

# Analiza komunikacijske veze srednjedalmatinskog arhipelaga

---

**Mlačić, Bartul**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2021**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Split, Faculty of Maritime Studies / Sveučilište u Splitu, Pomorski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:164:384248>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-22**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository - Faculty of Maritime Studies - Split -  
Repository - Faculty of Maritime Studies Split for  
permanent storage and preservation of digital  
resources of the institution](#)



**SVEUČILIŠTE U SPLITU  
POMORSKI FAKULTET U SPLITU**

**BARTUL MLAČIĆ**

**ANALIZA KOMUNIKACIJSKE VEZE  
SREDNJODALMATINSKOG  
ARHIPELAGA**

**ZAVRŠNI RAD**

**SPLIT, 2021.**

**SVEUČILIŠTE U SPLITU  
POMORSKI FAKULTET U SPLITU**

**STUDIJ: POMORSKA NAUTIKA**

**ANALIZA KOMUNIKACIJSKE VEZE  
SREDNJODALMATINSKOG  
ARHIPELAGA**

**ZAVRŠNI RAD**

**MENTOR:  
dr. sc. Dean Sumić**

**STUDENT:  
Bartul Mlačić  
(MB:0171274177)**

**SPLIT, 2021.**

## SAŽETAK

Cilj ovog rada bio je utvrditi stvarnu kvalitetu signala podatkovne mobilne veze na dvije odabrane plovidbene rute srednjodalmatinskog arhipelaga i usporediti deklarirane podatke mreže koje daju davatelji usluga sa stvarnim, izmjerenim podacima o kvaliteti signala na dvije plovidbene rute na trajektima Jadrolinije. U radu su opisane telekomunikacije kroz povijest, razvitak i operatere u RH. Odabrane plovidbene rute su Split- Stari Grad brodom m/t Juraj Dalmatinac i Trogir - Drvenik Veli brodom m/t Pelješankom. Na rutama su u reprezentativnim mjestima plovidbene rute napravljena mjerenja kvalitete signala (latencija, uzlazna i silazna brzina veze) za signal Hrvatskog telekoma i A1 Hrvatska. Postojeće stanje kvalitete signala na odabranim plovidbenim rutama zadovoljava iako postoje odstupanja od deklariranih vrijednosti koju daju davatelji usluga.

**Ključne riječi:** *mobilne mreže, pokrivenost, 4g mreža, kvaliteta veze*

## ABSTRACT

The aim of this study was to determine the actual link quality of the mobile data connection on two representative navigation routes of the Central Dalmatian archipelago and to compare the declared network data provided by internet service providers with actual, measured data quality on two navigation routes on Jadrolinija ferries. The paper describes telecommunications through history, development and operators in the Republic of Croatia. Selected sailing routes are Split-Stari Grad by ferry Juraj Dalmatinac and Trogir - Drvenik Veli by ferry Peljesanka. Measurements of signal quality (latency, uplink and downlink speed) for the signal of Hrvatski Telekom and A1 Hrvatska were made on the routes in representative places of the sailing route. The current state of signal quality on the selected navigation routes is satisfactory, although there are deviations from the declared values provided by internet service providers.

**Keywords:** *mobile networks, coverage, 4g network, link quality*

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	<b>5</b>
<b>2. SREDNJDALMATINSKI ARHIPELAG</b> .....	<b>6</b>
2.1. BRAČ .....	7
2.2. HVAR.....	7
2.3. VIS.....	8
2.4. ŠOLTA I DRVENICI .....	8
<b>3. TELEKOMUNIKACIJE</b> .....	<b>10</b>
3.1. POVIJEST TELEKOMUNIKACIJA.....	11
3.2. PODJELA TELEKOMUNIKACIJA .....	13
3.3. 4G/LTE MREŽA .....	14
3.4. OPERATERI.....	15
3.5. BRODSKI ROUTERI SA VANJSKOM ANTENOM .....	16
3.6. 5G MREŽA .....	17
<b>4. ANALIZA VEZE NA PLOVIDBENOJ RUTI</b> .....	<b>19</b>
4.1. LINIJA SPLIT – STARI GRAD .....	19
4.1.1. M/T Juraj Dalmatinac.....	20
4.2. LINIJA TROGIR – DRVENIK VELI.....	21
4.2.1. M/T Pelješčanka.....	21
<b>5. USPOREDBA PLOVNIH RUTA POKRIVENOŠĆU SIGNALOM</b> 23	
5.1. TEORETSKA JAČINA SIGNALA .....	25
5.2. STVARNA JAČINA SIGNALA.....	26
<b>6. ZAKLJUČAK</b> .....	<b>30</b>
<b>7. LITERATURA</b> .....	<b>32</b>
<b>POPIS SLIKA</b> .....	<b>34</b>
<b>POPIS TABLICA</b> .....	<b>35</b>
<b>POPIS KRATICA</b> .....	<b>36</b>

# 1. UVOD

Radiokomunikacijama ili radiovezama općenito se nazivaju sustavi u kojima se razmjena informacija ostvaruje korištenjem fenomena elektromagnetskih valova, tzv. radiovalova. Primjena radiokomunikacija na brodovima razvijala se od radiotelegrafije do današnjih satelitskih veza. Danas radiokomunikacije obuhvaćaju cijeli niz pojmova vezanih uz različitu namjenu komunikacija kao što je radio, televizija, telefon, elektroničke komunikacije, a prvenstveno kompjuterske mreže odnosno današnji Internet.

Predmet istraživanja ovog završnog rada analiza je komunikacijskih veza srednjodalmatinskog arhipelaga (otočja). Rad će prikazati zanimljivosti u geografiji arhipelaga i razloge njegove posebnosti na Jadranu. Pored navedenog, prikazat će se načini i sistemi preko kojih se odvija komunikacija na moru i na samim otocima unutar arhipelaga, te mogućnost adaptacije novih tehnologija u cilju poboljšanja u budućnosti. Cilj ovog završnog rada je provesti analizu podataka o pokrivenosti srednjodalmatinskog arhipelaga signalima mobilnih operatera prema podacima od samih mobilnih operatera te usporediti podatke sa izmjerenim vrijednostima o kvaliteti veze na dva brodska putovanja trajektom Jadrolinije. Tako provedena analiza polučit će zaključke temeljem kojih će se dobiti bolji uvid u stanju pokrivenosti mrežama mobilnih operatera na moru.

Struktura Završnog rada sastoji se šest poglavlja koja uključuju uvodno poglavlje u kojem je opisan cilj rada. U drugom poglavlju analiziran je srednjodalmatinski arhipelag u kojem se opisuju detaljnije srednjodalmatinski otoci, njihov zemljopisni položaj, površina i duljina obalne crte. U trećem poglavlju analizirana je povijest i podjela telekomunikacija, aktualni operateri komunikacijskih mreža u Republici Hrvatskoj, opis i način rada mobilnih mreža te definiranje 4G i 5G mreža. U četvrtom poglavlju analizirane su mogućnosti veze na plovidbenim rutama *Split - Stari Grad* i *Trogir - Drvenik Veli*, opisane trajektne linije i trajekti na kojima se provodilo mjerenje. U petom poglavlju analizirana je stvarna kvaliteta veze po zadanim parametrima te se usporedila s podacima koje daju mobilni operateri za ta područja po arhipelagu. U šestom poglavlju je zaključak o cijeloj analizi i ocjena kvalitete signala na istraživanom području.

## 2. SREDNJODALMATINSKI ARHIPELAG

Područje istočnog Jadrana jedno je od najrazvedenijih obalnih područja na svijetu. Upravo zbog te razvedenosti i načina na koji se otoci protežu paralelno sa obalom, u svijetu je ovaj tip obale poznat kao Dalmatinski tip obale. Ovaj tip obale nastaje kada se pri izdizanju razine postglacijalnog mora potopi krajolik usporednih gorskih uzvisina i udolina, pa udoline postaju kanali i izduženi zaljevi, a viši dijelovi postaju otoci. U Hrvatskom dijelu istočnog Jadrana nalazi se 1244 otoka, otočića, grebena i hridi. Od toga je 78 otoka, 524 otočića i 642 hridi i grebena. Svi ti otoci se, zbog lakšeg upravljanja i raspoznavanja, međusobno dijele u zasebne arhipelage. Ovaj rad fokusira se na srednjodalmatinski arhipelag prikazan na Slici 1.

Arhipelag se sastoji od 11 otoka:

- Brač,
- Hvar,
- Vis,
- Šolta,
- Čiovo (povezano mostom na kopno),
- Šćedro,
- Drvenik Veli,
- Biševo,
- Sv. Klement,
- Svetac i
- Drvenik Mali.

Pored navedenih otoka u arhipelagu se nalazi oko 150 otočića, hridi i grebena [4].

U nastavku rada obradit će se pojedini veći otoci u odnosu na njihove posebnosti i jedinstvenosti važnim unutar samog područja.



Slika 1. Karta srednjodalmatinskog arhipelaga [10]

## 2.1. BRAČ

Otok Brač je površinski najveći otok srednjodalmatinskog arhipelaga, te treći najveći otok Jadranskog mora. Otok ima ukupnu površinu od 395 km<sup>2</sup>, dug je 40 km, prosječna širina mu je 12 km te duljina obalne crte 180,6 km [5]. Otok se prostire u smjeru istok-zapad, a od kopna je Bračkim kanalom udaljen od 3,2 NM do 7 NM (6 do 10 km). Prema zapadu je od otoka Šolte odvojen Splitskim vratima, a prema jugu od otoka Hvara, Hvarskim kanalom. Najnaseljeniji je od svih otoka u arhipelagu s nešto manje od 15 000 stanovnika raštrkanih po cijelom otoku, a najveće naselje i prometno čvorište mu je Supetar. Najviši vrh otoka Brača je Vidova gora koji je ujedno i najviši vrh svih Jadranskih otoka sa 778 m nadmorske visine [5][12].

## 2.2. HVAR

Otok Hvar je drugi najveći otok srednjodalmatinskog arhipelaga te sa svojih 72 km od rta Pelegrin do rta Sućuraj ima titulu najduljeg otoka cijelog Jadrana. Površina otoka Hvara iznosi 297 km<sup>2</sup> a duljina obalne crte je 270 km [5]. Gledano po neposrednom susjedstvu, sjeverno od njega se nalazi otok Brač, a južno od njega se nalaze Šćedro (od kojeg ga dijeli Šćedorski kanal), Vis (prema jugozapadu), Paklinski otoci, Korčula i poluotok Pelješac (jug, jugoistok, istok). Zahvaljujući blagoj klimi, toplim zimama i ugodnim ljetima, domaćin je brojnim gostima, znanstvenicima i putnicima namjericima koji su privučeni raskošnom mediteranskom prirodom, bogatom tradicijom i noćnim životom. Hvar se danas



smatra jednim od deset najljepših otoka na svijetu. Hvar, „kralj“ među dalmatinskim otocima, poznat je od antike po svom važnom strateškom i nautičkom položaju, bogatstvu i slojevitosti povijesnih razdoblja, kulturnim i prirodnim spomenicima i književnosti. Upravo zbog svog strateškog i nautičkog položaja, Hvar je jedino mjesto na Jadranu na kojem se nalazi koda za emitiranje NAVTEX poruka, radio relejnoj postaji R.R.P. Hvar [12] [14].

### 2.3. VIS

Vis je istureni hrvatski otok. Od kopna je udaljen 30 NM ili 45 km. Površina otoka Visa iznosi 89,7 km<sup>2</sup> te duljina obale iznosi 84,9 km [5] dok na otok vozi komercijalna linija iz Splita dva do četiri puta dnevno ovisno o dobu godine (zima/ljeto). Oko otoka Visa se nalaze brojni manji otoci, otočići i školjevi (Biševo, Budikovac, Brusnik, Jabuka, Ravnik, Svetac i drugi). Veća mjesta na otoku su Vis i Komiža. Otok Vis je, kao i Hvar, naseljen još od antike i strateški gledano vrlo je bitna komponenta cijelog arhipelaga. Najviši vrh otoka je brdo Hum [5][12].

### 2.4. ŠOLTA I DRVENICI

Šolta je otok u srednjoj Dalmaciji nedaleko Splita, zapadno od Brača, površine 58,17 km<sup>2</sup> dok duljina obalne crte iznosi 79,5 km. Istočno od ovog otoka nalazi se otok Brač, a zapadno je Drvenik Veliki. Jugoistočno je otok Hvar, a sjeveroistočno je Split. Ovaj otok je od Splita udaljen 15 km ili oko 9 NM. Od kopna na sjeveru dijeli je Splitski kanal, od otoka Brača na istoku Splitska vrata, a od otoka Drvenika Velog na zapadu Šoltanski kanal. Sjeverno od Šolte je otok Čiovo jugoistočno otok Hvar i južno otok Vis. Uz otok Šoltu, kod uvala Maslinica, nalazi se još sedam otočića [5] [12].

Drvenik Veli je otok u Splitskom akvatoriju, sjeverozapadno od Šolte, od koje ga dijeli Šoltanski kanal. Površina otoka iznosi 11,69 km<sup>2</sup> te duljina obale iznosi 23,89 km [5]. Staro ime mu je lat. *Gerona*, kasnije tal. *Zirona*. Najveće naselje na otoku je Drvenik Veli, koji je, administrativno, gradsko naselje Grada Trogira. Otok okružuje nekoliko manjih otoka: istočno od otoka su Krknjaš Mali i Krknjaš Veli, a južno Orud i Mačaknar. Oko 1 NM zapadno od Drvenika Velog smješten je otok Drvenik Mali, koji je tri puta manji od Velog. Kanal između Drvenika Velog i Malog naziva se Drvenička vrata, a u njima je otočić Malta. Obala otoka je razvedena, s puno uvala s pješčanim i šljunčanim plažama. Glavno

naselje se nalazi u najdubljoj uvali na otoku, a valja izdvojiti i uvale Grabule (zapadno od naselja Drvenika Velog), Mala Luka (na zapadu otoka), Pernatica (jug) i Solinska (jug). Uvala Grabule jedina je zaštićena od svih vjetrova. Na istočnoj strani otoka, uz otočiće Krknjaše, je mjesto povoljno za sidrenje [5][12].

Drvenik Mali je otok koji se nalazi oko 8 NM jugozapadno od Trogira, zapadno od otoka Drvenika Velog, od kojeg ga dijeli tjesnac Drvenička vrata. Od kopna ga dijeli Drvenički kanal. Površina otoka iznosi 3,43 km<sup>2</sup> te duljina obale iznosi 12,02 km [5]. Najviši vrh je 79 m visoka Glavica na zapadu otoka zbog čega ga lokalno stanovništvo naziva Ploča [5][12].

### 3. TELEKOMUNIKACIJE

Komunikacija se događa svakodnevno svuda oko nas preko različitih vrsta sistema, jezika, znakova itd. Definicija komunikacije nije jasno dogovorena od strane stručnjaka, no pojednostavljeno je možemo opisati tako da je komunikacija proces razmjene informacija preko dogovorenog sistema znakova, odnosno proces slanja informacija sebi ili bilo kojem drugom entitetu, najčešće putem govora. U doslovnom smislu riječ komunikacija znači: podijeliti, učiniti nešto općim ili zajedničkim. Pojam komunikacija je obično opisana prema tri glavne dimenzije: sadržaju, formi i cilju. Sadržaj komunikacije i forma kreiraju poruke koje se šalju prema cilju. Cilj može biti sam čovjek, druga osoba (u interpersonalnoj komunikaciji) ili drugi entitet poput grupe, organizacije ili društva.

Komunikacija sama za sebe je preopširan pojam, te se zbog toga dijeli na sljedeće oblike:

- verbalna komunikacija,
- neverbalna komunikacija,
- intrapersonalna komunikacija,
- interpersonalna komunikacija,
- grupna komunikacija,
- javna komunikacija,
- masovna komunikacija,
- aktivno slušanje,
- zdrava komunikacija,
- računalno-posredovana komunikacija i
- telekomunikacija [4].

Od svih navedenih oblika komunikacije, ovim radom će se obrađivati upravo zadnji spomenuti oblik: Telekomunikacija.

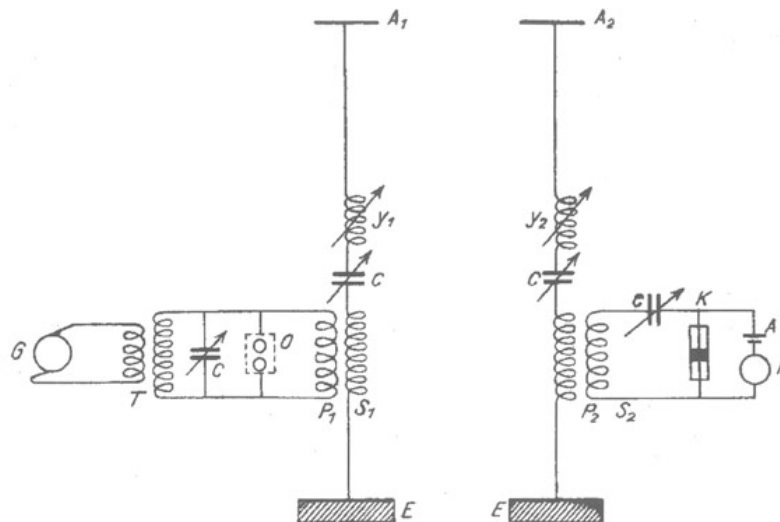
Telekomunikacija je svaka vrsta razmjene informacija gdje se između izvora i odredišta koristi tehnologija. Okružuje nas i čini sastavni dio svakodnevnog života u XXI. stoljeću. Pojednostavljeno, telekomunikacije su jedan od oblika komunikacije koji omogućavaju razmjenu informacija na daljinu. Telekomunikacije su, po svom osnovnom konceptu, skup različitih telekomunikacijskih usluga koje telekomunikacijski operateri

pružaju svojim krajnjim korisnicima. Neke od tih usluga su pristup govornim, video i audio informacijama, računalnim podacima, multimedijским sadržajima i njihova razmjena među korisnicima. Osnova prijenosa telekomunikacijskih usluga su telekomunikacijske mreže putem kojih se vrši prijenos i komutacija informacijskih jedinica (kanala ili paketa) između pojedinih korisnika. Korisnici telekomunikacijskih mrežama operatera pristupaju uz pomoć krajnjih uređaja (primjerice mobilni telefoni) ili preko lokalnih bežičnih mreža (WI-FI). Obzirom da se pod pojmom telekomunikacija kriju složeni sistemi unutar kojih se prijenos informacija vrši pomoću uređaja različitih proizvođača, bitan pojam unutar telekomunikacija je i pojam standardizacija. Naime, kako bi se omogućilo međusobno djelovanje te opreme, nužno je da svaki od proizvoda zadovoljavaju određene standarde, a tim pojmom se osiguravaju jasna pravila i precizno razgraničenje granica odgovornosti između krajnjih korisnika i telekomunikacijskih operatera. Radi provedbe ciljeva, upravljanja i donošenja odluka u standardizaciji osnovana je Međunarodna telekomunikacijska unija (engl. *International Telecommunication Union - ITU*), a prilikom njenog osnivanja 1932. godine u Madridu prvi put se na globalnoj razini upotrijebio izraz telekomunikacije. ITU je specijalizirana organizacija Ujedinjenih Naroda (engl. *United Nations - UN*), a RH postala je njenom članicom 11. lipnja 1992. godine. Pored ITU, na području Europe za standardizaciju u području telekomunikacija bitno je spomenuti i Europski institut za telekomunikacijske standarde (engl. *European Telecommunications Standards Institute - ETSI*), dok na području SAD-a djeluje Američki nacionalni institut za standarde (engl. *American National Standards Institute - ANSI*) [6].

### **3.1. POVIJEST TELEKOMUNIKACIJA**

Povijest telekomunikacija vrlo je opsežna, zbog čega se spominju samo najbitniji izumi, patenti i postignuća bez kojih telekomunikacije koje danas poznajemo ne bi nikad postojale. Morseov pronalazak telegrafa u prvoj polovici XX. stoljeća ujedno se smatra i početkom telekomunikacija. Genijalnost njegovog sustava prijenosa slova i brojeva principom kodiranja, ogleda se i tome što se taj sustav kodiranja zadržao do današnjih dana. Nakon telegrafa, za automatski prijenos znakova koristio se teleprinter, čiji je razvitak usporen masovnim korištenjem telefonije, kao sredstva prenošenja govornih informacija. Temeljem patenata iz 1876. i 1877. godine, pronalazačem telefona, smatra se Alexander Graham Bell, koji za prijenos govora prvi koristi elektromagnetsku indukciju. Naglo širenje

telefona kao sredstva masovnog komuniciranja dodatno se ostvaruje, krajem XIX. stoljeća, uporabom kabela umjesto golih žica i automatskih telefonskih centrala. Istovremeno, na samom prijelazu iz XIX. u XX. stoljeće, korištenjem elektromagnetskih valova, stvoreni su radio prijemnik i predajnik, što dovodi do pojave novih tehničkih mogućnosti u prijenosu informacija. I Nikola Tesla dao je svoj obol bežičnim komunikacijama kako je prikazano na Slici 2. U prvoj polovici XX. stoljeća radiokomunikacije se koriste za jednosmjernan prijenos govora i slike, dok se razvojem tranzistora kao elektroničkog elementa, u drugoj polovici XX. stoljeća radiokomunikacije koriste u oba smjera. Pored navedenog, u šezdesetim godinama XX. stoljeća počinje plodonosan razvoj elektroničkih sustava za prijenos podataka, jer pojava integriranih krugova dovodi do naglog razvoja računala. Ubrzani rast broja računala, uz sveobuhvatnosti njihovog korištenja, dovela je do potrebe njihova međusobnog spajanja, što je prouzročilo nastanak i nagli razvoj posebnih mreža za prijenos podataka. Krajem sedamdesetih godina XX. stoljeća, potreba za integracijom telekomunikacijskih mreža dovela je do digitalizacije telefonskih mreža i zamjene klasičnih telefonskih i telegrafskih centrala elektroničkim. Daljnji važan korak u razvoju telekomunikacija predstavlja i uporaba satelita u prijenosnim sustavima, što je dovelo do ubrzanog razvoja mobilne telekomunikacijske mreže i masovnom korištenju telekomunikacijskih mreža za prijenos svih vrsta podataka [6] [16].



Slika 2. Teslin prvi patent bežičnog odašiljača i prijammika [16]

### 3.2. PODJELA TELEKOMUNIKACIJA

Uobičajena podjela telekomunikacijskih sustava je ona prema obliku informacije, ali i prema fizikalnoj osnovi prijenosa. U odnosu na navedeno, razlikuju se četiri osnovna sustava:

- telegrafija,
- telefonija,
- radiokomunikacije i
- prijenos podataka.

Telegrafija je telekomunikacijski sustav kojem je osnovna funkcija omogućiti razmjenu pisanog teksta između udaljenih subjekata, a sam pojam nastao je spajanjem grčkih riječi „tele“ (daleko) i „grafo“ (pišem). Ona predstavlja najjednostavniji i povijesno prvi način komuniciranja električkim putem [6] [7].

Telefonijom se naziva telekomunikacijski sustav koji omogućuje razgovor udaljenih osoba uporabom efekata električne struje. Sama riječ dolazi od grčkih riječi „tele“ (daleko) i „fone“ (govor, zvuk). Sustav se sastoji od krajnjih uređaja – telefonskih aparata, telefonskih vodova (parica – spojni put do telefonske centrale sastavljen od dvije upredene žice), telefonskih centrala – uređaja komutacije koji primaju i obrađuju numeričke informacije (brojevi pozvanog pretplatnika) i prijenosnih sustava koji međusobno povezuju telefonske centrale [6] [7].

Radiokomunikacijama ili radiovezama općenito se nazivaju sustavi u kojima se razmjena informacija ostvaruje korištenjem fenomena elektromagnetskih valova, tzv. radiovalova, dok se kao prijenosni medij elektromagnetskih valova koristi Zemljina atmosfera i prostor oko nje. Uređaji koji se koriste za prijem i emisiju elektromagnetske valove nazivaju se još i radiouređaji. Danas se pomoću elektromagnetskih valova prenose i razmjenjuju sve vrste informacija: govor, zvuk, slika ili podaci [6] [7].

Telekomunikacijski sustav su sustavi kojima se omogućuje razmjena informacija u obliku podataka, nazivaju su i sustavima za prijenos podataka. Međutim, elektronički sustavi za obradu podataka uglavnom su bili instalirani na jednom mjestu, dok je neprestano postojala potreba prikupljanja, obrade i slanja podataka na širem i udaljenom prostoru. U cilju rješavanja tog problema, uz izbjegavanje slanja iz jednog mjesta u drugo raznih medija s informacijama (primjerice lista, bušenih kartica, magnetskih traka, disketa i sl.), doveli su, krajem

šezdesetih godina prošlog stoljeća, do razvoja sustava za prijenos podataka u električnom obliku, upotrebom dobro razvijenih telekomunikacijskih mreža, najčešće telefonskih vodova [6] [7].

### 3.3. 4G/LTE MREŽA

U telekomunikacijama, 4G je četvrta generacija mobilne tehnologije. To je nasljednik 3G i 2G porodice standarda. Teoretska brzina preuzimanja za 4G je 150 Mbit/s dok je stvarna bliže 30 Mbit/s. Od 4G sistema se očekivalo pružanje sveukupnog pristupa i osiguravanje svih temelja mobilnog širokopojasnog rješenja za prijenosna računala, bežične modeme, smart-phone i druge mobilne uređaje. Sadržaji kao što su ultra-širokopojasni pristup Internetu, Ip telefonija, igre, usluge i streamanje multimedije bio je preduvjet za izgradnju ove mreže prema korisnicima.

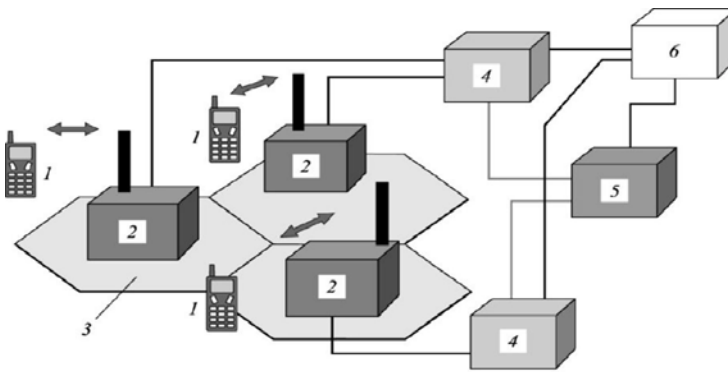
U Europi pa tako i u Republici Hrvatskoj, koristi se LTE (engl. *Long Term Evolution - LTE*) inačica četvrte generacije mobilne tehnologije. U početku je ta tehnologija bila smatrana trećom generacijom, no zbog pritiska operatera na ITU, kasnije je proglašena dijelom četvrte generacije. Oznaka LTE standard je za bežičnu širokopojasnu komunikaciju za mobilne uređaje i podatkovne terminale, nadogradnja je tehnologijama Globalnog sistema za mobilnu komunikaciju (engl. *Global System for Mobile Communications - GSM*) / poboljšanje brzine podataka za GSM evoluciju (engl. *Enhanced Data Rates for GSM Evolution - EDGE*) i Univerzalnom telekomunikacijskom mobilnom sistemu (engl. *Universal Mobile Telecommunications System - UMTS*) / pristupu paketa velikih brzina (engl. *High Speed Packet Access - HSPA*). U svijetu se koristi više od 20 raznih LTE standarda i frekvencijskih spektara, a najčešće se koriste 700, 800, 1800, 1900 i 2600 MHz. Prvi put se u Hrvatskoj pojavio u ožujku 2012. godine, a nakon određenog perioda adaptacije i nadogradnji infrastrukture, znatno se poboljšala kvaliteta signala na prostoru države. Kada je puštena u pogon, LTE mreža radila je na 1800 MHz, kasnije i na 2600 MHz, a najveće poboljšanje je bilo kada se ukinuo analogni televizijski signal, čime se oslobodila frekvencija od 800 MHz, što je dovelo do znatnog poboljšanja u pokrivenosti.

Danas se također javlja i unaprijeđena 4G - LTE ADVANCED varijanta koja ima teoretski brzinu silazne veze od čak 300 Mbit/s, no za to su potrebni laboratorijski uvjeti. Stvarna brzina silazne veze bliže je broju od 55 Mbit/s [1][13].

### 3.4. OPERATERI

U Republici Hrvatskoj danas postoje tri operatera koja imaju koncesije i dozvole za izgradnju baznih stanica i kontinuirano održavaju i unaprjeđuju uslugu mobilnog signala te širokopojasnog interneta. To su Hrvatski Telekom (T-COM), A1 Hrvatska (bivši VIP i Vodaphone) i Telemach (bivši TELE2). Za istaknuti je da A1 i Hrvatski Telekom imaju vlastitu infrastrukturu dok Tele2 plaća Hrvatskom Telekomu usluge korištenja njihove infrastrukture van urbanih područja. Svi oni rade na sustavu javne pokretne telekomunikacije. Taj sustav definira se kao sustav bežične, mobilne telefonije u kojem korisnici za trajanja komunikacije mogu biti u pokretu, tj. mijenjati svoj položaj u velikom rasponu brzina. Izuzmu li se satelitske pokretne telekomunikacije, osnovni dijelovi tog telekomunikacijskoga sustava su nepokretna (stacionarna) bazna postaja i pokretna postaja u obliku korisnikova mobilnog telefona ili, ako je komunikacija podatkovna, u obliku prijenosnoga računala. Iz bazne postaje informacije (govor ili podatci) se odašilju radiovalovima određene frekvencije, koristeći pritom neku od modulacijskih metoda kojim se informacije transformiraju u oblik koji je pogodan za digitalno odašiljanje. Vezu s baznom postajom korisnici ostvaruju pomoću mobitela samo unutar određenoga područja. Naime, bazna postaja zrači moduliranu informaciju u prostor preko antene. Dio područja što ga pokriva antena (idealno kružno ili u obliku kružnoga odsječka) naziva se ćelija, koja je ujedno i osnovna jedinica u pokretnim telekomunikacijskim sustavima. Oblik ćelije obično je nepravilan, jer na njega utječu prepreke (reljef, zgrade, vegetacija i dr.). Pri projektiranju ćelije, kao oblik ćelije uzima se šesterokut, jer je najbliži krugu, kojim se pokriva cijela površina koncesionara bez međusobnog preklapanja pojedinih ćelija. Pored ćelija, svakomu koncesionaru pokretne telefonije dodjeljuje se i određeni broj frekvencijskih kanala, koji se algoritmom raspoređuju po pojedinim ćelijama. Skup ćelija u kojem se nalaze sve moguće frekvencije bez ponavljanja naziva se grozd ćelija. Unutar cijelog područja pokrivanja pojedinoga koncesionara obično se nalazi više grozdova ćelija, što rezultira ponavljanjem pojedinih frekvencijskih kanala, čime se osigurava veći kapacitet kako je zorno prikazano Slikom 3. na kojoj se nalazi i legenda [7].





Slika 3. Javne pokretne telekomunikacije

legenda:

1. Pokretna postaja, 2. Bazna postaja, 3. Čelijska, 4. Kontrola baznih postaja, 5. Središnji pokretni komunikacijski centar, 6. Upravljanje i nadzor [7]

### 3.5. BRODSKI ROUTERI SA VANJSKOM ANTENOM

Pojava ultra-širokopojasnog pristupa internetu omogućila je pristup informacijama bilo gdje i bilo kad. Obzirom na opće dostupan pristup internetu kod kuće na kopnu, bilo je očekivano da taj isti pristup postoji i na moru, te je, ovisno o tarifi i mobilnom uređaju koji posjeduje korisnik, to je danas omogućeno svima, samo pritiskom ikone na zaslonu uređaja za pristup širokopojasnom internetu. Što ako želimo imati svoju lokalnu mrežu u brodici, jahti ili brodu? Tako dolazimo do pojma broskog routera sa vanjskom antenom za poboljšanje signala. Za razliku od standardnih kućnih WI-FI routera ovi routeri pomoću svoje vodonepropusne antene hvataju širokopojasni internet, te stvaraju lokalnu mrežu za pristup internetu. Tako umjesto da se svaka osoba spaja na svoju tarifu širokopojasnog interneta, otvara se mogućnost da se svi mogu spojiti na isti router koji će koristiti kao pristupnu točku. Instalacija takvog uređaja vrlo je jednostavna, naime, router se mora postaviti na poziciju u brodu gdje nema previše teških metalnih masa, kabel se provlači kroz unutrašnjost broda i povezuje se na antenu postavljenu na uzvišenu točku na brodu. Poželjno je da ta antena prikazana Slikom 4. bude izvan kabina i salona brodice/jahte / broda jer tako bolje hvata signal. Dakle najbolje bi je bilo postaviti na jarbol ili stupić gdje se inače nalazi navigacijsko svjetlo.



Slika 4. Brodska antena [17]

### 3.6. 5G MREŽA

5G je nova generacija mreža pokretnih komunikacija koja se oslanja na već postojeće tehnologije, donoseći ujedno i puno novih primjena. 5G omogućava značajno brži pristup internetu, puno veći broj povezanih uređaja te vrlo pouzdanu komunikaciju s malim kašnjenjem (latencijom). Osim ova tri poboljšanja o kojima se najčešće govori, 5G mreža dodatno omogućuje tzv. „network slicing“, odnosno dodjelu prijenosnih resursa prema prioritetima, što je iznimno važno za budući Internet stvari (eng. *Internet of Things - IoT*) ili posebne službe.

Operateri Hrvatski Telekom, A1 Hrvatska i Tele2 Hrvatska planiraju tek u četvrtom kvartalu iduće godine uvesti komercijalne 5G usluge, kako to navodi u svojem kvartalnom izvješću EU 5G Observatory. Krajem lipnja 2020. godine 5G komercijalna mreža uvedena je u 14 od 27 zemalja Europske unije s Velikom Britanijom. Hrvatski telekom operateri tako će biti jedni od zadnjih u Europskoj uniji (engl. *European Union – EU*) koji će uvesti novu telekomunikacijsku tehnologiju. U Hrvatskoj su dodjela koncesija za frekvencijske pojaseve od 700 MHz / 3,6 GHz / 26 GHz, planirane tek za kraj 2021. godine, a za frekvencijske pojaseve 3400-3600 MHz i 3600-3800 MHz tek 2022. godine. Brzine silazne veze i uzlazne

veze variraju od izvora do izvora, no očekivana teoretska brzina iznositi će 10 Gbit/s [1] [2] [19].

Uzimajući u obzir velike brzine silazne i uzlazne veze može se očekivati sve više integracije 5G-a na današnje brodove čime će postojeći brodski routeri postati zastarjeli, no vrijeme će pokazati hoće li zapravo uspjeti u izgradnji kvalitetne pomorske mreže.

**Tablica 1. Predviđene 5G performanse**

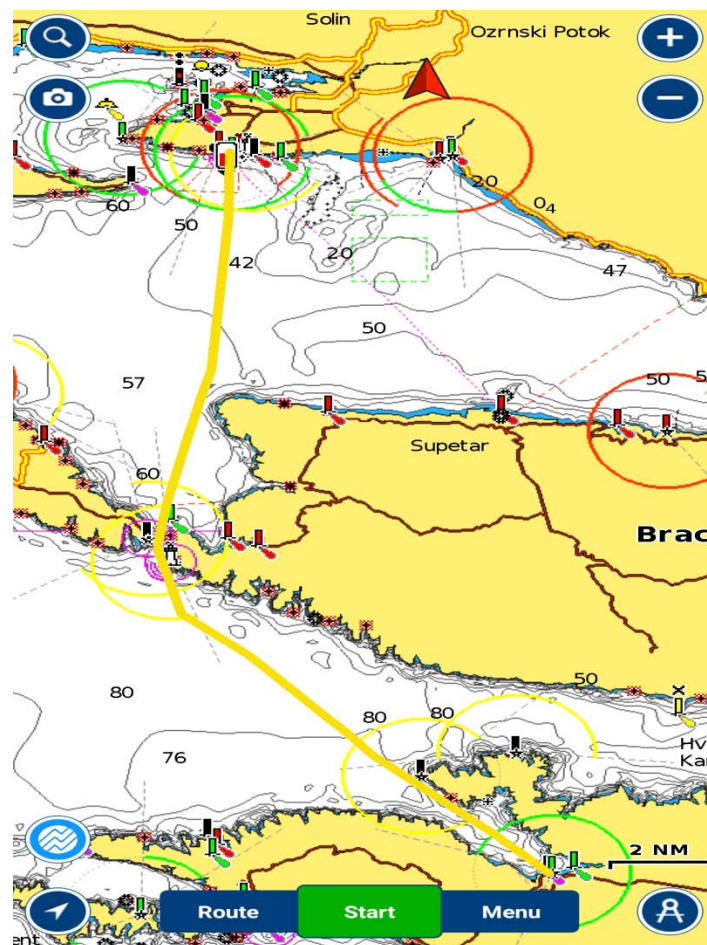
<b>PREDVIĐENE 5G BEŽIČNE PREFORMANSE</b>	
<b>PARAMETAR</b>	<b>PREDLOŽENE PREFORMANSE</b>
<b>Kapacitet mreže (Network capacity)</b>	10 000 puta trenutna mreža
<b>Maksimalna brzina prijenosa podataka (Peak data rate)</b>	10 Gbit/s
<b>Brzina prijenosa podataka na rubu ćelije (Cell edge data rate)</b>	100 Mbit/s
<b>Kašnjenje (Latency)</b>	< 10 ms

## 4. ANALIZA VEZE NA PLOVIDBENOJ RUTI

Uzimajući u obzir veličinu cijeloga arhipelaga, analizu je provedena na brodskim linijama Split-Stari Grad i Trogir-Drvenik Veli. Razlog je što te linije pokrivaju veliki dio istraživanog područja. Analize su provedene u razmaku od tjedan dana jedna od druge, te su meteorološki uvjeti bili povoljni za istraživanje, sunčani dani bez vjetera, oblaka ili padalina.

### 4.1. Linija Split – Stari Grad

Linija Split - Stari Grad je glavna i najprometnija trajektna linija za otok Hvar prikazana je na Slici 5., razlog tome je što je Stari Grad najveća trajektna luka na otoku Hvaru. Trajanje putovanja iznosi 1 sat i 55 minuta u jednom smjeru (ovisno o vremenskim i morskim uvjetima), te duljina rute od luke polazišta do luke odredišta iznosi 15 NM. Trajekt koji je bio u opticaju na ovoj liniji za vrijeme izvršenja analize je M/T Juraj Dalmatinac.



Slika 5. Ruta Split – Stari Grad [10]

#### 4.1.1. M/T Juraj Dalmatinac

M/T Juraj Dalmatinac je trajekt za lokalne linije domaće proizvodnje u sklopu flote državnog prijevoznika Jadrolinije prikazan na Slici 6. Izgrađen je u Kraljevici 2007. godine, kao i njegov „blizanac“ Hrvat. Stavljen je u službu iste godine. Trajekt je klasični RO - RO brod s 2 navigacijska mosta na pramcu i krmi čime je manevriranje znatno olakšano. Dug je 87,60 m, širok 17,50 m, te ima gaz od 2,40 m. S obzirom na tip i oblik broda, krca se na ravnu kobilicu. Maksimalna brzina koju može postići iznosi 13 čvorova, no putna brzina ne prelazi 11 čvorova. Trajekt je kapaciteta 138 automobila i 1200 putnika. M/T Juraj Dalmatinac prvobitno je izgrađen za održavanje linije Zadar – Preko, no zbog svog kapaciteta ga nerijetko vidamo i u Splitskom plovnom području. Trenutno plovi na liniji Split – Supetar, a kad se izvršavala analiza mijenjao je svoga „blizanca“ Hrvata koji je bio u remontu zbog godišnjeg servisa.



Slika 6. M/T Juraj Dalmatinac[11]

## 4.2. Linija Trogir – Drvenik Veli

Linija Trogir – Drvenik Veli – Drvenik Mali prikazana je na Slici 7. jedna je od manje prometnih linija no ništa manje važna za stanovnike tog područja. Održava je državni prijevoznik Jadrolinija, trajanje putovanja od luke Trogir do luke Drvenik Veli je 30 minuta, te 15 minuta od luke Drvenik Veli do luke Drvenik Mali (ovisno o vremenskim i morskim uvjetima). Ukupna dužina putovanja iznosi 9 NM. Trajekt koji je bio u opticaju na ovoj liniji za vrijeme izvršenja analize je M/T Pelješčanka.



Slika 7. Ruta Trogir – Drvenik Veli – Drvenik Mali[10]

### 4.2.1. M/T Pelješčanka

M/T Pelješčanka koju prikazuje Slika 8. je trajekt u sustavu flote državnog prijevoznika Jadrolinije. Izgrađen je 1971. godine u Kraljevici kao dio takozvane serije „škovacera“ uz M/T Šoltanku i M/T Lošinjanku koji su još uvijek u službi, te M/T Krčanka koja je, nažalost, završila u rezalištu 2013. godine. Ovi trajekti su specifično napravljeni za mala pristaništa gdje standardni RO - RO trajekti nemaju mogućnosti uploviti. Dužine je 48 m , širine 9 m i gaz mu iznosi 2,20 m. Maksimalna brzina koju može održavati je 12 čv, no putna brzina rijeko kad prelazi 9/10 čv Kapacitet svih „škovacera“ je isti, 30 automobila i 200 putnika. M/T Pelješčanka inače plovi na liniji Makarska – Sumartin, no za vrijeme provođenja analize mijenjala je sestrinski trajekt Šoltanku zbog godišnjeg remonta.



Slika 8. M/T Pelješćanka u luci Drvenik Veli [11]

## 5. USPOREDBA PLOVNIH RUTA POKRIVENOŠĆU SIGNALOM

U cilju što boljeg pojašnjenja pokrivenosti signalom područja srednjodalmatinskog arhipelaga mrežnim operaterima, idealno bi bilo u ovom dijelu rada na slikama prikazati u različitim bojama na jednoj karti. Ipak, takav prikaz ne bi bio lako razumljiv. Iz toga razloga u rad je za svakog od pojedinih operatera uvršten prikaz slika/karta uz zasebno pojašnjenje.

U prvom djelu daje se prikaz prometne opterećenosti cijelog arhipelaga kako bi se dobio uvid u to gdje se ljudi kojima treba signal kreću. U drugom dijelu prikazuje se teoretska mrežna pokrivenost i stvarna mrežna pokrivenost. Naglasak je na takozvanim „crnim rupama“ koje će na slikama mrežne pokrivenosti najbolje prikazati područje jugozapadnog Brača.

Na Slici 9. prikazan je intenzitet prometa na tom području, tako da intenzivnija boja (crvena) prikazuje veći intenzitet plovila na pojedinoj ruti. Kao što se vidi iz priloženog, područje arhipelaga je vrlo prometno kroz cijelu godinu. Tome je zaslužan državni prijevoznik Jadrolinija koji održava vezu otoka arhipelaga sa kopnom.

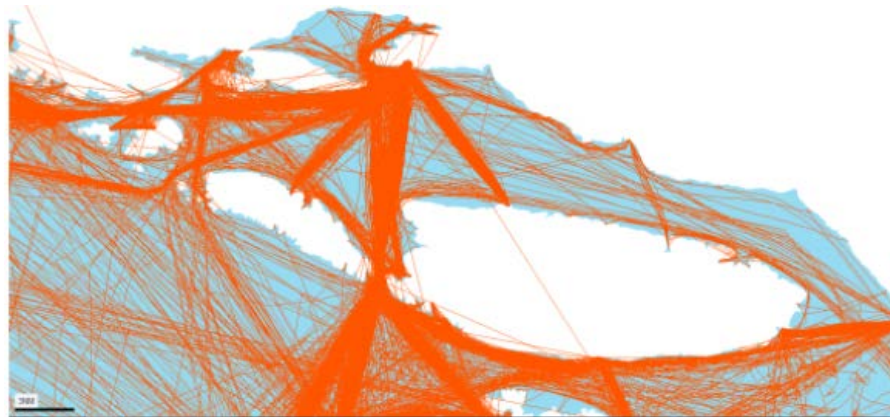


Slika 9. Plovni putovi srednjodalmatinskog arhipelaga[15]

Iako se ne vidi cijeli arhipelag, može se zaključiti da je prostor arhipelaga vrlo popularna ljetna destinacija za nautički turizam. Uočljivo je na Slici 10. da su Splitska vrata



prometna „vruća zona“ i da se u slučaju velike havarije može očekivati znatan problem u prometnoj regulaciji.



Slika 10. Prometno opterećenje preko ljeta.[15]

Na Slici 11. prikazano je točno koliko je luka Split važna trajektna luka za sve stanovnike srednjodalmatinskog akvatorija. Ona povezuje kopno sa akvatorijem i sve otoke međusobno. Primjer takve povezanosti je putovanje s Visa na Brač, koje nije moguće bez tranzita u luci Split. Također se vide i brodske linije na kojima je izvršena analiza mreže.



Slika 11. Trajektne i katamaranske linije Jadrolinije za srednjodalmatinski arhipelag [9]

Nisu trajekti jedini brodovi koje plove ovim područjem. Pogotovo ljeti, područje arhipelaga postane jedno od najprometnijih i najpopularnijih područja nautičkog turizma cijelog Jadrana. Uz najam brodice i jedrilica, ponuda se dodatno širi i jednodnevnim izletima

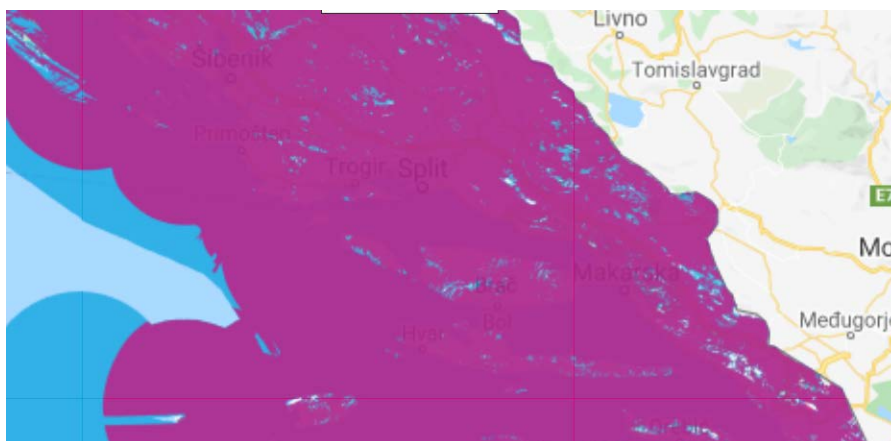
s brzim brodicama i izletničkim brodovima. Na Slici 12. vidimo primjer jednog od takvih charter poduzeća i ponude njihovih plovidbenih ruta.



Slika 12. Primjer jednodnevnih izleta „Šugaman tours“[18]

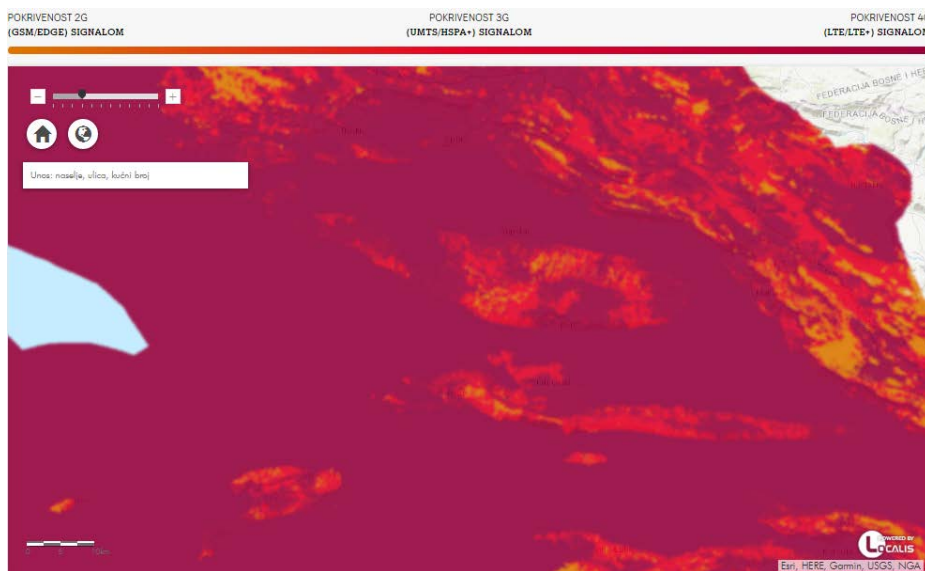
## 5.1. TEORETSKA JAČINA SIGNALA

U nastavku rada daje se analiza pokrivenosti područja arhipelaga sa signalom pojedinog operatera, slike prikazuju teoretsku jačinu signala u akvatoriju. Svaka slika dolazi sa svojim objašnjenjem, uz naglasak na već prije spomenuti jugozapadni dio otoka Brača. Vidljivo je da svaki operater ima probleme na tom području, razlog tome je strmost u reljefu Vidove Gore. Na Slici 13. prikazana je pokrivenost signalom operatera Hrvatski telekom, na kojoj je ljubičastom bojom prikazan 4G signal, plavom 3G signal, dok bijela boja prikazuje područje bez signala.



Slika 13. Karta pokrivenosti Hrvatskog telekoma[8]

Na Slici 14. dana je karta pokrivenosti signalom operatera A1 Hrvatska, u gornjem dijelu slike priložena je legenda koja nam govori koja boja reprezentira pojedinu vrstu signala, a uočljivo je da područja obojena žuto-narančastom bojom imaju najlošiji signal ili ga nema uopće.



Slika 14. Karta pokrivenosti signalom A1 Hrvatska [3]

## 5.2. STVARNA JAČINA SIGNALA

U gore navedenom dijelu rada vidjela se teoretska jačina signala u prostoru srednjodalmatinskog arhipelaga. Podaci su preuzeti izravno s web stranica pojedinog telekomunikacijskog operatera, no je li taj signal stvarno takav kakvim ga operateri prikazuju?

Analiza kvalitete, jačine i pokrivenosti signala se vršilo na linijama Split – Stari Grad i Trogir - Drvenik Veli. Vremenski i morski uvjeti su bili povoljni za izvršenje istraživanja. Pribor koji se koristio sastojao se od dva mobilna uređaja marke Samsung i iPhone, jedan uređaj je koristio Hrvatski Telekom a drugi A1 Hrvatska. Program koji se koristio za testiranje kvalitete mreže bio je HAKOMetar plus, koji je razvijen od strane Hrvatske regulatorne agencije za mrežne djelatnosti (HAKOM). Svi podaci u dolje navedenim tablicama dobiveni su izravno s terena i otvorenog prostora na gore navedenim trajektima i linijama na kojima su plovili.

U Tablici 2. su ispisani izmjereni podaci za liniju Split - Stari Grad. Ono što je izmjereno je: kašnjenje (latencija) u milisekundama (ms), brzinu silazne veze (engl. *download speed*) i brzina uzlazne veze (engl. *upload speed*) koje se mjere u megabitima u sekundi (Mbit/s). Ako je kašnjenje veliko a brzine male to je indikator pozicije s lošom kvalitetom signala, u skladu sa tim cilj je imati što manje kašnjenje i što veću brzinu. Svako mjerenje je ponavljano tri puta kako bi se izbjegla mogućnost tehničke ili trenutne pogreške te bi se uzela srednja vrijednost za konačni rezultat pojedine lokacije. Razmak između mjerenja je neujednačen zato što su mjerenja obavljana na lokacijama koje su već ranije bile sumnjive zbog očekivanja slabe kvalitete signala.

**Tablica 2. Rezultati analize linije Split - Stari Grad**

<b>SPLIT – STARI GRAD M/T Juraj Dalmatinac</b>						
Pozicija mjerjenja	Hrvatski Telekom			A1		
	kašnjenje	silazna veza	uzlazna veza	kašnjenje	silazna veza	uzlazna veza
Trajektna luka Split	31 ms	65 Mbit/s	48 Mbit/s	36 ms	60 Mbit/s	44 Mbit/s
42° 24.020' N 16° 25.672' E	30 ms	90 Mbit/s	21 Mbit/s	38 ms	80 Mbit/s	22 Mbit/s
Otočić Mrduja	33 ms	3,4 Mbit/s	3,1 Mbit/s	41 ms	8,9 Mbit/s	9,3 Mbit/s
Splitska vrata (rt Ražanj)	35 ms	88 Mbit/s	15 Mbit/s	33 ms	100 Mbit/s	21 Mbit/s
43° 17.719' N 16° 25.017' E	35 ms	110 Mbit/s	16 Mbit/s	33 ms	100 Mbit/s	11 Mbit/s
Trajektna luka Stari Grad	30 ms	210 Mbit/s	55 Mbit/s	40 ms	150 Mbit/s	34 Mbit/s

U Tablici 2. se vidi da je u prostoru oko otočića Mrduje stoji zona bez signala, dok karte pokrivenosti ukazuju na suprotno. Razlog toga je reljef i geografija područja.

Napomena na podatke uzete u lukama; oni jedini nisu bili u pokretu, već stacionarni zbog prekrcaja automobila na trajekt. Na slici grafičkog prikaza lokacija, crvenom točkom označene su lokacije mjerenja. Svaki podatak mjerenja na Slici 15. je rezultat tri obavljena mjerenja na svakoj lokaciji od kojih se za konačni podatak uzela srednja vrijednost.



Slika 15. Grafički prikaz lokacija mjerenja na ruti Split – Stari Grad [10]

Tablica 3. prikazuje podatke dobivene analizom signala na liniji Trogir –Drvenik Veli. Koristili su se isti uređaji i program kao u prvoj analizi. Za razliku od prve analize ovdje su se vršila mjerenja samo dok je trajekt bio u plovidbi. Mjerenja su se provodila u razmaku od 10 minuta jedno od drugoga.

**Tablica 3. Rezultati analize linije Trogir – Drvenik Veli**

<b>TROGIR – DRVENIK VELI M/T Pelješčanka</b>						
Pozicija mjerenja	Hrvatski Telekom			A1		
mjerene vrijednosti	kašnjenje	silazna veza	uzlazna veza	kašnjenje	silazna veza	uzlazna veza
Hrid Pčelice	40 ms	110 Mbit/s	5 Mbit/s	31 ms	90 Mbit/s	8 Mbit/s
Otočić Kluda	31 ms	92 Mbit/s	12 Mbit/s	32 ms	46 Mbit/s	11 Mbit/s
Rt Teketa (Drvenik Veli)	30 ms	230 Mbit/s	51 Mbit/s	32 ms	110 Mbit/s	40 Mbit/s

Svaki podatak mjerenja označenog točkama na Slici 16. je rezultat tri obavljena mjerenja na svakoj lokaciji od kojih se za konačni podatak uzela srednja vrijednost. Također kao i na Slici 15. crvenom točkom označene su lokacije mjerenja.



Slika 16. Grafički prikaz lokacija mjerenja na ruti Trogir - Drvenik Veli [10]

## 6. ZAKLJUČAK

Srednjodalmatinski arhipelag je jedno od najvažnijih otočkih teritorija Republike Hrvatske, naseljeno još od doba antike zbog svoje strateške važnosti. Zbog svoje povijesti i prirodnih ljepota, arhipelag je danas značajno turističko odredište, bilo u nautičkom ili ugostiteljskom turizmu.

Komunikacije se događaju svakodnevno na razne načine, a u XXI. stoljeću telekomunikacije su postale sastavni dio života. Telekomunikacija je pojednostavljeno govoreći jedan od vrsta komunikacije u kojoj se za razmjenu informacija na daljinu koristi tehnologija. Standardizacija je bitan segment telekomunikacija koji regulira i povezuje različite složene sisteme kojima se telekomunikacija služi za rad. Organizacija koja donosi i upravlja tim standardima je Međunarodna telekomunikaćijska unija (ITU).

Brodski routeri s vanjskom antenom su uređaji koji služe za stvaranje lokalne mreže za pristup širokopojasnom internetu. Na ro-ro brodovima se koriste najviše za administrativne poslove koji uključuju razmjenu podataka između firme i broda. U budućnosti možemo očekivati integraciju 5G sistema zbog lakšeg pristupa internetu i obavljanja već navedenih poslova.

U Hrvatskoj danas postoje dva operatera koji imaju vlastitu infrastrukturu potrebnu za kontinuirano održavanje i poboljšavanje mrežne pokrivenosti, a to su: Hrvatski Telekom i A1 Hrvatska, koji operiraju na principu sustava javne pokretne telekomunikacije.

4G je četvrta generacija telekomunikaćijskih tehnologija koja se 2012. prvi puta pojavila na području RH. Teoretska brzina primanja podataka je 150 Mbit/s no potrebni su laboratorijski uvjeti za postizanje takvih brzina. LTE je standard je za bežičnu širokopojasnu komunikaciju za mobilne uređaje i podatkovne terminale.

U radu su analizirane karte pokrivenosti i deklarirane brzine za srednjodalmatinski arhipelag od dva glavna davatelja usluga za mobilne komunikacije ISP-a Hrvatskog telekoma, i A1 Hrvatska na 4G mreži.

Provedeno je istraživanje na dvije plovidbene rute kako bi se mjerenjem utvrdila stvarna točnost tih karata. Izmjerena je kvaliteta veze na brodskom putovanju Split – Stari Grad te Trogir – Drvenik Veli. Analiza se provodila preko dva mobilna uređaja s istim programom za testiranje mreže, HAKOMETAR. Jedan uređaj se koristio za mjerenje brzine veze Hrvatskog telekoma, a drugi za mjerenje mreže A1 Hrvatska. Na putovanju između Splita i Starog Grada karte pokrivenosti prikazuju dobru te vrlo dobru kvalitetu signala dok

provedena mjerenja ukazuju da je kvaliteta signala zapravo loša, čak na trenutke nepostojeća, u prostoru Splitskih vrata, točnije na prostoru od otočića Mrduje do rta Ražanj. Na drugom putovanju između Trogira i Drvenika Velog rezultati mjerenja potvrđuju prikaz karte pokrivenosti koja ukazuje na dobru i vrlo dobru kvalitetu signala za isto područje. Iako su mjerenja provedena amaterskom opremom, bez vanjskih dodatnih antena, pojačala i namjenskih rutera te kao takva nisu reprezentativna ipak mogu indicirati realno stanje jer se i drugi korisnici zapravo koriste sličnim uređajima za povezivanje na Internet na brodskom putovanju,

Ako bi se za mjerenja koristila oprema koja uključuje vanjsku usmjerenu antenu za 4G, a u bliskoj budućnosti i za 5G koja bi imala pojačalo unutar vlastitog rutera dobiveni rezultati bi bili svakako bolji od izmjerenih. Osim nekoliko izoliranih lokacija, područje cijelog srednjodalmatinskog arhipelaga može se smatrati dobro pokriveno signalom širokopojasnog interneta, dok bi se izgradnjom 5G mreže u neposrednoj budućnosti mogla očekivati poboljšanja kvalitete signala.



## 7. LITERATURA

- [1] 4G.co.uk online magazine, URL : <https://www.4g.co.uk/how-fast-is-4g/>, (pristupljeno 8.2.2021.)
- [2] 5G observatory, National 5G plans and strategies URL: <https://5gobservatory.eu/public-initiatives/national-5g-plans-and-strategies/#1533564646448-b3490d2d-0a16>, (pristupljeno 12.1.2021.)
- [3] A1 Hrvatska, karta pokrivenosti, URL: <https://www.a1.hr/hr/karta-pokrivenosti> (pristupljeno 12.12.2020.)
- [4] Čerepinko, Darijo, (2012.): Komunikologija: Kratki pregled najvažnijih teorija, pojmova i principa; Veleučilište u Varaždinu, Varaždin, 211. str., 2012.
- [5] Duplančić Leder, T.; Ujević, T.; Čala, M. (2004): Duljine obalne crte i površine otoka na hrvatskom dijelu Jadranskog mora određene s topografskih karata mjerila 1:25 000, Geoadria, Vol. 9, No. 1, 5-32. Zadar, 2004.
- [6] Penttinen, Jyrki T. J.: The Telecommunications Handbook: Engineering Guidelines for Fixed, Mobile and Satellite Systems, (1 Edition), Wiley, 2015.
- [7] Hrvatska enciklopedija (pristupljeno 20.21.2020.)
- [8] Hrvatski Telekom karta pokrivenosti, URL: <https://www.hrvatskitelekom.hr/karte-pokrivenosti>, (pristupljeno 12.12. 2020.)
- [9] Jadrolinija, mrežne stranice nacionalnog broдача, URL: <https://www.jadrolinija.hr> (pristupljeno 14.12.2020.)
- [10] Navionics, Boatingapp, URL: <https://www.navionics.com/fin>, (pristupljeno 20.1.2021.)
- [11] Osobna arhiva, Mlačić Bartul, Google photos repozitorij, (pristupljeno 8.2.2021.)
- [12] Otočki sabor, URL: <https://www.otocnisabor.hr/otoci/srednja-dalmacija> , (pristupljeno 5.12.2020.)
- [13] PC Advisor Chris Martin: „What is 4G? A complete guide to 4G“, PC Tech Advisor magazine, 9. listopada 2012., (pristupljeno 8.2.2021.)
- [14] Plovput trgovačko društvo s ograničenom odgovornošću za održavanje pomorskih plovnih putova i radijske službe, URL: <https://www.plovput.hr/>, (pristupljeno 14.12.2020.)
- [15] Zec, Damir i ostali, Prometno-plovidbena studija, Plovno područje Split, Ploče i Dubrovnik, Pomorski fakultet u Rijeci, 2014.

- [16] Mumlek, Zlatan, Pregled razvoja radiotehnike, Radiomuseum-Croatia, URL: <https://hr.radiomuseum-croatia.com/>, (pristupljeno 15.1.2021.),
- [17] Svijet media, slika antene za brodski router URL: <https://www.svijet-medija.hr/art/antena-gsm-4g3g-trans-data-lte-kyz-75810-mxl-a741031/84012> , (pristupljeno 5.1.2021.)
- [18] Šugaman tours, slika ponude, URL <https://www.sugamantours.com/> (pristupljeno 14.12.2020.)
- [19] Jim Martin, „What is 5G and how do I get it in the UK?“, Tech PC AdvisorEditor magazine, 19. ožujka 2020, (pristupljeno 8.2.2021.)

## POPIS SLIKA

Slika 1. Karta srednjodalmatinskog arhipelaga [10] .....	7
Slika 2. Teslin prvi patent bežičnog odašiljača i prijamnika [16] .....	12
Slika 3. Javne pokretne telekomunikacije .....	16
Slika 4. Brodska antena [17].....	17
Slika 5. Ruta Split – Stari Grad [10].....	19
Slika 6. M/T Juraj Dalmatinac[11] .....	20
Slika 7. Ruta Trogir – Drvenik Veli – Drvenik Mali[10].....	21
Slika 8. M/T Pelješčanka u luci Drvenik Veli [11] .....	22
Slika 9. Plovni putovi srednjodalmatinskog arhipelaga[15].....	23
Slika 10. Prometno opterećenje preko ljeta.[15] .....	24
Slika 11. Trajektne i katamaranske linije Jadrolinije za srednjodalmatinski arhipelag [9].	24
Slika 12. Primjer jednodnevnih izleta „Šugaman tours“[18] .....	25
Slika 13. Karta pokrivenosti Hrvatskog telekoma[8] .....	25
Slika 14. Karta pokrivenosti signalom A1 Hrvatska [3] .....	26
Slika 15. Grafički prikaz lokacija mjerenja na ruti Split – Stari Grad [10].....	28
Slika 16. Grafički prikaz lokacija mjerenja na ruti Trogir - Drvenik Veli [10] .....	29

## **POPIS TABLICA**

Tablica 1. Predviđene 5G performanse .....	18
Tablica 2. Rezultati analize linije Split - Stari Grad.....	27
Tablica 3. Rezultati analize linije Trogir – Drvenik Veli .....	29

## **POPIS KRATICA**

ANSI (engl. *American National Standards Institute*)  
EDGE (engl. *Enhanced Data Rates for GSM Evolution*)  
ETSI (engl. *European Telecommunications Standards Institute*)  
EU (engl. *European Union*)  
FEC (engl. *Forward error correction*)  
GMDSS (engl. *Global Maritime Distress and Safety System*)  
GSM (engl. *Global System for Mobile Communications*)  
HSPA (engl. *High Speed Packet Access*)  
IoT (engl. *Internet of Things*)  
Ip (engl. *Internet protocol*)  
ITU (engl. *International Telecommunication Union*)  
LTE (engl. *Long Term Evolution*)  
MSI (engl. *Maritime Safety Information*)  
NAVTEX (engl. *Navigational Telex*)  
ORP (hrv. *Obalna Radio postaja*)  
PP (hrv. *Plovno područje*)  
R.R.P. (hrv. *Radio Relejna Postaja*)  
TCP/IP (engl. *Transmission Control Protocol / Internet protocol*)  
UMTS (engl. *Universal Mobile Telecommunications System*)  
UN (engl. *United Nations*)  
WI-FI (engl. *Wireless network protocols*)  
WWNWS (engl. *World-Wide Navigational Warning Service*)