicirati samo radiostanicama sa vlastitim napajanjem u simpleksnom načinu rada ili što je prije moguće uspostaviti postavljanje mobilnih repetitora sa vlastitim napajanjem.

Vatrogasna služba mora koristiti radiokomunikacijske sustave koji su:

- neovisni su od javnih sustava
- jednostavni su za uporabu
- sustav koji djeluje u izvanrednim situacijama.

Republika Hrvatska je vatrogascima u RH dodijelila 17 analognih radnih kanala [tablica 2.] i 15 digitalnih radnih kanala [tablica 3.], a za ostvarivanje komunikacije koriste više vrsta radio stanica.

Tablica 2. Vatrogasni kanali sa pozicijama repetitora i frekvencijama kod analogne vatrogasne radijske mreže [12]

| KANAL | VATROGASNA VHF RADIO MREŽA                     | RX (prijem) | TX (predaja) |
|-------|--|-------------|--------------|
| 1     | <i>r. ZG, ŠI, OP, PŽ</i>                       | 168.575     | 173.075      |
| 2     | <i>r. Učka, ST, Pelj., BR, Pakrac</i>          | 168.600     | 173.100      |
| 3     | <i>r. ZG, Krk, Knin, Mljet, BM</i>             | 168.625     | 173.125      |
| 4     | <i>r. OG, Lošinj, Petrinja</i>                 | 168.650     | 173.150      |
| 5     | <i>r. VŽ, Rovinj, DU, Sinj, Karlovac</i>       | 168.675     | 173.175      |
| 6     | <i>r. VŽ, Biokovo, Ugljan, Otočac, Konavle</i> | 168.700     | 173.200      |
| 7     | <i>simplex</i>                                 | 173.225     |              |
| 8     | <i>simplex</i>                                 | 173.250     |              |

|    |                        |         |         |
|----|------------------------|---------|---------|
| 9  | <i>simplex</i>         | 173.275 |         |
| 10 | <i>r. Pašman, Hvar</i> | 168.800 | 173.300 |
| 11 | <i>r. Žirje</i>        | 168.825 | 173.325 |
| 12 | <i>r. Dubrovnik</i>    | 168.850 | 173.350 |
| 13 | <i>r. Brač</i>         | 168.875 | 173.375 |
| 14 | <i>r. Korčula</i>      | 168.900 | 173.400 |
| 15 | <i>simplex</i>         | 168.725 |         |
| 16 | <i>simplex</i>         | 168.750 |         |
| 17 | <i>simplex</i>         | 168.775 |         |

Tablica 3. Frekvencijski opseg vatrogasnih digitalnih kanala (DMR) [12]

| <b>Kanal</b> | <b>RX frekv. (MHz)</b> | <b>TX frekv. (MHz)</b> | <b>TX-RX (MHz)</b> |
|--------------|------------------------|------------------------|--------------------|
| D1           | 163,550                | 159,050                | -4,5               |
| D2           | 163,575                | 159,075                | -4,5               |
| D3           | 163,600                | 159,100                | -4,5               |
| D4           | 163,625                | 159,125                | -4,5               |
| D5           | 164,475                | 159,975                | -4,5               |
| D6           | 164,500                | 160,000                | -4,5               |
| D7           | 164,525                | 160,025                | -4,5               |
| D8           | 164,800                | 160,300                | -4,5               |
| D9           | 164,825                | 160,325                | -4,5               |
| D10          | 164,850                | 160,350                | -4,5               |



|     |         |         |   |
|-----|---------|---------|---|
| SD1 | 162,525 | 162,525 | 0 |
| SD2 | 162,550 | 162,550 | 0 |
| SD3 | 162,575 | 162,575 | 0 |
| SD4 | 162,600 | 162,600 | 0 |
| SD5 | 162,625 | 162,625 | 0 |

Njihova podjela ovisi o vrsti rada, njihovoj snazi, veličini i izvedbi, a mogu se objediniti po korisnicima [10] na:

- Ručne ili prijenosne (PR) – napajanje vlastita baterija, snaga 5W  
(prednosti im je dugotrajna baterija, izdržljiv materijal izrade i jak zvučnik, snaga odašiljača u njima je do 5 W, koriste antene malih dimenzija koje se nalaze na vrhu stanice).
- Mobilne (MO)  
(koriste se u vozilima, napajanje je sa baterije – akumulatora vozila, snaga 15 W, imaju vanjsku antenu (podešenu duljinu) prema snazi stanice, a kako im je izlazna snaga tri puta veća od prijenosnih radiostanica veći je i domet uspostavljanja komunikacije)
- Fiksne (FX) ili stacionarne  
(nalaze se u VOC-u i imaju napajanje putem el. mreže ili vlastite baterije, njihova izlazna snaga je 25 W i koriste vanjske fiksne antene većih gabarita).

Sustav vatrogasnih radioveza radi na dva frekvencijska područja i to VHF i UHF. U svakom područja vatrogastvu je dodijeljeno frekvencijsko područje određene širine na isključivo korištenje.

Frekvencija 136-174 MHz valne duljine 2 metra za analogne kanale i u digitalnom modu frekvencija 400-470 MHz valne duljine 70 cm. Oba frekvencijska područja organizirana su i podijeljena na radio kanale prema navedenim tablicama 2. i 3..

### 3.1 Opis radiokomunikacijskih sustava koji se koriste u vatrogastvu

Do 2008. godine u vatrogastvu se koristila isključivo analogna vatrogasna radijska mreža na VHF području sa 6 kanala repetitorskih (1-6 semidupleksni rad), 3 simpleksna (7-9 simpleks rad - JVP, DVD, zrakoplovi i industrijske postrojbe) te dodatni kanali za priobalje: 5 repetitorskih (10-14 semidupleks rad) i 3 simpleksna (15-17 simpleks rad)

Iste frekvencije rada koriste i HGSS, DUZS, CZ, Hrvatske vode, HEP ali ih koriste i žurne službe u susjednim državama, tako da je Italija uvela novu raspodjelu frekvencija ali nije napravljen dogovor o korištenju pa je dolazilo do ometanja repetitora u mreži.

Za usporedbu, u Sloveniji vatrogasci imaju ukupno 68 kanala, od toga prvih 30 je repetitorskih kanala (ukupno 42 repetitora), 31 i 32 kanal predviđeni su za mobilne repetitore, 33 i 34 kanal za komunikaciju sa helikopterima, a od 35 do 68 su simpleksni kanali.

Komunikacijska struktura koja se danas najčešće koristi u vatrogastvu može se podijeliti na :

- TETRA radiokomunikacijski sustav
- DMR radiokomunikacijski sustav
- Analogni radijski sustav.

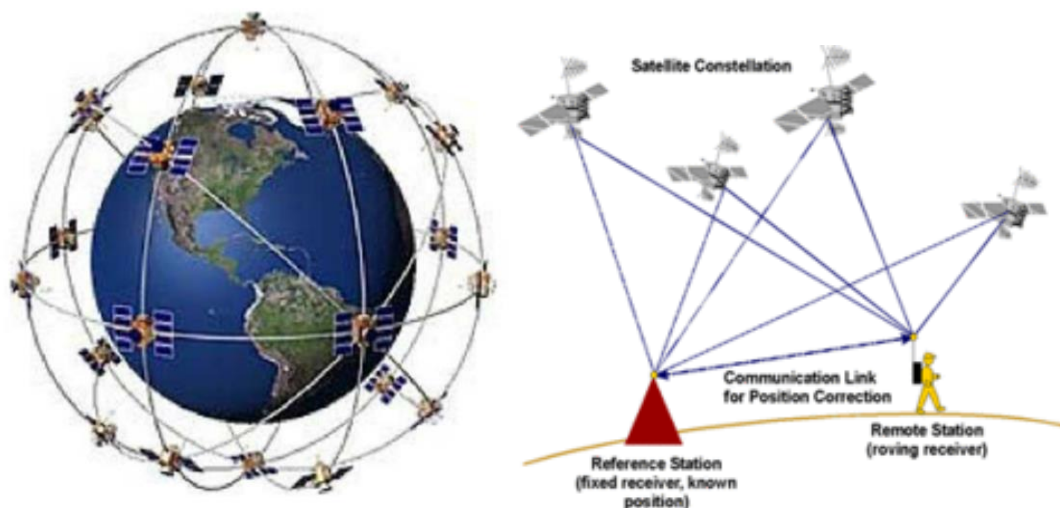
Za razliku od analogne radijske mreže digitalna vatrogasna radijska mreža koristi lokacije na kojima su postavljeni i radijski repetitori za analognu radijsku mrežu sustava civilne zaštite te digitalni prijenos u dva vremenska odsječka po frekvencijskom nositelju.

Novija generacija sustava radioveze u vatrogastvu [13] (DMR „Mototrbo“ i TETRA) koje koriste digitalne radijske mreže imaju svoje prednosti jer je snažnija komunikacija (do 30% pred analognom) i preko njih se mogu kontrolirati pozicije vozila i ljudi na terenu pomoću ugrađenih GPS modula.

GPS sustav [14] sastoji se od 3 segmenta: svemirskog, kontrolnog i korisničkog.

Svemirski segment sastoji se od 24-32 satelita u srednjoj Zemljinoj orbiti, na visini od oko 20200 km te u orbitalnom radijusu od oko 26600 km. Orbite satelita su raspoređene

tako da je najmanje 6 satelita uvijek u liniji vidljivosti s gotovo svake točke na Zemljinoj površini [slika 13.].



Slika 13. GPS – globalni sustav pozicioniranja [15]; [16]

DMR „Mototrbo“ omogućuje obavljati pozive i razgovore s nekoliko osoba na istom kanalu bez ometanja drugih osoba (privatni pozivi). Povezivanjem repetitora sa telefonskom mrežom postoji mogućnost upotrebe stanice kao mobilnog uređaja.

Problem Tetra uređaja je što ovise o baznim stanicama (repetitorima) koji su postavljeni u urbanim sredinama dok još uvijek ne postoji dobra pokrivenost signala van urbanih sredina što je problem kod požara otvorenih prostora na slabo naseljenim mjestima.

Schengenskim sporazumom iz lipnja 1995. godine uvodi se među zemljama potpisnicama veći stupanj koordinacije (posebice kod nadzora granice) čime se nastavlja inicijativa i snažan poticaj normizacije i standardizacije mobilnih komunikacija organizacija tzv. plavog svjetla koju čine policija, carina, vatrogasci, hitna medicinska pomoć, HGSS i obalna straža.

Tako je započeo proces izgradnje i normizacije sustava TETRA [17] koji je intenzivnu uspostavu u RH započeo 2006. godine, puštanjem u rad sustava s baznom postajom „Ravne staje“ na Učki. Puštanjem u rad ovog sustava, dotadašnji analogni sustav je napušten, čime se onemogućilo neovlašteno slušanje i upadanje u vezu te potpuna zaštićenost informacija koje se prenose.

TETRA sustav prihvaćen je i upotrebljava se u cijelom svijetu, prvenstveno u državnim službama, u industriji, prometu, elektrodistribuciji te za potrebe mrežnih operatera.

Dvije su vodeće tehnologije na otvorenom standardu: DMR (engl. Digital Mobile Radio) i TETRA (engl. Terrestrial Trunked Radio), obje podržane i razvijene od strane ETSI-a (European Telecommunications Standards Institute). TETRA je otvoreni ETSI standard namijenjen za profesionalnu komunikaciju u kritičnim situacijama i službama kao što su policija, vatrogasci i hitna pomoć, a DMR se smatra otvoreni ETSI standard namijenjen za profesionalnu komunikaciju koji se koristi u širokom spektru industrija kao i u javnim službama za izgradnju manjih i srednje velikih privatnih mreža.

Prednost DMR tehnologije u upotrebi kod vatrogasaca je što je to neovisni sustav za široku primjenu gdje sami možemo upravljati postavljenim sustavom i programiranjem radio uređaja i repetitora što pojednostavljuje upotrebu i korištenje. Nadalje DMR uređaji mogu raditi u analognom i digitalnom modu pa se mogu koristiti na cijelom području RH u vatrogastvu.

TETRA sustav u RH je u vlasništvu MUP RH i na korištenju kod policije, vatrogasaca, hitne medicinske pomoći. MUP ima prioritet na vezu u odnosu na druge službe ovisno o potrebama na mikrolokaciji može se desiti da samo MUP može ostvarivati vezu dok su ostali blokirani ili ograničenog prometa.

Danas se TETRA sustav u RH koristi za stratešku razinu odnosno rukovođenje i koordinaciju DUZS-a, glavnog vatrogasnog zapovjednika i njegova zamjenika, pomoćnika glavnog vatrogasnog zapovjednika za priobalje i vatrogasnog operativnog sjedišta Divulje s državnim interventnim vatrogasnim postrojbama, sezonskim interventnim vatrogasnim postrojbama, Državnim centrom 112 te zapovjednikom civilne zaštite RH. Također su u ovaj sustav naknadno uključene ostale operativne snage zaštite i spašavanja (HGSS i civilna zaštita).

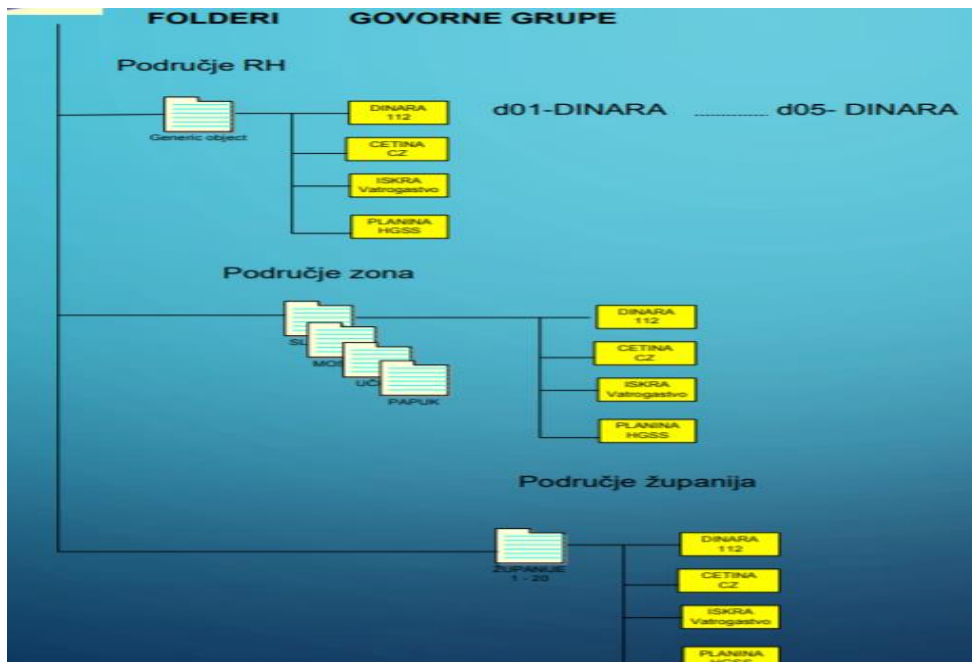
Tetra sustav može raditi u tzv. „trunking“ TMO načinu rada prilikom kojeg može koristiti mrežne resurse ili u direktnom načinu rada (Direct Mode Operation - DMO) za vrijeme kojeg se ostvaruje izravna komunikacija između mobilnih/ručnih stanica [17] [slika 14.].



Slika 14. Prikaz tri načina u TETRA sustavu [17]

Koristi frekventni spektar namijenjen isključivo za hitne službe unutar ITU raspodjele RF spektra. Razvoj, izgradnja i održavanje mreže je u nadležnosti MUP-a, a sustav je razvijen za prijenos govora i podataka (SDS i WAP), ali samo za potrebe MUP-a dok ostali korisnici mogu koristiti samo prijenos govora (SDS).

Sustav je podijeljen na tri razine, razgovorne grupe: Područje RH, zone i županije [slika 15.].



Slika 15. Organizacija TETRA sustava u RH [12]

Tehnički podaci sustava Tetra [17] su slijedeći:

- sustavi funkcionira za više tisuća korisnika (u Europi 50 i više tisuća)
- frekvencija za žurne službe su 380–385/390–395 MHz–spektar harmoniziran na razini Europe isključivo za hitne službe osnovne postaje u vlasništvu MUP-a, odobrenja za pokretne postaje se izdaju na pojedinačne korisnike, trenutno uključena i hitna pomoć
- širina kanala je 25 kHz
- koristi TDMA vremenski multipleks s 4 kanala
- 1 kanal koristi se kao kontrolni kanal
- bazne stanice predstavljaju sučelje prema korisniku
- bazne stanice su s 1 , 2 , 4 i više radija
- koristi enkripciju
- bazne stanice su povezane na središnju komutacijsko upravljačku opremu
- mikrovalni linkovi
- optika.

### **3.2 Način komuniciranja radio vezama u VZKŽ**

Pravilan rad prilikom korištenja sustava radio mreže uvjet je efikasnom, uspješnom i korisnom davanju odnosno dobivanju glasovnih informacija. Jednoobrazni rad na kanalima i način komunikacije radio vezom omogućava korisnicima jednostavnost upotrebe. Uključivanjem radio stanice ista je spremna za rad i potenciometrom za glasnoću svaki vatrogasac osobno treba odrediti jačinu prijema zvuka kako bi dobro čuo, a prilikom predaje ne bi stvarao smetnje (pojava mikrofonije, emitiranje okolne buke u eter i sl.)

Sve radiostanice moraju biti podešene na određenom kanalu tako da su istom modu (analogni ili digitalni). Službena komunikacija na vatrogasnim intervencijama i vježbama obavlja se na 7. kanalu. U slučaju druge istovremene intervencije službena komunikacija na intervenciji obavlja se na 8 kanalu kako ne bi došlo do miješanja

informacija na intervenciji. Službena komunikacija između vozila, voditelja intervencije i vatrogasnog operativnog centra obavlja se na 5. kanalu.

Simpleks veza je veza koja omogućuje direktnu vezu između dvije ili više stanica (prijem i predaja na istoj frekvenciji), a semidupleksna veza je veza koja radi povezivanjem dvije ili više radiostanica isključivo preko repetitora (prijem i predaja na različitim frekvencijama).

Sustav TETRA veze koristi se u stožernoj zapovjednoj razini ŽVOC/VOC, županijski zapovjednik, zapovjednik JVP, zamjenik zapovjednika JVP ili zapovjednika smjene. Dobivanjem novih uređaja u sustav će biti uključeni svi zapovjednici VZG, VZO i zapovjednici stožernih DVD-a u Karlovačkoj županiji.

Osnovna pravila ponašanja u sustavu upotrebe radioveze su sljedeća [18]:

- savjesno korištenje sustava bez blokiranja kanala,
- što kraće i jasnije izražavanje, govorite razgovjetno, da ne bi došlo do zamjene sa sličnim riječima;
- prije uključanja u eter obavezno si pripremiti poruku koju želite odaslati
- podešavanje glasnoće izlaznog poziva (na ½ glasnoće) te govoriti uobičajenom jačinom, ne vikati, jer se time može izobličiti poruku;
- nema psovanja, vrijeđanja ili sl. u eteru,
- način komuniciranja treba biti ista kod svih korisnika (u redu, razumio, gotovo i sl.)
- dok traje razgovor između dvije osobe riječju "prijem" ubrzava se međusobni razgovor,
- dok traje razgovor između dvije osobe (do riječi "gotovo") ne smije se prekidati razgovor osim u hitnim slučajevima odnosno pozivima "u pomoć" ("my day" pozivima) ili u pozivima koji su imaju trenutne spoznaje o promjeni situacije.

Komunikaciju sa vatrogasnim operativnim centrom obavlja zapovjednik smjene ili zapovjednik intervencije te vozači sa prijenosnih (mobilnih) radiostanica iz vozila na isti način kao i komunikacija između dvije osobe uz obavezu predavljanja osobe ili vozila sa kojega se zove.

Proširenje komunikacije obavlja se kao između dvije osobe uz obavezno predavljanje treće osobe koja se uvezuje u razgovor vezan na temu razgovora.

Plan komunikacije na razini JVP ili DVD trebao bi biti izrađen shematski od komunikacije na najnižoj razini (interventne grupe) prema sve složenijim sustavima (interventna odjeljenja i više).

Shematski prikaz mora jasno predstavljati upotrebu radiostanica u svakoj vatrogasnoj organizaciji ako je potrebno sve do zaduženja po imenu i prezimenu.

Shema komunikacije radio veze JVP grada Karlovca za vrijeme intervencija prilikom poplava u Karlovcu 30.01.2018. godine.

Tablica 4. Shema komunikacije radio veze JVP grada Karlovca za vrijeme intervencija prilikom poplava u Karlovcu 30.01.2018. godine.

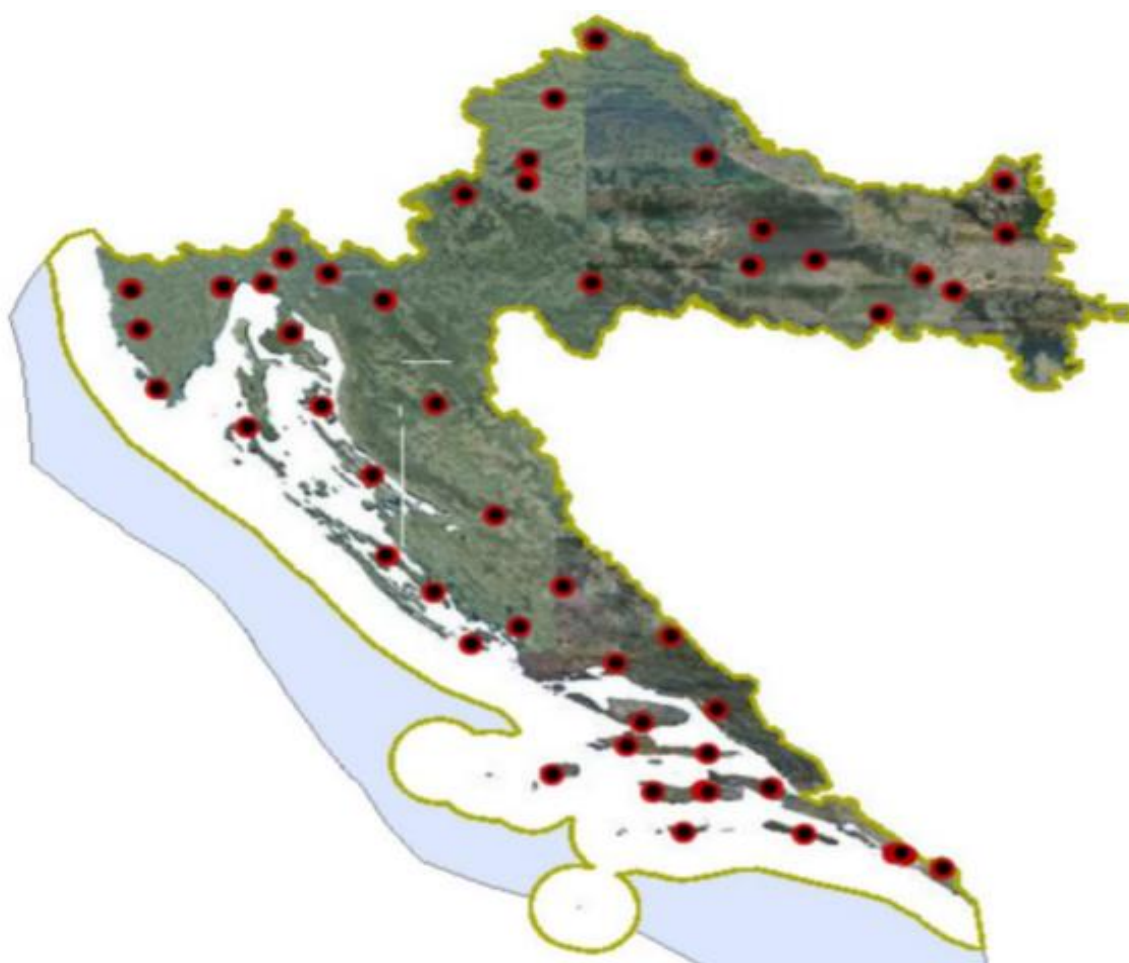


Shemu izradio Darinko Kos, vatrogasni časnik za vezu na poplavnoj intervenciji.



### 3.3 Opis radio uređaja koje se koriste u vatrogastvu u RH i VZKŽ

Za potrebe vatrogastva u RH je postavljeno 50 vatrogasnih analognih odašiljača od toga dva se koriste za područje VZKŽ Japetić na 5. kanalu i Klek na 4. kanalu [slika 17.].



Slika 16. Vatrogasni analogni odašiljači u RH [12]

### 3.3.1 Ručne radio stanice u upotrebi u JVP grada Karlovca

U Javnoj vatrogasnoj postrojbi grada Karlovca u upotrebi dvije vrste analognih prijenosnih ručnih radio stanica (GP) [slika 17.] i tri vrste DMR ručnih radiostanica (DP) [slika 18.].

Njihove prednosti su što su to profesionalni uređaji koji posjeduju dugotrajnu bateriju, od izdržljivog su materijala izrade i jakih zvučnika. Motorola GP 340 i DP 4401 imaju 16 kanala, dok Motorola GP 380 ima 255 kanala, a DP360 i DP380 imaju 999 kanala. Snaga odašiljača u njima je 5 W.

Ručne radio stanice koriste antene malih dimenzija koje se nalaze na vrhu stanice. Radiostanice koje se koriste u JVP grada Karlovca [slika 16] i [slika 17].



Slika 17. Ručne radio stanice Motorola GP340 i Motorola GP380, fotografija D. Kos



Slika 18. Ručne radiostanice Motorola DP 4401, DP4601 i DP4801, fotografija D.Kos

### 3.3.2 Mobilne analogne radio stanice u upotrebi u VZKŽ

Mobilne analogne radio stanice se koriste u vozilima JVP grada Karlovca i DVD-a na području VZG i u ŽVOC Karlovac, a njihova snaga je do 25 W. Mobilne radio stanice za razliku od prijenosnih rade na istosmjerni napon od 12 V, a to može biti akumulator od vozila ili pretvarač napona s 220 V na 12 V. Za razliku od prijenosnih moraju imati i vanjsku antenu. To je najčešće vertikalna antena koja se stavi na krov auta slika 5. ili objekta slika 3. gdje se ta radio stanica koristi. Prednosti mobilnih stanica su dugotrajni rad i veći lokalni domet. Od modela najčešće se koriste analogni Motorolini uređaji (slika 19.), ali ima i Icom, Talco, Kenwood uređaja. Također se u zadnje vrijeme koriste DMR uređaji Motorola serije 2000 i 4000.



Slika 19. Mobilne radio stanice Motorola GM 360 i Motorola GM 300 [13]

### 3.3.3 DMR „MOTOTRBO“ sustavi

U vatrogastvu RH kao i u VZKŽ danas se koriste digitalne komunikacije te digitalni radio uređaji kao što su tvrtke Motorola DMR „Mototrbo“ i „Tetra“, koji sustavi imaju slijedeće prednost:

- omogućena lakša komunikacija
- preko njega se mogu kontrolirati pozicije vozila, ljudi na terenu i sl.
- mogu se obavljati pozivi i razgovori s nekoliko osoba na istom kanalu bez ometanja drugih osoba.

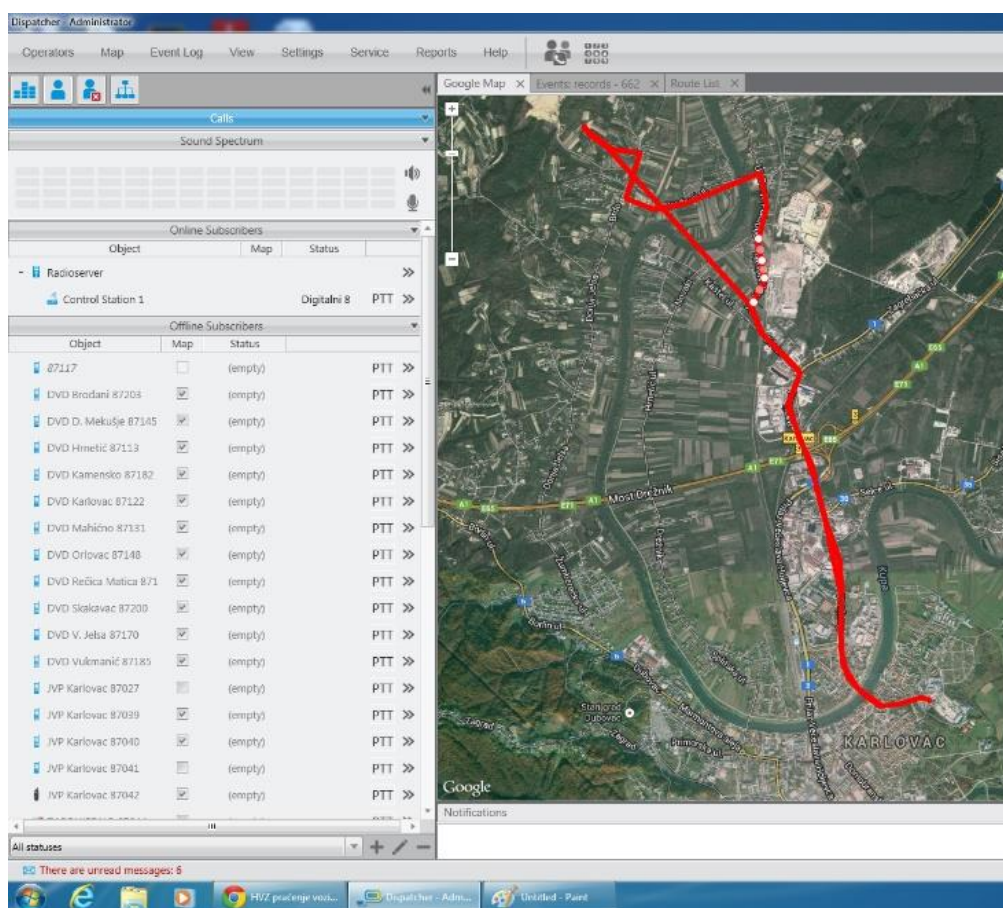


Slika 20. DMR Mototrbo analognog/digitalni uređaji – radiostanice i repetitori [13]

“DMR Mototrbo” sustav [13] [slika 20.] ima sve osnovne značajke tetra sustava uz sve prednosti analognog sustava. Za određivanje pozicije, koristi se “GPS” sustav pa se lokacija šalje digitalnim radio signalom u centralu. DMR stanice Motorola mogu imati ugrađene GPS prijemnike, oznaka stanice serije 4000 koje završavaju brojem 1 (primjer Motorola DP 4601, [slika 18.]) dok stanice koje završavaju sa zadnjim brojem 0 nemaju ugrađen GPS lokator (primjer Motorola DP 4600). Navedene stanice sa ugrađenim GPS lokatorom šalju svoju trenutnu lokaciju u centralu (simpleksnim i semidupleksnim načinom rada) u vremenskim intervalima od 5 do 300 sekundi ovisno o potrebama. Programiranje DMR Motorola radiostanica za potrebe JVP grada Karlovca, VZG Karlovca i VZKŽ vršimo osobno u JVP grada Karlovca. Kod programiranja radiostanica ručne radiostanice programiramo na vremenski period od 30 sec dok mobilne stanice u vozilu na 10 sec. Program koji se prikazuje na sučelju računala u VOC JVP grada Karlovca koristi Motorola program trgovačkog naziva Smart PTT. Korištenje navedenog sustava opisao sam u radu „Primjena sustava daljinske potpore pri intrevencijama JVP grada Karlovca“ [19]

Mototrbo sustav može slati i primiti SMS poruke pojedincu, pojedinoj grupi ili svima koji slušaju. Također moguća je provjera dostupnosti uređaja da li je uređaj uključen i da li ima signala. Imaju daljinsko paljenje PTT-a, „predaje“ u slučaju opasnosti ili nejavljanja, daljinsko gašenje uređaja ukoliko se uređaj izgubi ili ako je ukraden. Sustav ima mogućnost praćenja više kanala istovremeno (analognih ili digitalnih), kompatibilnost sa starim analognim radio uređajima (rad u zonama), GPS pozicioniranje.

Prednost sustava je i u mogućnosti primanja i slanja telefonskog poziva preko centrale (opcionalno), pozivanje u „all call, group call ili private call“. Opremljene su kripto zaštitom-kodiranje kanala, slušanje komunikacije je moguće na mobitelu, a omogućeno je i nadzor kretanja vozila na računalu [19] [slika 22.].



Slika 21. Mototrbo Smart PTT aplikacija nadzor kretanja vozila na računalu [19]



### 3.3.4 „TETRA“ sustavi

“Tetra” sustav [13] [slika 22.] ovisi o rasprostarnjosti baznih stanica što je dobra stvar u urbanim sredinama i uz državne prometnice, ali na terenu u ruralnim sredinama sustav još nije razvijen do kraja i nema kvalitetnog signala. Njihovi odašiljači su male snage tako da u mobilnoj verziji ima 3 W, u ručnoj 1 W. Novije Tetra stanice imaju i utor za SIM karticu tako da se radio stanica može koristiti kao mobitel (velika prednost kod zapovjedanja na terenu jer ne ometa druge sudionike).



Slika 22. Motorola TETRA prijenosna i TETRA mobilna radio stanica [13]

Prednost DMR „Mototrbo“ za razliku od “TETRA“ sustava su manja cijena nabave i analogni mod rada u slučaju pada infrastrukture digitalnog moda, dok su prednosti TETRA sustava što je već izgrađena infrastruktura i osigurano održavanje. Uređaji obje vrste su predviđeni za rad u otežanim uvjetima.

### 3.3.5 Budućnost radio veza u vatrogastvu VZKŽ i RH

U novije vrijeme započelo se sa implementiranjem sustava radio veza u vatrogastvu na način da se skup komponenti povezuje i izgrađuje u višeslojni mrežni sustav. Na taj način povećao bi se kapacitet i kontrola upravljanjem baze korisnika pomoću DMR

konvencionalne radijske mreže ili TETRA sustava. Jedno od rješenja na tržištu je i profesionalni komunikacijski digitalni DMR ili TETRA sustav koji je razvijen u skladu s ETSI standardima, (npr. Hytera digitalni sustav [slika 24.]) koji je u vlasništvu tvrtke OiV d.o.o (Odašiljači i Veze d.o.o. ) pod nazivom CRONECT. OiV omogućuju povezivanje vatrogasnih postrojbi na području RH radiovezom, prostornom praćenju radiostanica sa GPS uređajem i slikom prostora sa postavljenih nadzornih kamera na svojim objektima. Navedeni sustav radi sa uređajima Hytera u UHF području [20] u Tranking i Direct modu gdje je tranking mod (TMO) povezivanje putem baznih stanica a direct mod (DMO) veza stanica gotovo identično sa TETRA sustavom MUP RH.

Sustavi su zamišljeni da rade putem hardverskog ili aplikacijskog sustava kao alat za upravljanje i usmjeravanje svih DMR radijskih korisnika te operatera u centru u jednom softverskom rješenju. Jedan od prvih takvog tipa sustava [20] bio je testno postavljen u ŽVOC Karlovac 2018. godine.

Prednosti takvog sustava su slijedeće [21]:

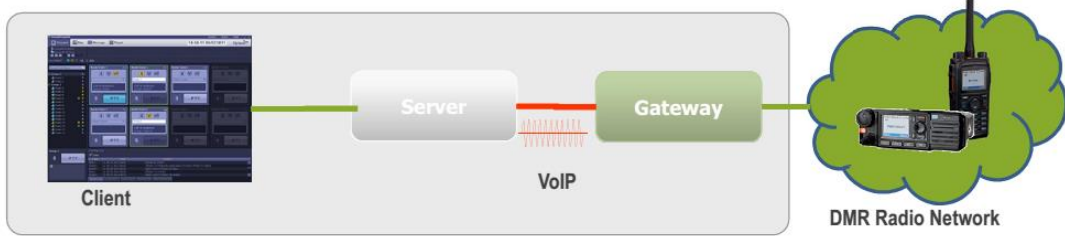
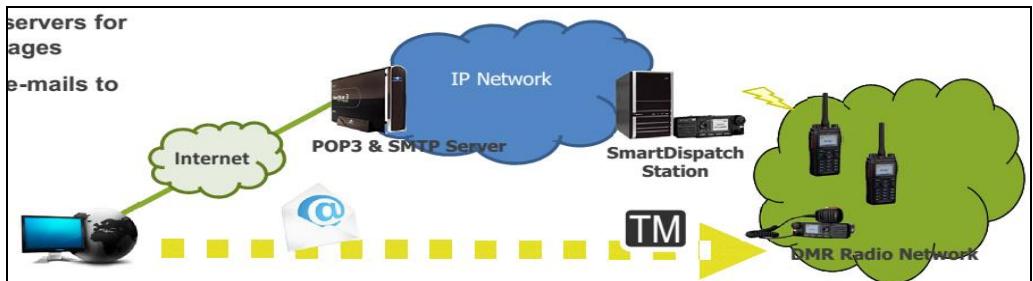
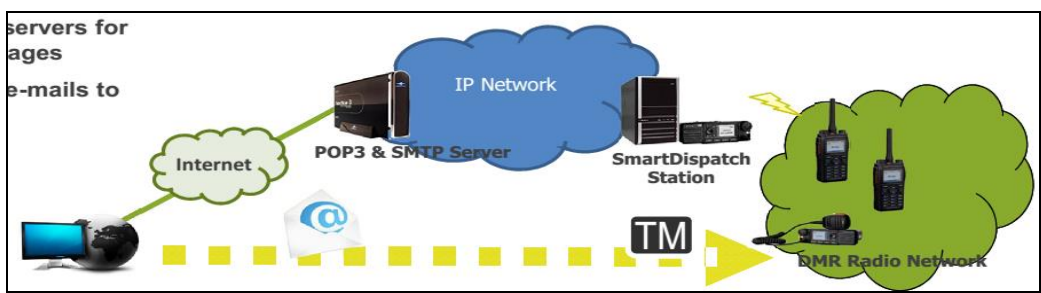
- prepoznavanje svih vrsta glasovnih poziva kao i pokretanje bilo koje vrste poziva putem sučelja koje je lako i jednostavno za rukovanje – različiti zahtjevi za operatera u nadzornom centru;
- svi dolazni/odlazni pozivi se snimaju i pohranjuju na poslužitelju sustava (svi snimljeni glasovni pozivi mogu se pretražiti putem vremena poziva, ID pozivatelja ili ID pozivatelja);
- moguća implementacija – glasovno povezivanje između radija i javne telefonske mreže što omogućuje operateru upućivanje ili primanje poziva putem upravljačke konzole i radiopostaja za upućivanje poziva i davanje naredbi na telefone i obrnuto;
- operater u centru može obavljati različite funkcije kao što su pozivanje, praćenje na GPS-u upozoravanje ili alarmiranje pojedinih sudionika, upravljanje na terminalima koji prikazuju karte, uključujući pozive, provjeru prisutnosti, upozorenje poziva, tekstualne poruke i daljinski nadzor;
- omogućuje svim korisnicima radija da komunikacija između sebe

- GPS će biti prenesen do konzole operatera gdje se može pratiti GPS signal tj. dohvatiti informacije o lokaciji bilo kojeg radija u stvarnom vremenu, a može se prikazati i rutu lokacije na karti praćenjem intervala kretanja;
- korisnici mogu definirati područja na karti kao radna ili ograničena područja za unaprijed određeni skup radija;
- dispečeri mogu slati i primiti DMR standardne tekstualne poruke, a SMS poruku se može poslati na radio ili se grupa poruke može poslati grupi radija identificiranih ID grupom na stanice sa ugrađenim displejom . Sve dolazne i odlazne tekstualne poruke pohranjuju se u bazu podataka za kasnije pretraživanje;
- omogućen je tzv. „multiple mapping support“ – omogućuje se više mogućnosti mapiranja za odabir korisnika na temelju vlastite potrebe za korištenjem;
- uzbuđivanje ili hitno aktiviranje korisnika kada je bitno da se informacije o lokaciji radija mogu prikazati na karti,
- informacije o postojećim radijima ili radnim skupinama može se pretvorit u Excel datoteke.
- Hytera sustav može generirati razne vrste potrebne za izvješća, primjerice, izvješće o pozivima, izvješće o radio statusu i izvješće o praćenju lokacije;
- sistem konzola je osmišljena tako da se može na sučelju prikazivati i dijeliti više zaslona tako da se više informacija može vidjeti odjednom.

Ovakav sustav upravljanja [20] [slika 24.] radio vezama uveliko bi olakšao učinkovitost vatrogasaca na terenu, smanjile bi se smetnje, prekidi u komunikacijama, povećala bi se sigurnost operativnih snaga na terenu, a sustav bi održavale stručne službe.

Jedini problem je taj što sustav ne bi bio neovisan već bi isključivo ovisio o tvrtki OiV.





Slika 23. Funkcioniranje Hytera digitalni DMR (Tier II) ili TETRA (Tier III) sustav[20]

## 4. ZAKLJUČAK

Vatrogasci su prilikom obavljanja vatrogasne djelatnosti izloženi raznim predvidivim i nepredvidivim rizicima i situacijama, sve se više susreću sa raznim problemima koji ponekad ovise i o sposobnost improvizacije vatrogasnih djelatnika na terenu. Intervencije moraju obaviti hitno i bez odgađanja kako bi se spasili ljudski životi, materijalna imovina i sačuvao okoliš.

S obzirom na stanje pojavila se potreba za modernizacijom opreme te korištenjem radio veza kao neophodnog načina komuniciranja na terenu i operativnim centrom.

Kako su intervencije gašenja požara ili spašavanja ljudi jedne od najzahtjevnijih intervencija, jako je bitno brzo i usklađeno djelovanje i sistem radio veze je od velikog značaja u tom sistemu o čemu može ovisiti uspjeh gašenja i spašavanja ugroženih ljudi.

Najveću ulogu ima radio veza preko koje se ostvaruje kontakt operatera i vatrogasaca koji izlaze na intervenciju.

Radio stanica je uređaj koji je neophodan u svakodnevnom radu vatrogasaca kako u postrojbi tako i na terenu. Svaki od navedenih sustava (analogni, digitalni i TETRA ) ima svoje prednosti i mane.

Za vatrogasce u Republici Hrvatskoj napuštanjem analognog sustava najbolji se pokazao do sada "DMR MOTOTRBO" i „TETRA“ sustav MUP RH. DMR Mototrbo sustav radi u analognom i digitalnom modu. To mu je prednost pred ostalim sustavima jer ne treba odmah zamijeniti cjelokupnu količinu postojećih radiostanica i sustava repetitora već se u kritičnim trenutku kada bude nabavljeno više radiostanica takvog modela DMR sustav može prebaciti u digitalni mod i nastavlja se koristiti postojeći sustavi sa većom iskoristivost što je ekonomski najprihvatljivije. Također ne moraju sve vatrogasne postrojbe u RH istovremeno prijeći na taj sustav ali će prilikom interveniranja istih na području cijele RH moći koristiti svoje uređaje i imati radiovezu prilikom izvanrednih i redovnih dislokacija i intervencija. Jednostavnost upotrebe radiouređaja i mogućnost samostalnog upravljanja sustavom DMR Mototrbo sa nekolicinom osposobljenih vatrogasaca po vatrogasnim zajednicama županija, mogu se napraviti županijski centri za vezu, koji bi uz stručnu pomoć vanjskih tvrtki mogli

održavati navedene sustave. Trenutno u RH za potrebe vatrogastva DMR Mototrbo sustav koristi VZ Osječko-Baranjske županije, Javna vatrogasna postrojba Grada Zagreba, VZ Primorsko-Goranske županije, VZ Karlovačke županije djelomično, VZ Splitsko-Dalmatinske županije djelomično, JVP Dubrovački vatrogasci djelomično, VZ Virovitičko-Podravske županije u pripremi sustav i VZ Zagrebačke županije u pripremi.

Trenutno u vatrogastvu RH postoji velika konfuzija i nedorečenost sustava radioveze zbog upotrebe više sustava analogni, digitalni DMR, TETRA sustav MUP RH (DUZS) i sustav CRONECT od OiV sa svojim uređajima koji nisu kompatibilni pa se izvode različiti sustavi uvezivanja koji u konačnici nemaju pravu učinkovitost kao samostalni sustavi.

Hitno je potrebno urediti taj segment vatrogastva i odrediti dugoročne smjernice u RH sa nabavkom radiouređaja kako ne bi imali problema sa nefunkcionalnošću sustava na cijelom području RH prilikom velikih intervencija požara u priobalju ili katastrofalnih poplava primjer iz svibnja 2014. g. u Gunji.

To ujedno znači da je potrebno profilirati stručne osobe iz sustava vatrogastva koje bi bile određene/odgovorne za sustav veze na području nadležnosti i koje bi se po potrebi osposobljavale za planiranje i organiziranje sustava komunikacije u vatrogastvu.

Također se mora nastaviti sa redovitom organizacijom radionica, osposobljavanjima i tipskim vježbama na temu uređenja sustava komunikacije u vatrogastvu, raditi na poboljšavanju i provedbi programa osposobljavanja operativne razine vatrogasaca i ostalih sudionika u sustavu civilne zaštite u korištenju komunikacijskih sustava.

Zemljopisno obavijesni sustav (ZEOS) kao trenutno sustav prikupljanja, obrade, analize i korištenja prostornih podataka i njima pridruženih baza podataka mora se i dalje nadopunjavati te da se omogući daljnje stručno usavršavanje djelatnika (tečajevi, obuka), zatim da se isti dalje razvija, unapređuje i modernizira naprednijim verzijama operativnih sustava i nastavi sa prikupljanjem i razmjenom podataka sa drugim ministarstvima, tijelima i ustanovama.

## 5. LITERATURA

- [1] Jukić,P.,Kirinčić,M.: Zbirka propisa o zaštiti od požara i vatrogastvu. Zagreb: Gandalf, 1995.
- [2] [www.enciklopedija.hr](http://www.enciklopedija.hr) - datum pristupanja 18.9.2019.
- [3] Rakušić, J.: Pregled radiokomunikacijskih sustava s primjenom u vatrogastvu.- Zagreb: HVZ, 2000.
- [4] Anonymous Osnove radio amaterizma. Skripta Radio klub Pazin
- [5] Zadre, M., Botica, A., Draška, M., Štancla, V.: Radiokomunikacije. – Zagreb: Nading 1998.
- [6] <https://amphenolprocom.com/products/base-station-antennas/492-cx1-108-185c>
- [7] <https://www.telewave.com/product/ant150y10h-yagi-antenna-144-174-mhz/>
- [8] [https://www.mar-elektronika.hr/product\\_details.php?id=875](https://www.mar-elektronika.hr/product_details.php?id=875)
- [9] <http://vk3zpf.com/trapped-dipole-antennas>
- [10] Priručnik za osposobljavanje vatrogasnih dočasnika i časnika, HVZ 2006.
- [11] <https://www.zakon.hr/z/305/Zakon-o-vatrogastvu>
- [12] Anonymous Podaci odjela veze DUZS
- [13] [www.motorolasolutions.com](http://www.motorolasolutions.com)
- [14] [http://www.kartografija.hr/old\\_hkd/obrazovanje/prirucnici/gpspoc/gpspoc.htm](http://www.kartografija.hr/old_hkd/obrazovanje/prirucnici/gpspoc/gpspoc.htm)
- [15] [https://www.researchgate.net/figure/Global-Positioning-System\\_fig4\\_29607565](https://www.researchgate.net/figure/Global-Positioning-System_fig4_29607565)
- [16] <https://emi-infotech.com/our-services/gps-dgps/>
- [17] Kujavić, Šuperina, Magušić: Radijske komunikacije u policiji – sustav TETRA. Zagreb (2011).
- [18] [upvh.hr/wp-content/uploads/2017/02/te17\\_02\\_komunikacija\\_radio\\_vezom\\_100221.pdf](http://upvh.hr/wp-content/uploads/2017/02/te17_02_komunikacija_radio_vezom_100221.pdf)

[19] Kos D., Hranilović R.: Primjena sustava daljinske potpore pri intervencijama JVP grada Karlovca“ objavljenog u Zborniku radova 5. Međunarodnog stručno-znanstvenog skupa „Zaštita na radu i zaštita zdravlja“ 2014.g.

[20] [www.hytera.co.uk](http://www.hytera.co.uk)

[21] OiV – interna skripta Način upotrebe i upute za korištenje Hytera komunikacijskog sustava Tier III

## 6. PRILOZI

### 6.1 Popis slika

|   |    |
|---|----|
| Slika 1. Prikaz elektromagnetskog vala [2] .....  | 10 |
| Slika 2. Izgled prijenosne antene, fotografija D. Kos.....  | 16 |
| Slika 3. Stacionarna VHF antena [6] .....   | 17 |
| Slika 4. „yagi“ usmjerena antena [7] .....  | 17 |
| Slika 5. Mobilna antena [8] .....   | 18 |
| Slika 6. „Dipol“ antena [9] .....   | 18 |
| Slika 7. Upotreba repetitora [10] .....   | 19 |
| Slika 8. Fotografija repetitora Japetić - D.Kos 2019. ....  | 20 |
| Slika 9. Simpleksna mreža [10] .....  | 21 |
| Slika 10. Semidupleksna radiomreža [10].....  | 22 |
| Slika 11. Semidupleksna mreža preko repetitora, autor D, Kos.....                                 | 23 |
| Slika 12. ŽVOC Karlovac – 24-satno dežurstvo, fotografija D. Kos.....                             | 28 |
| Slika 13. GPS – globalni sustav pozicioniranja [15]; [16] .....                                   | 33 |
| Slika 14. Prikaz tri načina u TETRA sustavu [17] .....  | 35 |
| Slika 15. Organizacija TETRA sustava u RH [12].....   | 35 |
| Slika 16. Vatrogasni analogni odašiljači u RH [12] .....  | 39 |
| Slika 17. Ručne radio stanice Motorola GP340 i Motorola GP380, fotografija D. Kos                 | 40 |
| Slika 18. Ručne radiostanice Motorola DP 4401, DP4601 i DP4801, fotografija D.Kos<br>.....        | 40 |
| Slika 19. Mobilne radio stanice Motorola GM 360 i Motorola GM 300 [13].....                       | 41 |
| Slika 20. DMR Mototrbo analogni/digitalni uređaji – radiostanice i repetitori [13].....           | 42 |
| Slika 21. Mototrbo Smart PTT aplikacija nadzor kretanja vozila na računalu [19].....              | 43 |
| Slika 22. Motorola TETRA prijenosna i TETRA mobilna radio stanica [13] .....                      | 44 |
| Slika 23. Funkcioniranje Hytera digitalni DMR (Tier II) ili TETRA (Tier III )<br>sustav[20] ..... | 47 |

## 6.2 Popis tablica

|   |    |
|---|----|
| Tablica 1. Podjela frekventnih područja te valnih duljina i njihova primjena [4].....   | 11 |
| Tablica 2. Vatrogasni kanali sa pozicijama repetitora i frekvencijama kod analogne vatrogasne radijske mreže [12].....                  | 29 |
| Tablica 3. Frekvencijski opseg vatrogasnih digitalnih kanala (DMR) [12] .....   | 30 |
| Tablica 4. Shema komunikacije radio veze JVP grada Karlovca za vrijeme intervencija prilikom poplava u Karlovcu 30.01.2018. godine..... | 38 |