

I Z V J E Š T A J

o korišćenju Digitalne mobilne kontrolno-mjerne stanice za monitoring parametara kvaliteta servisa mobilnih elektronskih komunikacionih mreža

Uvod

Mjerenja parametara kvaliteta servisa mobilnih mreža u Crnoj Gori su rađena u periodu od 03.11.2018. godine do 21.12.2018. godine, sa ciljem međusobnog poređenja kvaliteta servisa prenosa govora i prenosa podataka, koje pružaju operatori mobilnih javnih elektronskih komunikacionih mreža: Telenor, Crnogorski Telekom i m:tel. Mjerenja su obavljena u pokretu (drive test), korišćenjem Digitalne mobilne kontrolno-mjerne stanice (DMKMS). Korišćena su tri mjerna mobilna terminala SAMSUNG Galaxy S3, kojima je su obavljena mjerenja za servis govora i tri mjerna mobilna terminala SAMSUNG NOTE 4 koja su korišćena za mjerenje servisa podataka. Pored toga, korišćene su odgovarajuće eksterne antene montirane na krovu vozila, GPS prijemnici, FSR1 skener, te softveri ROMES, Network Problem Anayzer, Nemo Outdoor i Nemo Analyze. Mjerna ruta je obuhvatala putne pravce:

- Podgorica – Petrovačka gora – Bar – Ulcinj – Ada Bojana,
- Podgorica – Sozina – Bar – Ulcinj – Ada Bojana,
- Tunel Sozina – Zeta,
- Tunel Sozina – Budva – Tivat – Stoliv – Prčanj – Kotor – Perast – Herceg Novi – Debeli Brijeg,
- Granični prelaz Debeli Brijeg – Granični prelaz Konfin,
- Herceg Novi – Granični prelaz Sitnica (u oba smjera),
- Budva – Cetinje – Podgorica,
- Cetinje – Njeguši – Trojica-Tivat,
- Tivat – Krašići – Rose - Radovići – Tivat,
- Podgorica – Kolašin – Mojkovac – Ribarevine – Bijelo Polje – Dobrakovo,
- Podgorica – Kolašin –Mojkovac –Ribarevine – Berane – Rožaje – Granični prelaz Dračenovac,
- Ribarevine – Berane – Andrijevića - Plav – Gusinje – Grnčar,
- Berane – Rožaje – Dračenovac,
- Berane – Petnjica,
- Podgorica – Danilovgrad – Nikšić – Jasenovo Polje – Plužine – Šćepan Polje,
- Jasenovo Polje – Šavnik – Žabljak – Đurđevića Tara – Pljevlja – Ranče,
- Pljevlja – Pavino polje - Đurđevića Tara – Mojkovac – Đurđevića Tara,
- Pljevlja – Boljanići,
- Pljevlja – Gradac,
- Podgorica – Danilovgrad (stari put),
- Podgorica – Pričelje – Spuž,
- Lipci – Nikšić,
- Vilusi – Vračenići

i 24 opštine:

Podgorica, Tuzi, Ulcinj, Bar, Budva, Tivat, Kotor, Kolašin, Mojkovac, Herceg Novi, Nikšić, Žabljak, Pljevlja, Plužine, Šavnik, Bijelo Polje, Berane, Rožaje, Andrijevića, Plav, Petnjica, Gusinje, Danilovgrad i Cetinje.

Konfiguracija mjerne opreme

Servis govora

Parametri servisa govora su mjereni tako što su tri mjerna terminala, svaki sa po jednom testnom SIM karticom mobilnih operatora Crnogorski Telekom, Telenor, m:tel, bila podešena tako da ostvaruju pozive prema odgovarajućim govornim mašinama instaliranim u mrežama pomenutih operatora. Pozivi su bili trajanja 60s, pauza između poziva je bila 15s, a maksimalno vrijeme za uspostavljanje poziva od trenutka početka pozivanja je bilo 15s. Pomenuti mjerni terminali su bili u automatskom modu za odabir tehnologije u zavisnosti od konfiguracije mreže operatora, što znači da su imali pristup LTE/UMTS/GSM tehnologijama svakog od operatora ponaosob. Kao uzorak se koristio jedan poziv. Za servis govora su analizirana 4 parametra: Nedostupnost radio mreže (Radio Network Unavailability), Nemogućnost pristupa servisu prenosa govora (Telephony Service Non-Accessibility), Vrijeme potrebno za aktiviranje servisa prenosa govora (Telephony Setup Time) i Neželjeni prekid aktiviranih veza servisa prenosa govora (Telephony Cut-off Call).

Servis podataka

Parametri servisa podataka su mjereni tako što su tri mjerna terminala, svaki sa po jednom testnom SIM karticom mobilnih operatora Crnogorski Telekom, Telenor, m:tel, bila podešena tako da ostvaruju povezivanje na LTE/UMTS/GSM mreže operatora, u zavisnosti od konfiguracija istih.

Parametri Mogućnost pristupa FTP servisu (FTP IP-Service Access Success Ratio), Neželjeni prekid FTP servisa (FTP {Download|Upload} Data Transfer Cut-off Ratio), FTP brzina ostvarena u downlink smjeru (FTP data rate download), FTP brzina ostvarena u uplink smjeru (FTP data rate upload), FTP srednja brzina ostvarena u downlink smjeru po sesiji (FTP mean data rate download per session) i FTP srednja brzina ostvarena u uplink smjeru po sesiji (FTP mean data rate upload per session) su mjereni tako što su se terminali povezivali na FTP servere instalirane u mrežama operatora, pri čemu je ukupno vrijeme za povezivanje i transfer podataka bilo ograničeno na 35s, od čega je maksimalno vrijeme za otpočinjanje transfera podataka bilo ograničeno na 20s. Za FTP download se kao uzorak koristio fajl od 10GB, a za FTP upload se kao uzorak koristio fajl od 1GB. Operatori su bili zaduženi da održavaju ispravan rad FTP servera i da naprave podešavanja istih tako da se sa strane servera ne unose ograničenja u pogledu pristupa i brzine konekcije koja se prema njima ostvaruje, odnosno, da se sa strane servera omoguće najbolje moguće performanse mreže.

Takođe su vršena testiranja korisničkog iskustva prilikom pretraživanja internet stranica, kroz parametre Mogućnost pristupa servisu pretraživanja web sajtova (HTTP browsing IP-Service Access Success Ratio) i Neželjeni prekid servisa pretraživanja web sajtova (HTTP browsing Data Transfer Cut-off Ratio), tako što su se mjerni terminali povezivali na http stranice nekih od najposjećenijih dinamičkih web stranica od strane korisnika sa područja Crne Gore i to www.rtcg.me i www.blic.rs, kao i statičkih kepler web stranica postavljenih na serverima u okviru mreža operatora. Parametri Mogućnost pristupa HTTP servisu (HTTP IP-Service Access Success), Neželjeni prekid HTTP servisa (HTTP {Download|Upload} Data Transfer Cut-off), HTTP srednja brzina ostvarena u downlink smjeru po sesiji (HTTP mean data rate download per session), HTTP srednja brzina ostvarena u uplink smjeru po sesiji (HTTP mean data rate upload per session) su mjereni tako što su se terminali povezivali na HTTP servere instalirane u mrežama operatora, pri čemu je ukupno vrijeme za povezivanje i transfer podataka bilo ograničeno na 15s. Za HTTP download se kao uzorak koristio fajl od 3MB, a za HTTP upload se kao uzorak koristio fajl od 1MB. Kao i za FTP servere, operatori su bili zaduženi da održavaju ispravan rad i optimalnu konfiguraciju servera.

Parametar Ping Round Trip Time je mjereno tako što se sa terminala izvršavala „ping“ komanda prema serveru Agencije, instaliranom na IXP-u. Veličina paketa je bila 32B a paketi su slati na svakih 1s u vremenskom intervalu od 5s.

Ostale napomene

Mjerni parametri su izabrani u skladu sa Pravilnikom o kvalitetu javnih elektronskih komunikacionih usluga ("Službeni list Crne Gore", br. 02/18) i standardom ETSI TS 102 250-2, a značenje parametara je dato u Prilogu 3.

Testne SIM kartice nijesu imale limit brzine i količine prenesenih podataka za download i upload, već su koristile maksimalno dostupne kapacitete mreže.

U zavisnosti od grupe parametara (koji se odnose na mogućnost pristupa i korišćenja servisa ili koji se odnose na mjerenje brzine) i tipa servisa (FTP ili HTTP) uzet je odgovarajući broj mjernih uzoraka, tako da širina intervala pouzdanosti rezultata za servis prenosa podataka bude manja od 3%, za nivo pouzdanosti rezultata od 95%, a za servis prenosa govora manja od 3% za nivo pouzdanosti od 99%. Analiza dobijenih rezultata je urađena u skladu sa standardom ETSI TS 102 250-6.

U slučaju preklapanja intervala pouzdanosti za određene parametre, nije moguće donijeti zaključak o tome koja mreža ima bolju vrijednost posmatranog parametra.

Dobijeni mjerni rezultati se odnose na vremenski period i teritoriju na kojoj su mjerenja rađena, što znači da bi u nekom drugom vremenskom intervalu i/ili nekim drugim mjernim rutama ovi rezultati mogli biti drugačiji.

Tokom mjerne kampanje je pređeno oko 5400km, odnosno efektivno mjereno oko 166h.

U Prilogu 1 je dat prikaz Mjerne rute za cjelokupna mjerenja na teritoriji Crne Gore, dok su u Prilogu 2 date mjerne rute u gradovima.

Izveštaj sačinili

Ivan Vujović
menadžer za kontrolu i monitoring RF spektra

Miličko Kuč
menadžer za kontrolu i monitoring RF spektra

Mjerenja radili

Ivan Vujović
menadžer za kontrolu i monitoring RF spektra

Miličko Kuč
menadžer za kontrolu i monitoring RF spektra

Srđan Marković
referent za kontrolu i monitoring RF spektra

Nikola Miks
referent za kontrolu i monitoring RF spektra

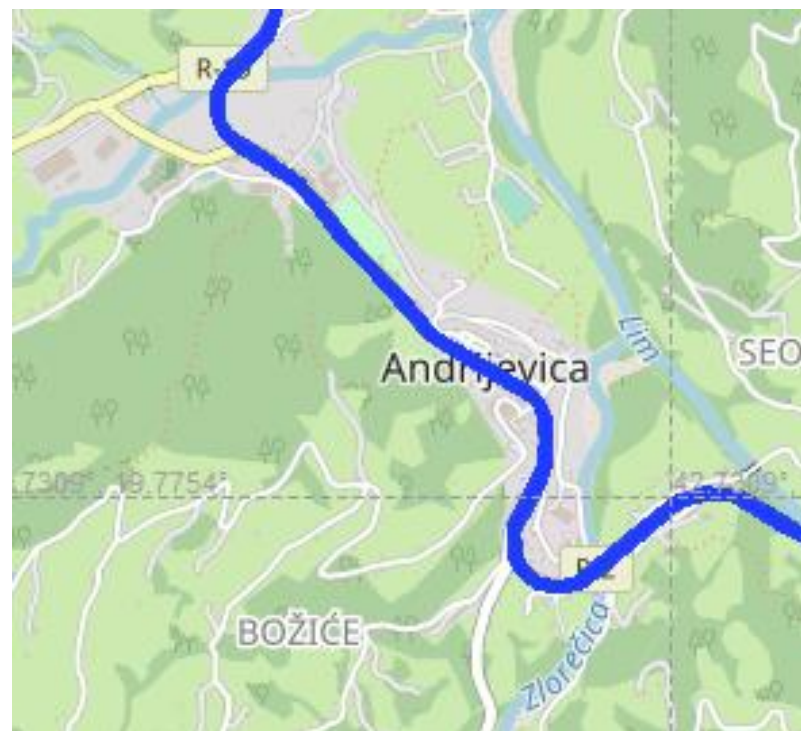
Miljan Sekulić
referent za kontrolu i monitoring RF spektra

Prilog 1: Mjerna ruta za cjelokupna mjerenja na teritoriji Crne Gore

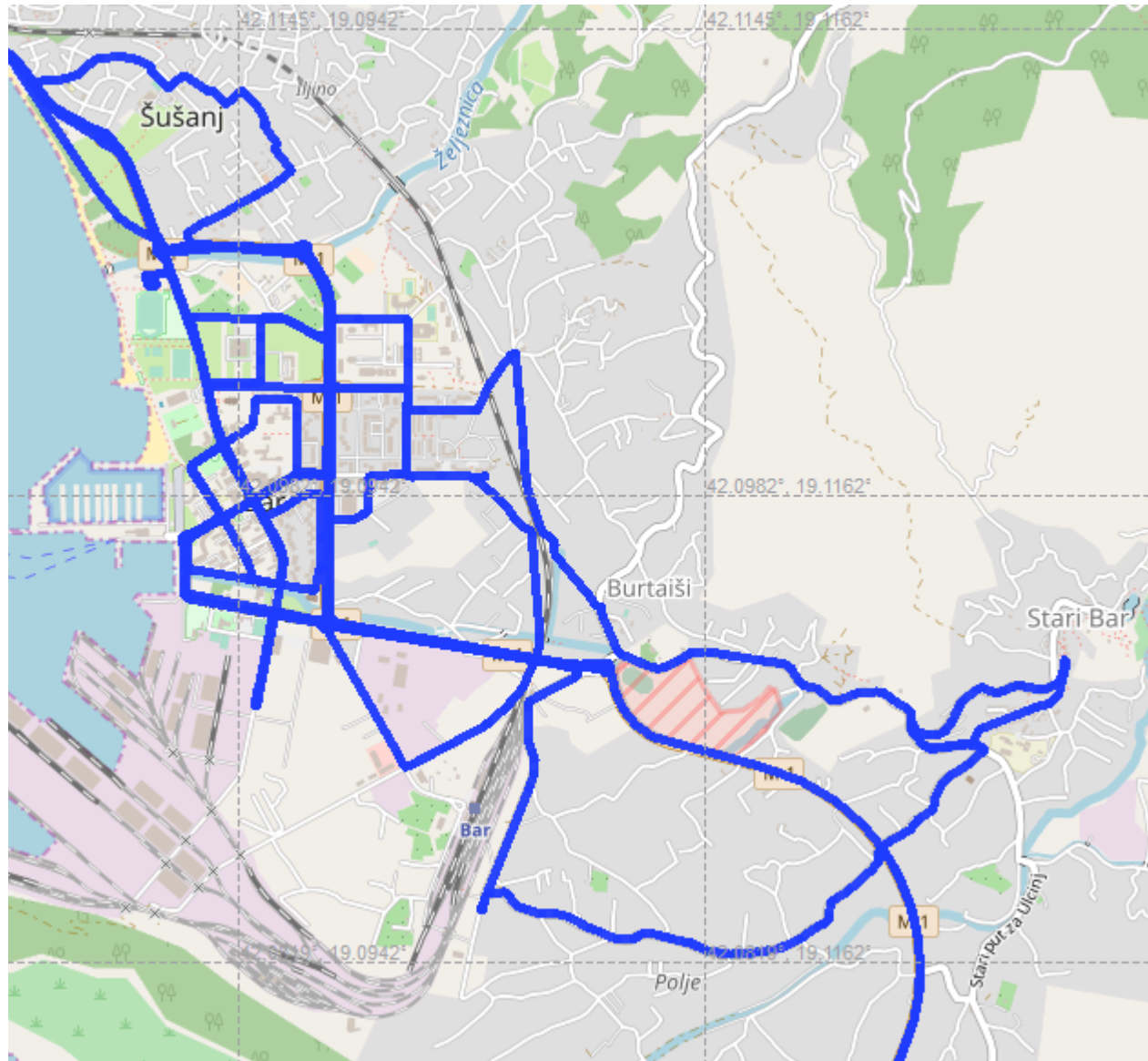


Prilog 2: Mjerne rute u gradovima

1) Andrijevica



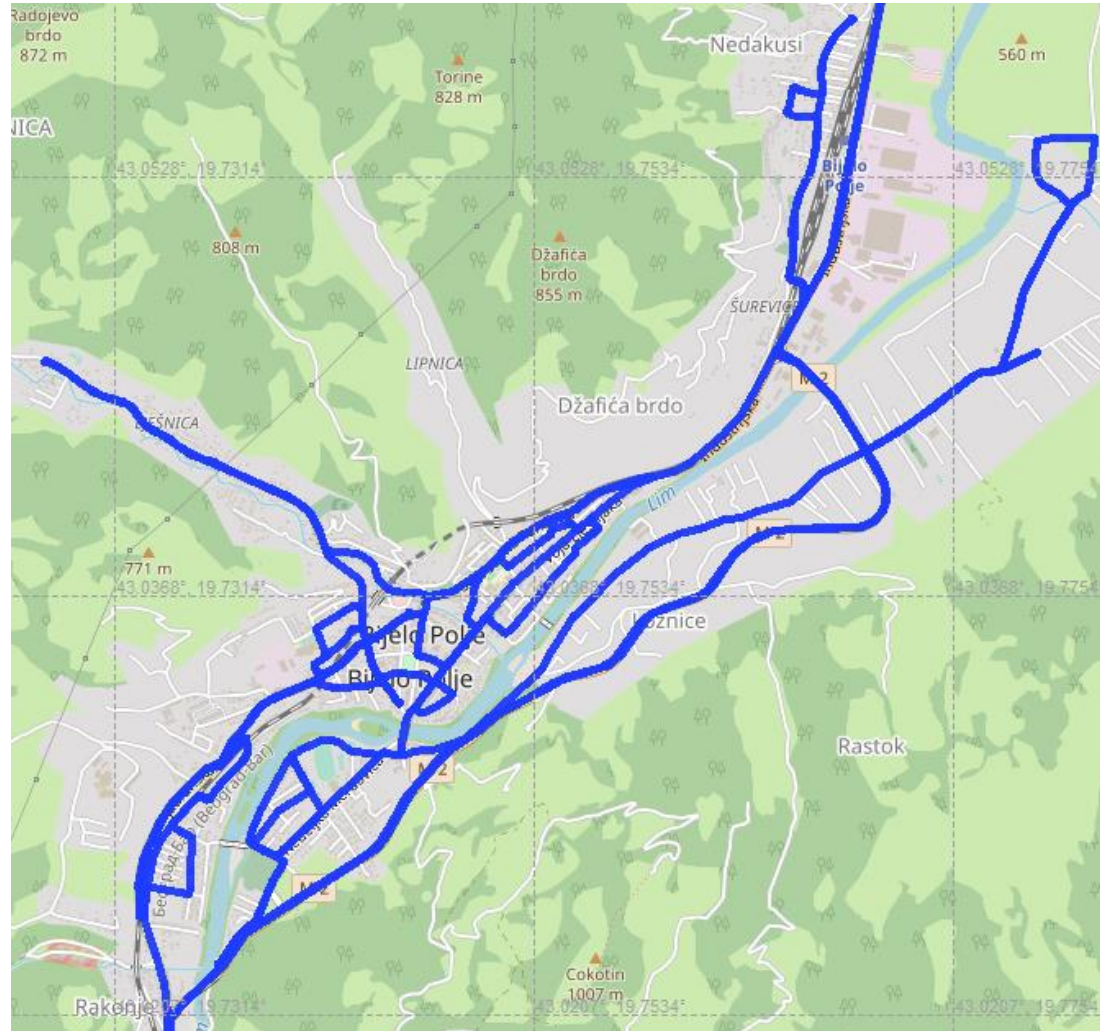
2) Bar



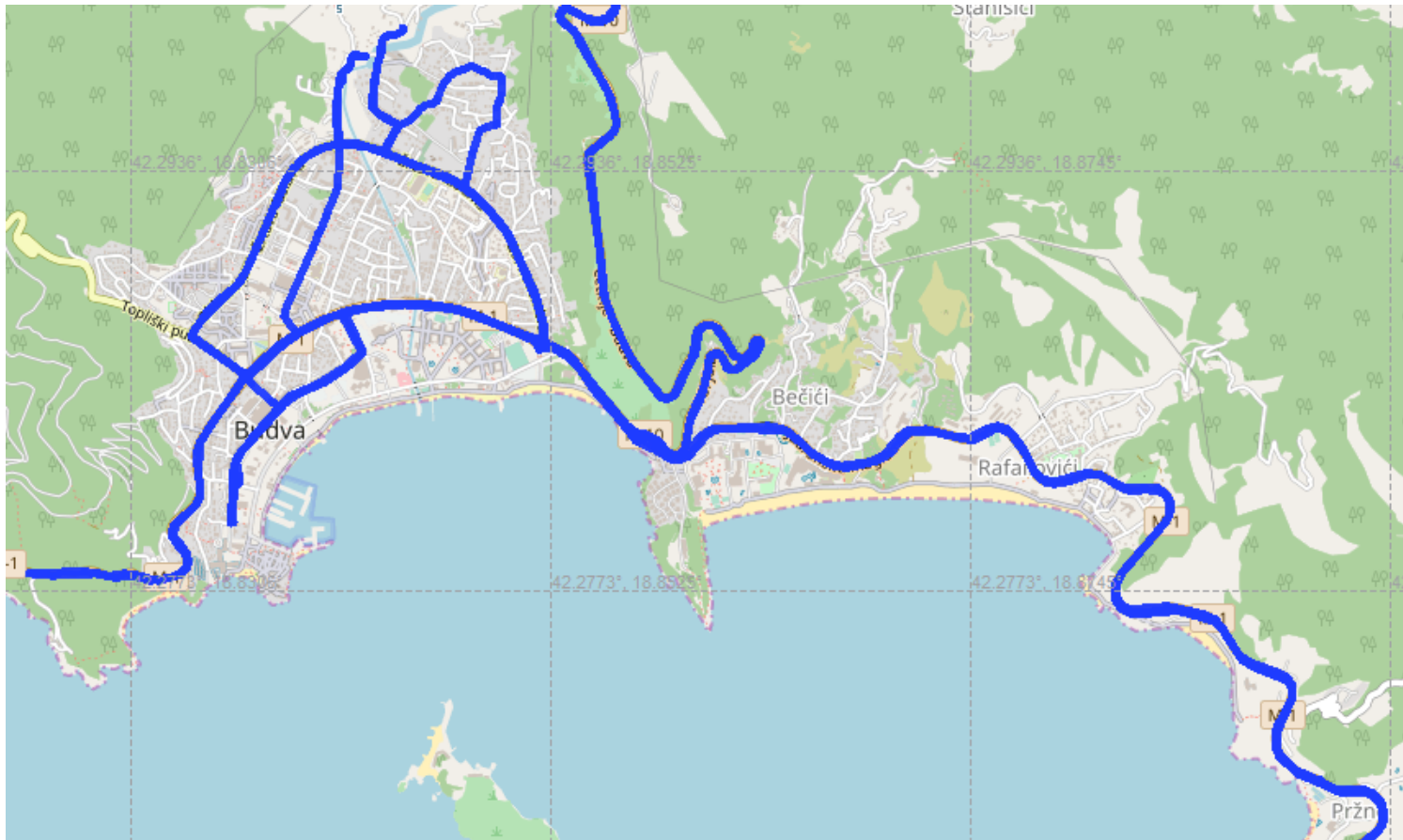
3) Berane



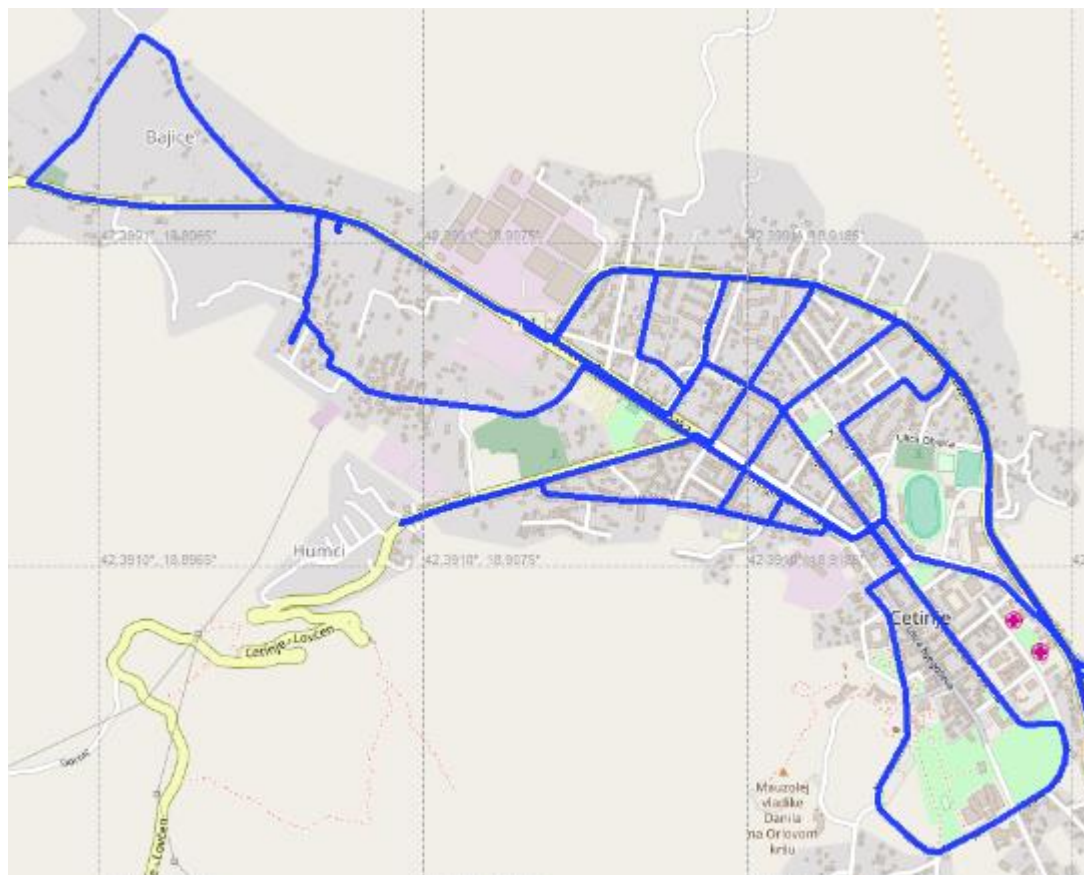
4) **Bijelo Polje**



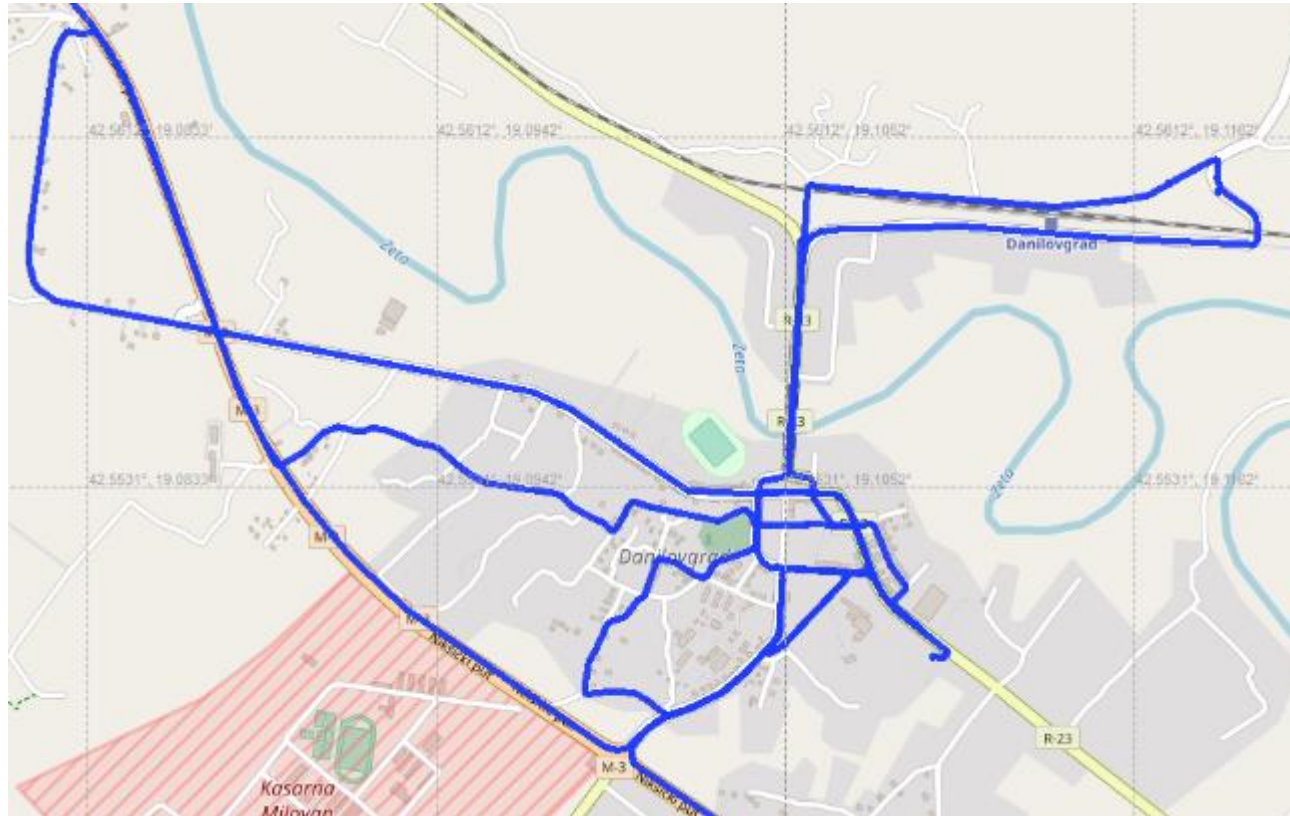
5) Budva



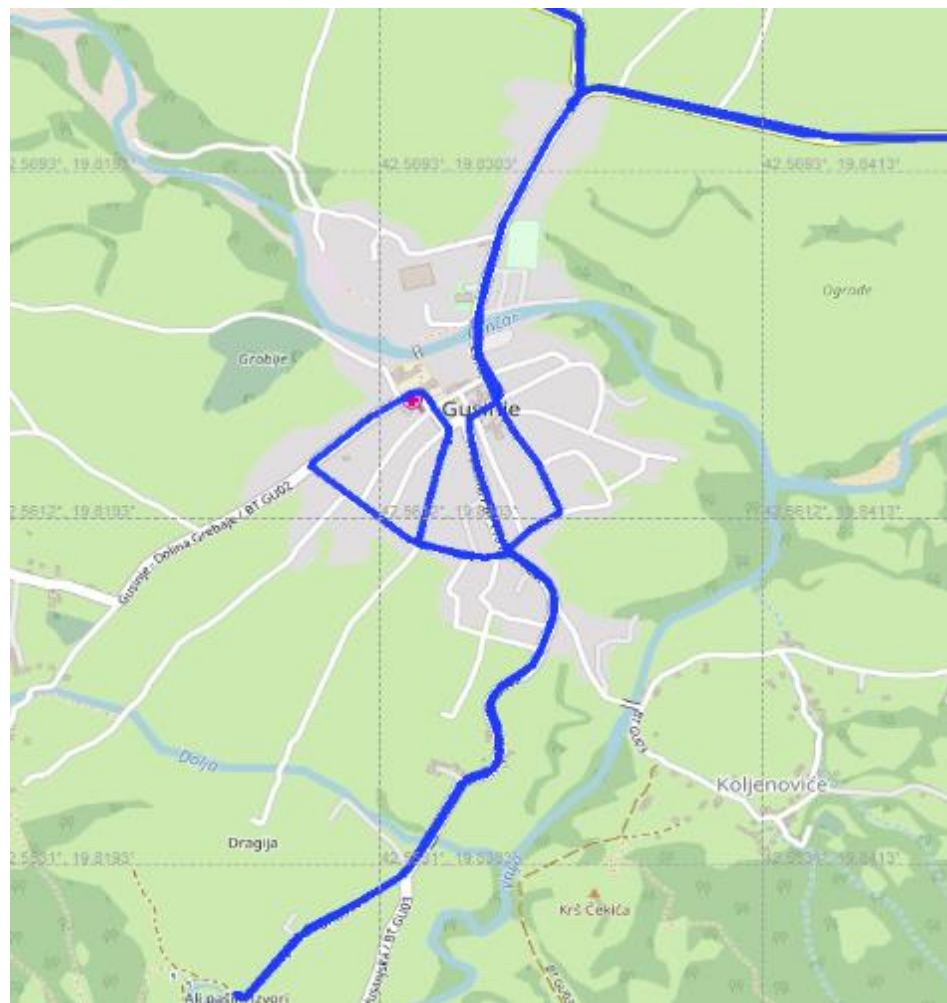
6) Cetinje



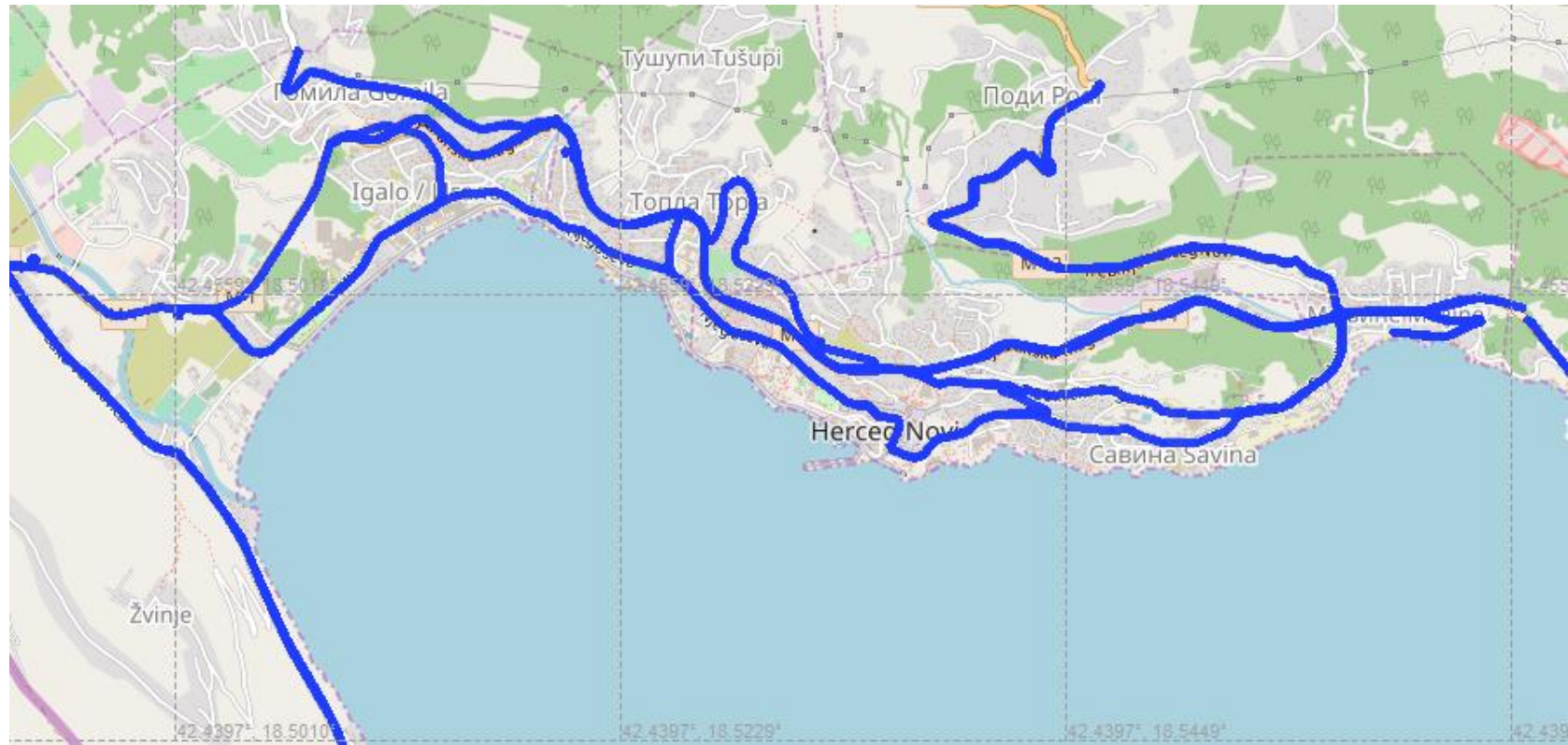
7) Danilovgrad



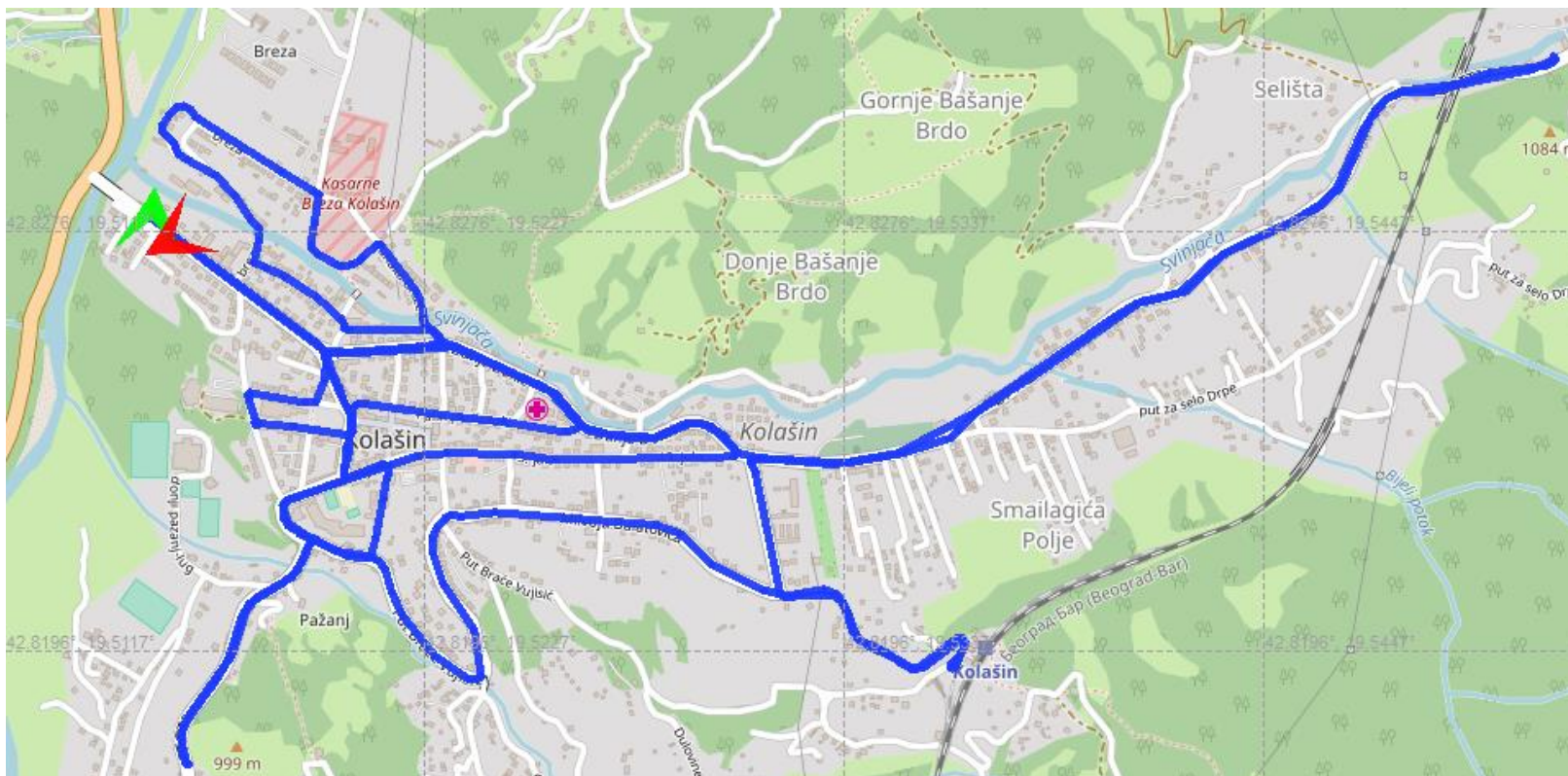
8) Gusinje



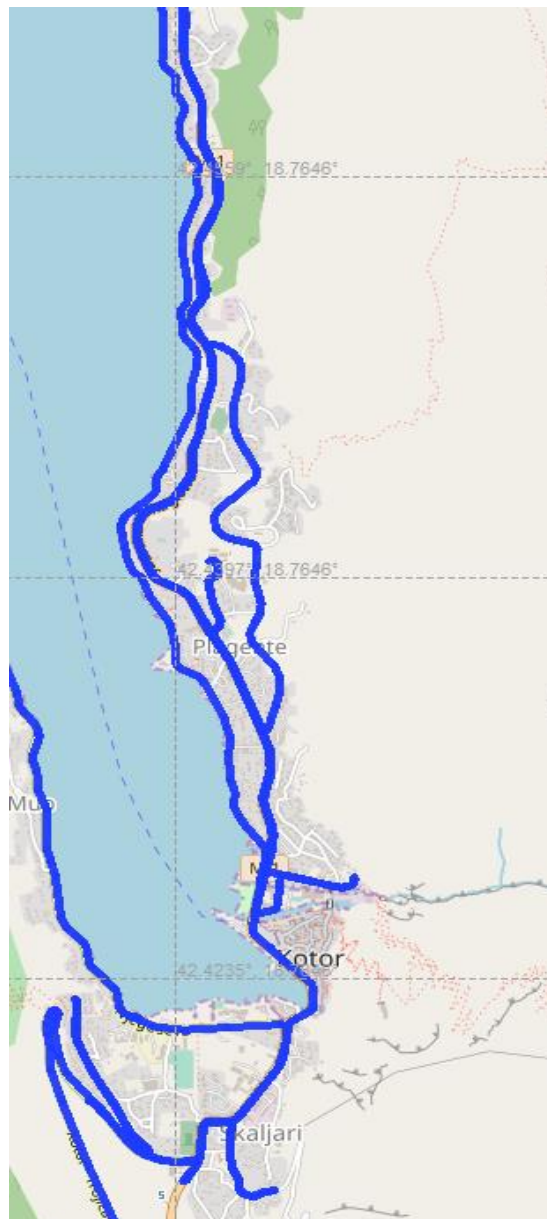
9) Herceg Novi



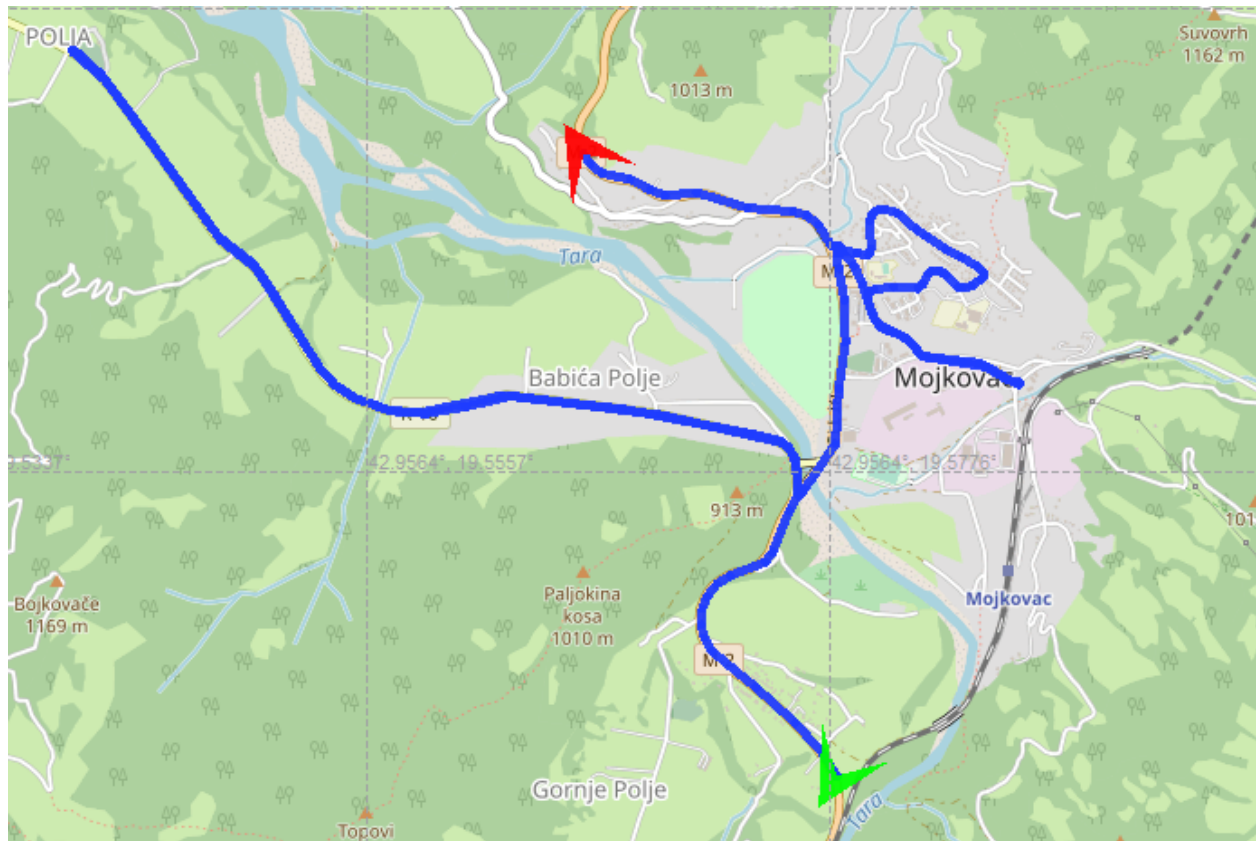
10) Kolašin



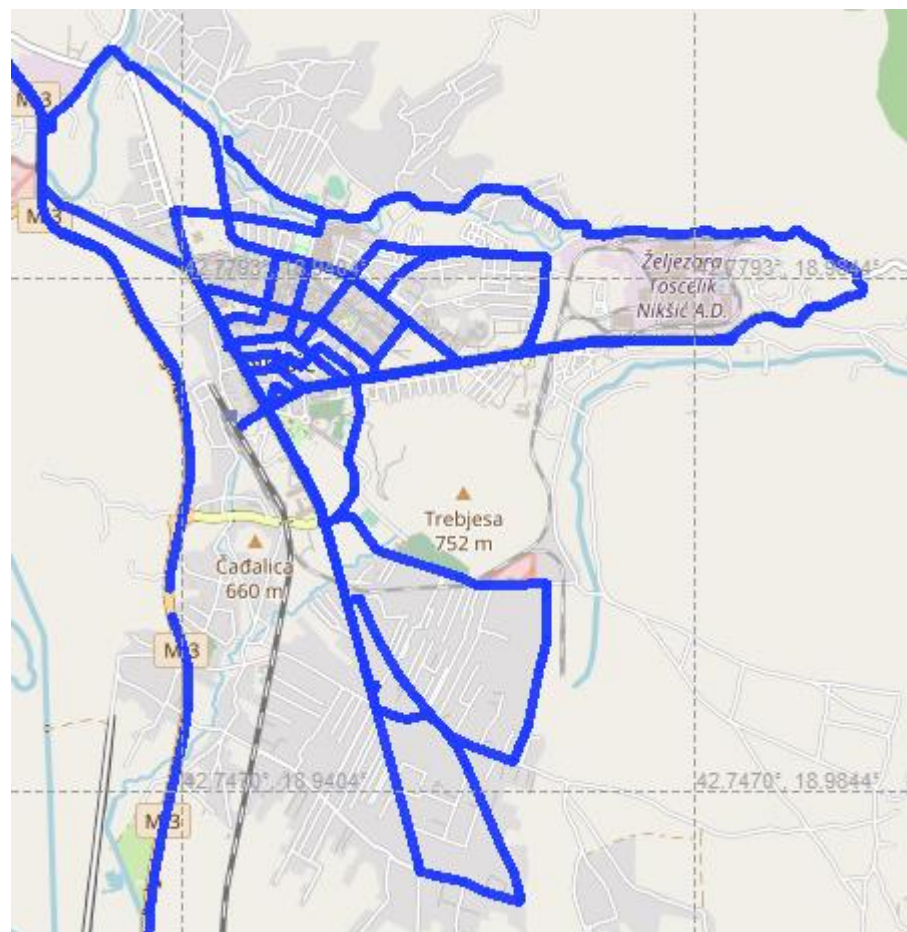
11) Kotor



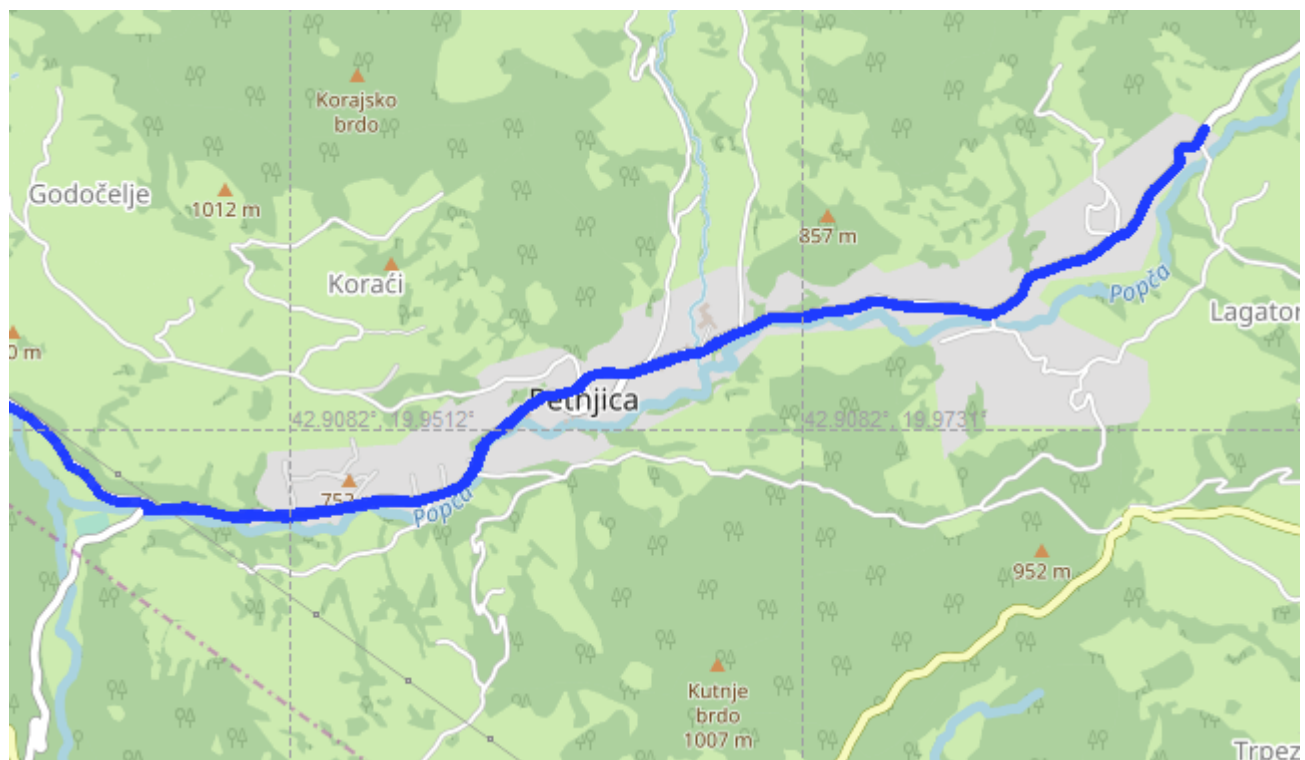
12) Mojkovac



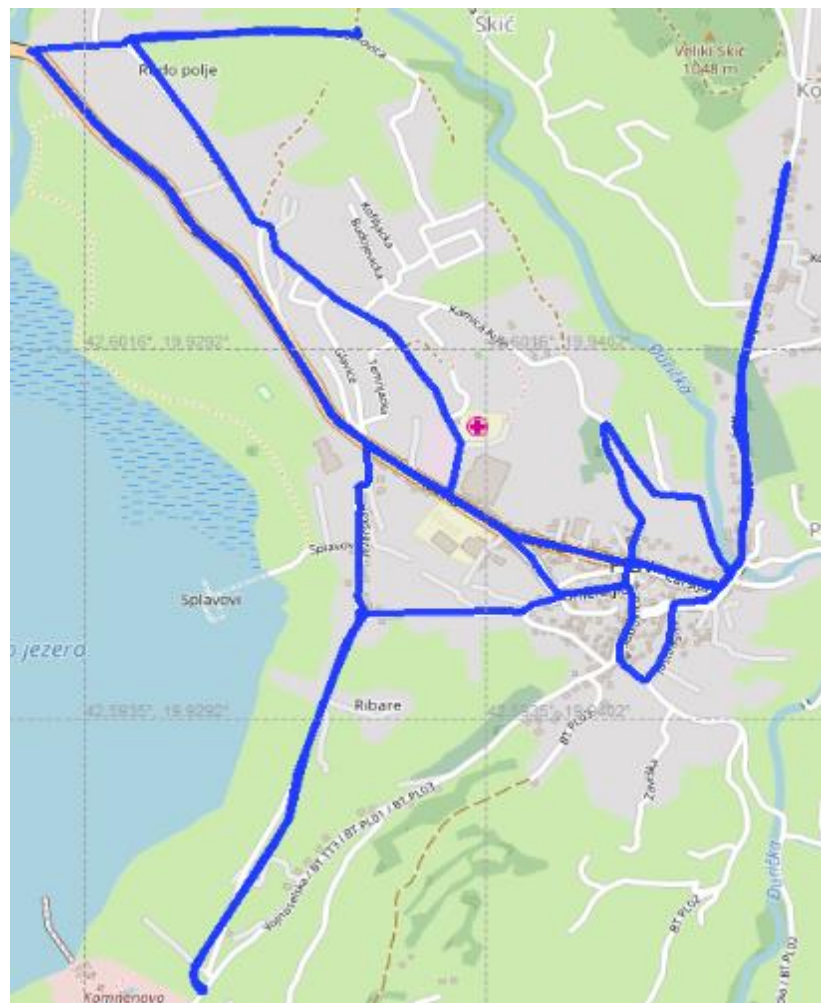
13) Nikšić



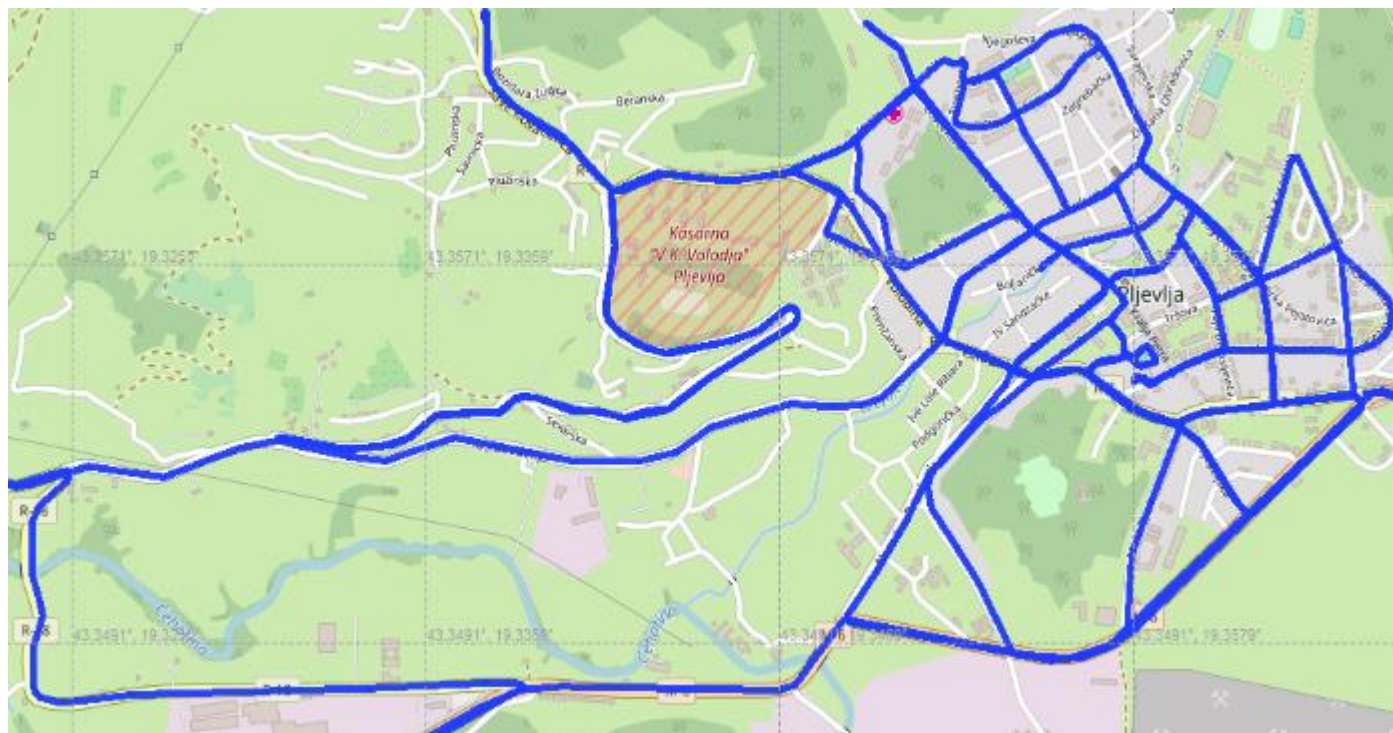
14) Petnjica



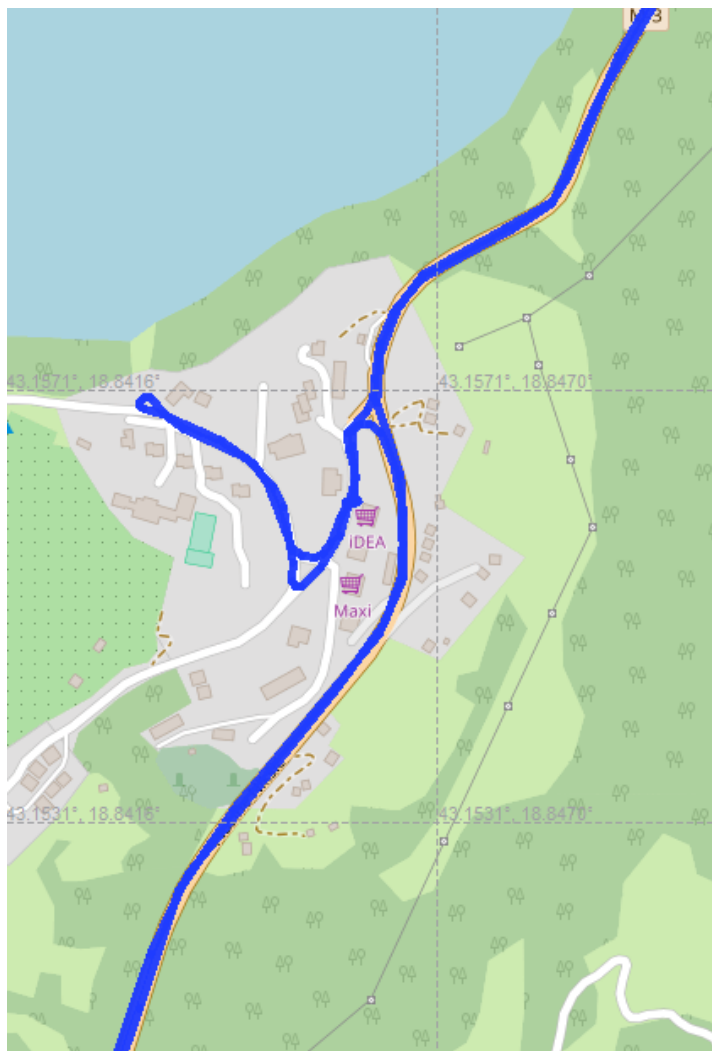
15) Plav



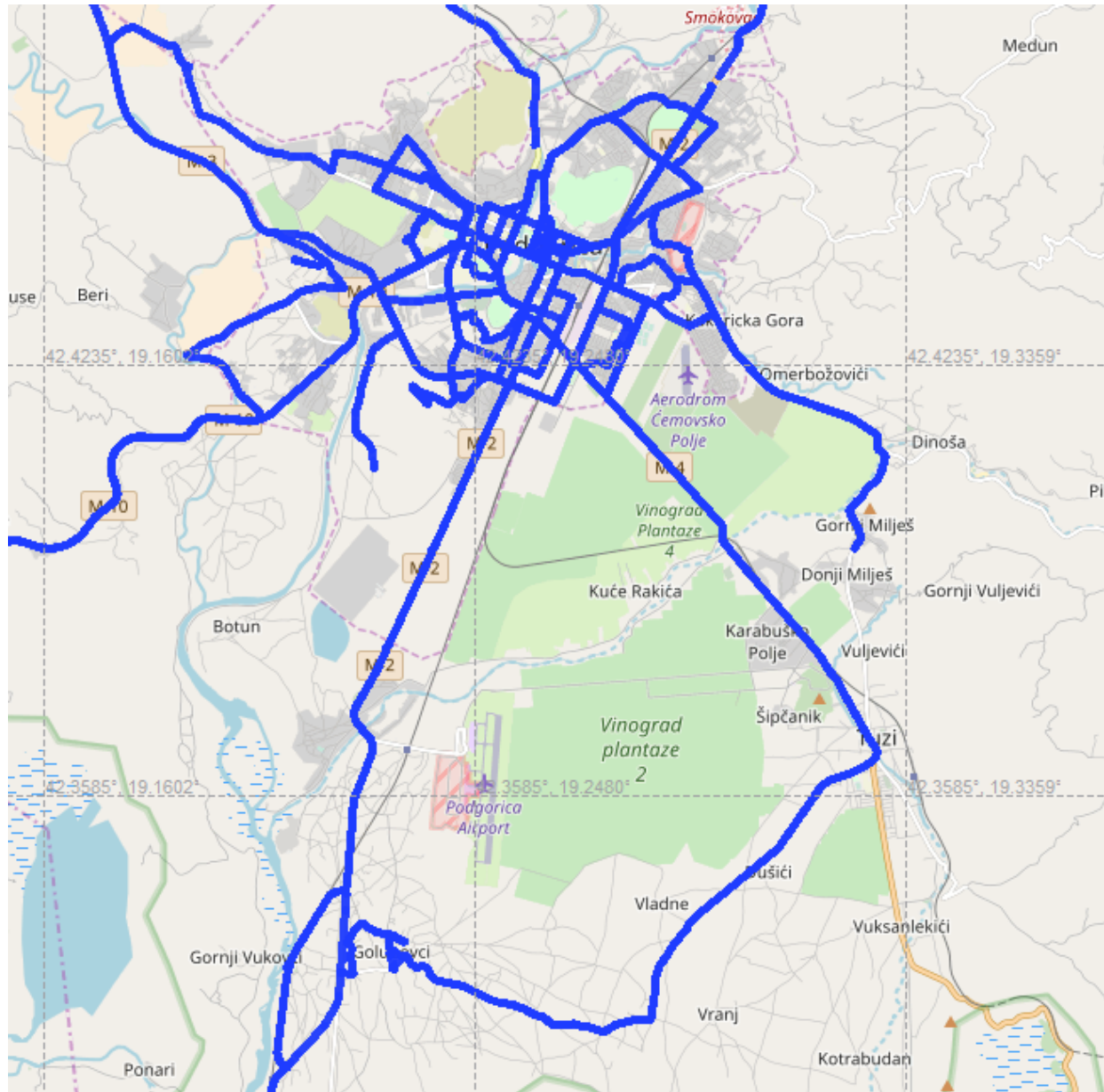
16) Pljevlja



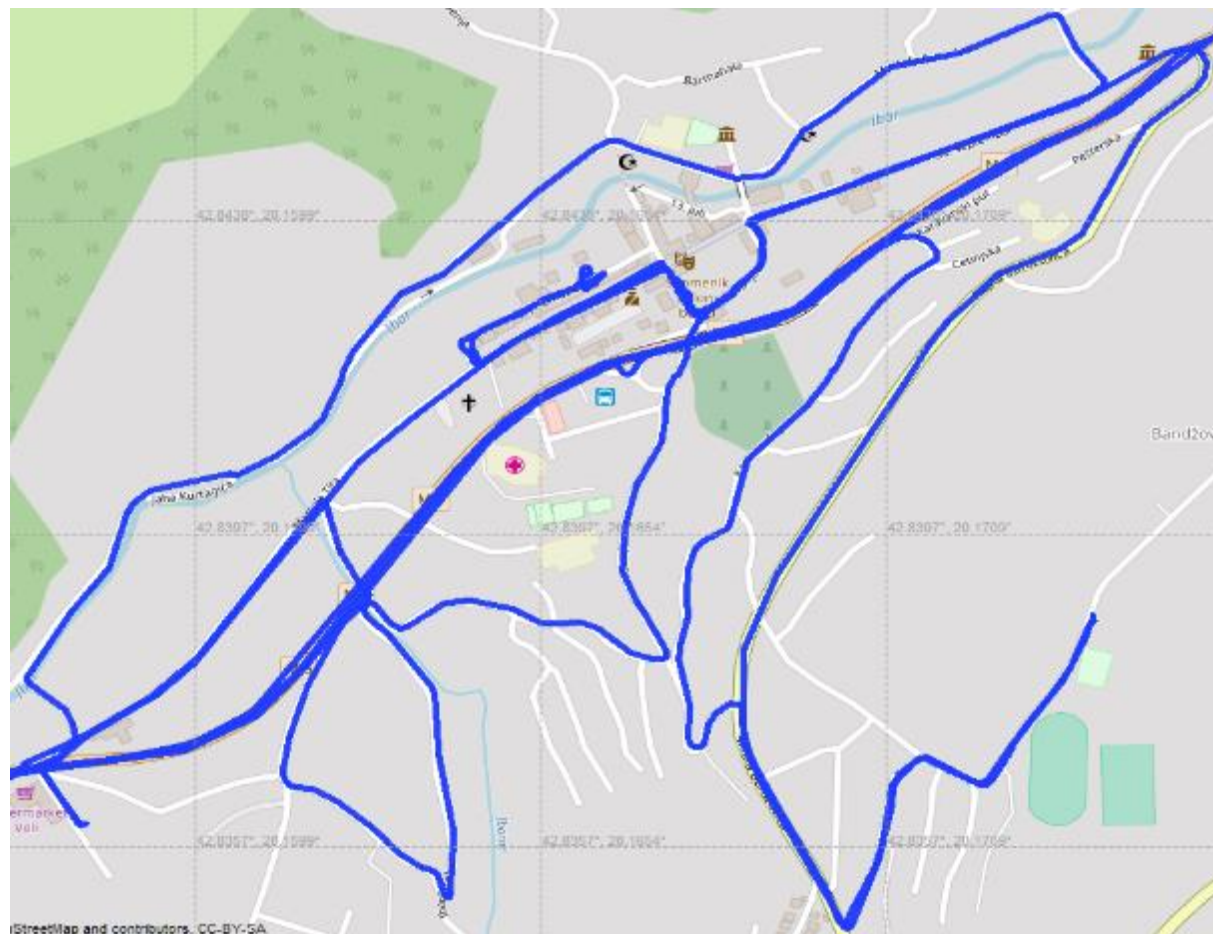
17) Plužine



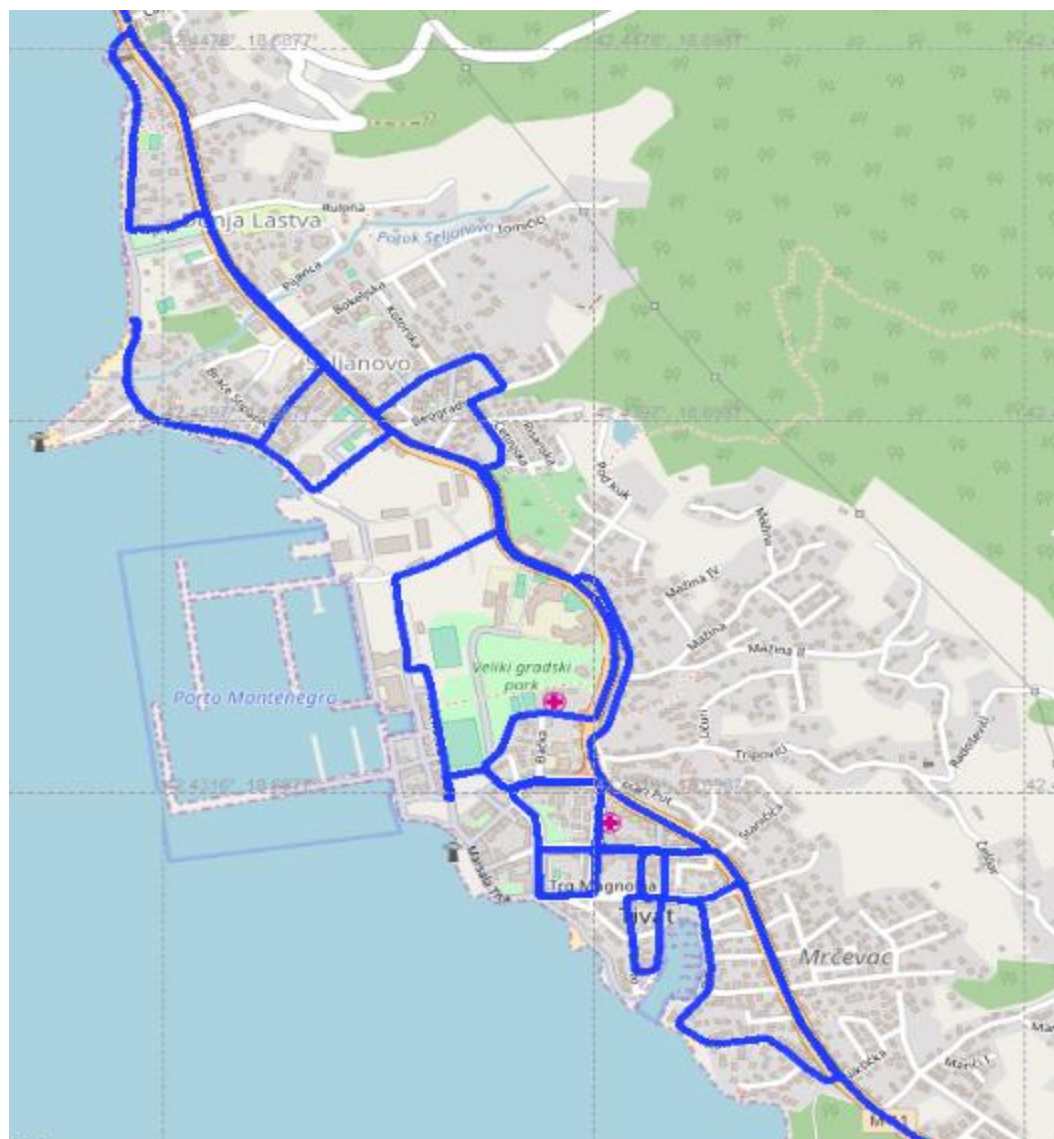
18) Podgorica



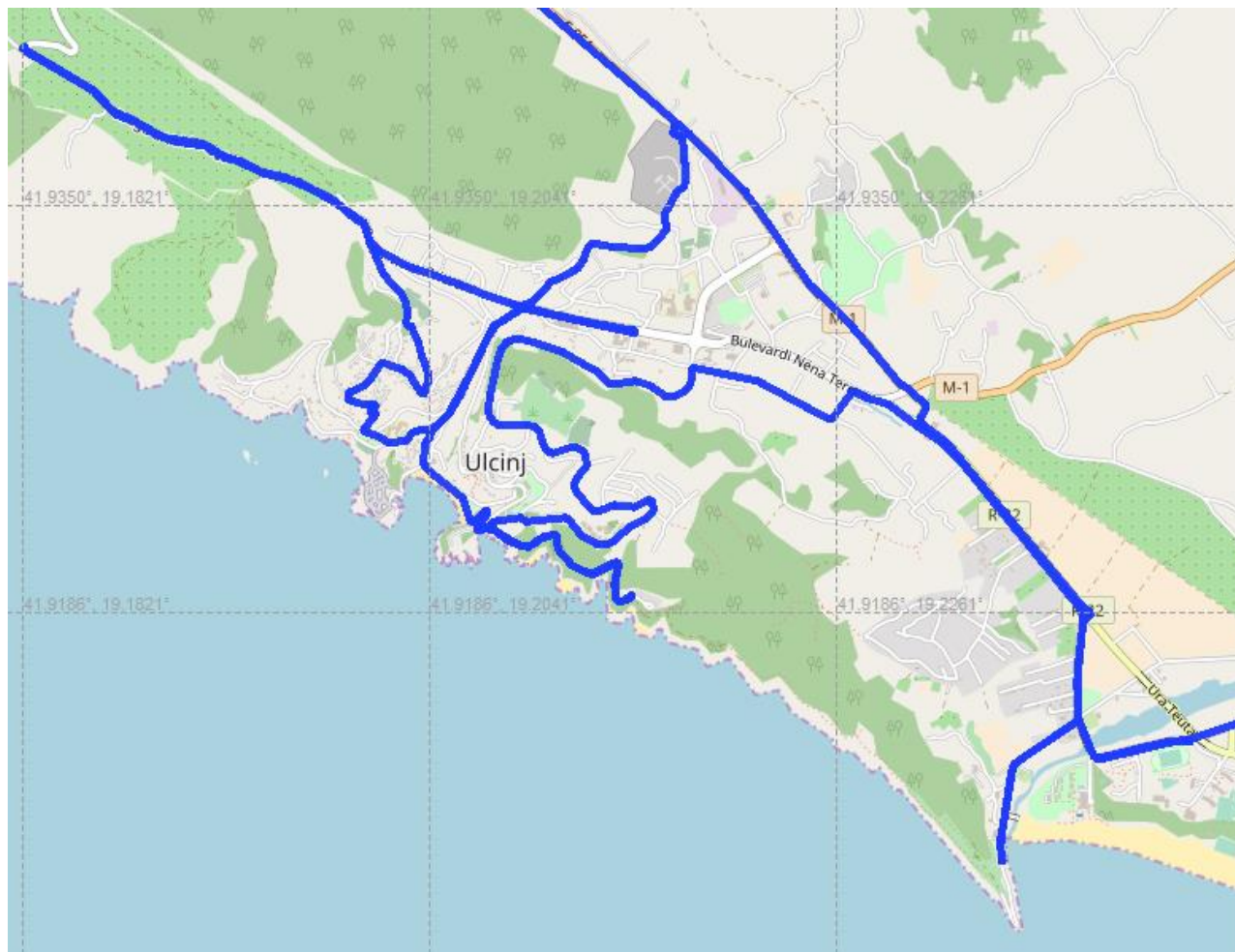
19) Rožaje



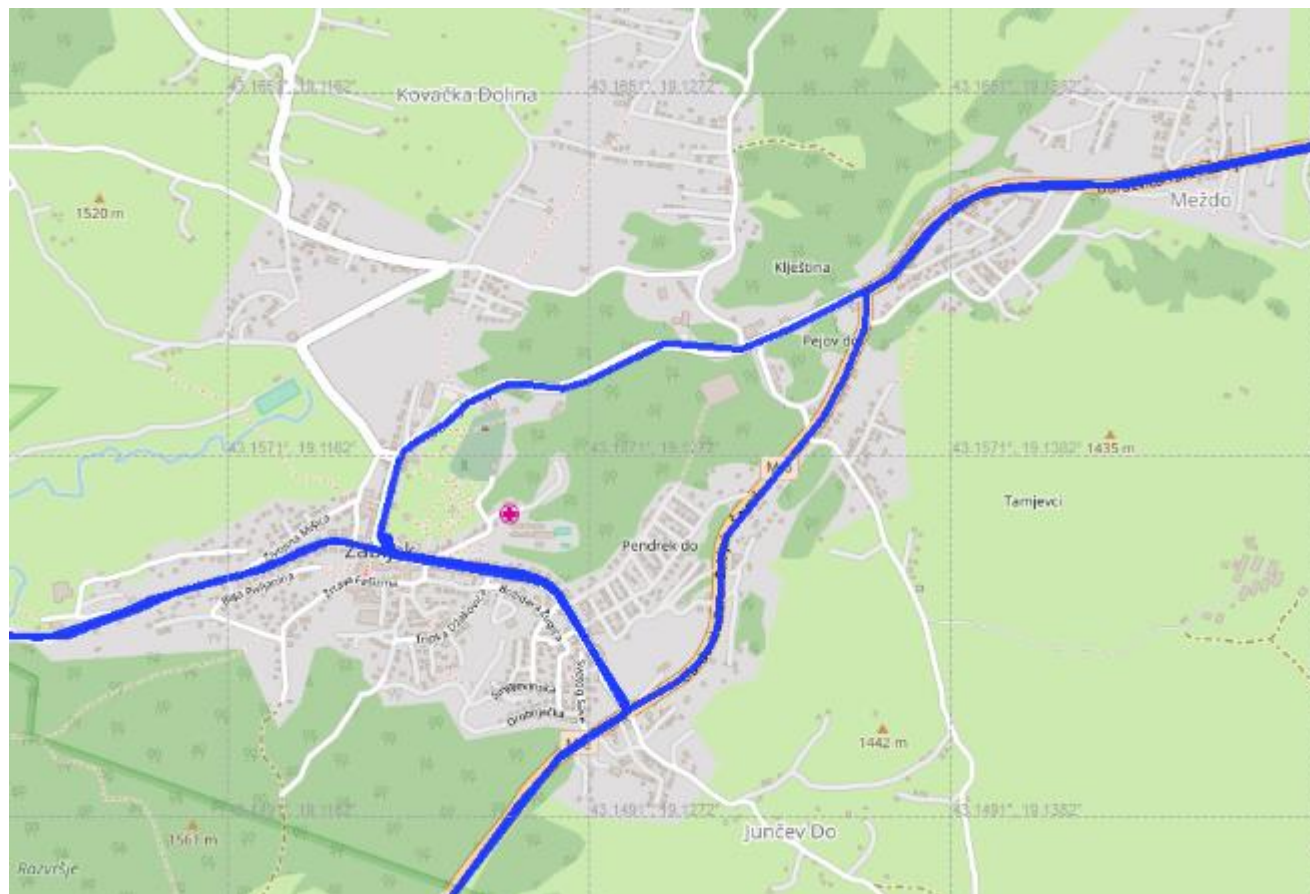
20) Tivat



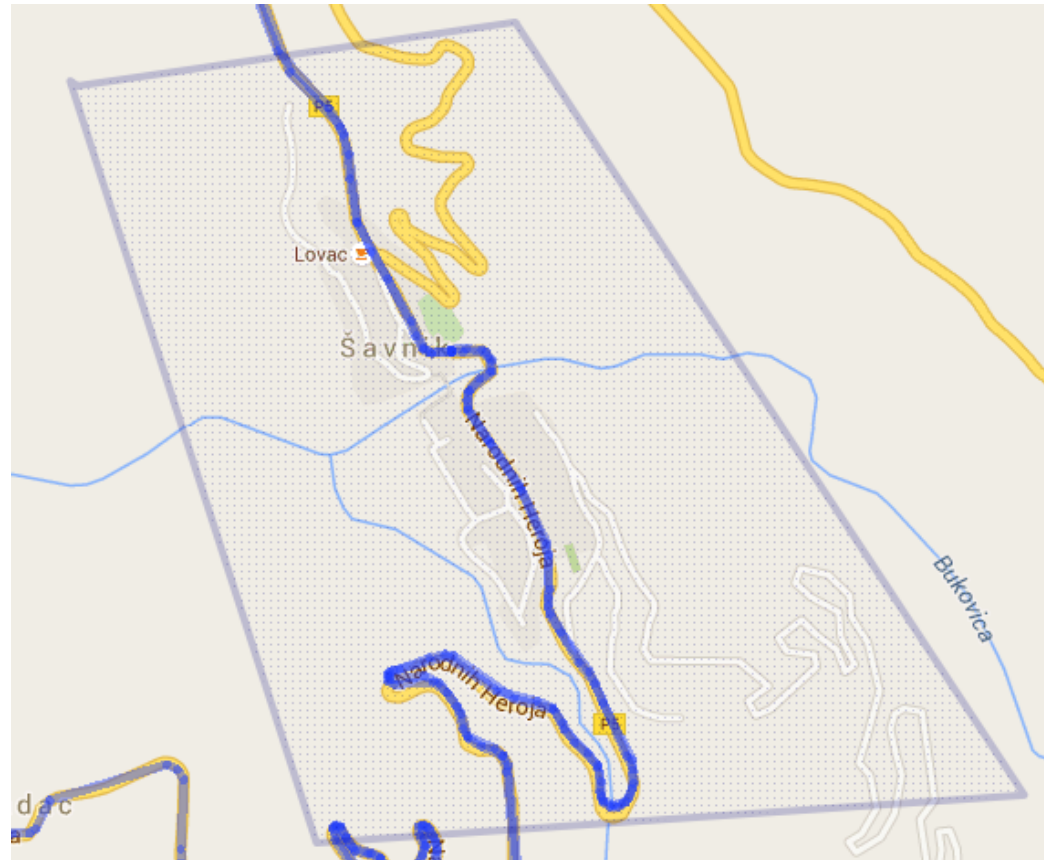
21) Ulcinj



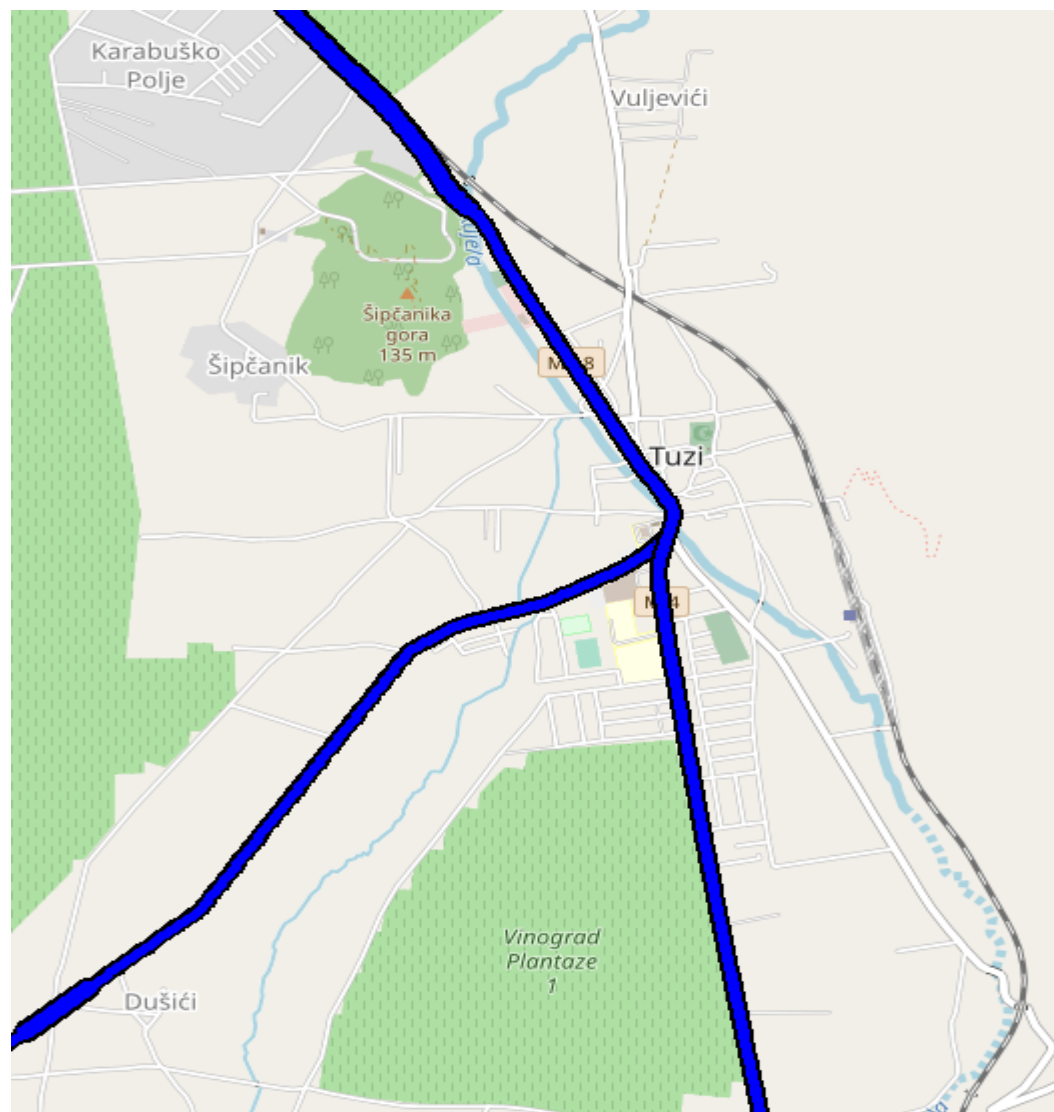
22) Žabljak



23) Šavnik



24) Tuzi



Prilog 3.

Značenje parametara

Nedostupnost radio mreže (Radio Network Unavailability) [%] - vjerovatnoća da servis nije pružen krajnjem korisniku.

$$\text{Radio Network Unavailability [\%]} = \frac{\text{broj neuspješnih pokušaja uspostavljanja servisa, tj. spajanja na mobilnu mrežu}}{\text{ukupan broj pokušaja}} * 100$$

Nemogućnost pristupa servisu prenosa govora (Telephony Service Non-Accessibility) [%] - vjerovatnoća da krajnji korisnik ne može uspostaviti poziv iako na mobilnom uređaju ima indikaciju da mu je servis govora omogućen.

$$\text{Telephony Service Non-Accessibility [\%]} = \frac{\text{broj neuspješnih pokušaja uspostavljanja poziva}}{\text{broj pokušaja uspostavljanja poziva}} * 100$$

Vrijeme potrebno za aktiviranje servisa prenosa govora (Telephony Setup Time) [s] - vrijeme koje je proteklo između slanja zahtjeva za uspostavljanje poziva i trenutka dobijanja signala o uspostavljanju poziva.

$$\text{Telephony Setup Time [s]} = (\text{vrijeme uspostavljanja poziva} - \text{vrijeme slanja zahtjeva za uspostavljanje poziva}) [\text{s}]$$

Neželjeni prekid aktiviranih veza servisa prenosa govora (Telephony Cut-off Call) [%] - vjerovatnoća da se uspješan pokušaj ostvarivanja poziva prekine, a da prekid ne iniciraju korisnik koji poziva i/ili pozvani korisnik.

$$\text{Telephony Cut-off Call [\%]} = \frac{\text{broj nenamjerno prekinutih poziva}}{\text{broj uspješno ostvarenih poziva}} * 100$$

Prikaz korišćenja tehnologija za servis govora - procentualni prikaz korišćenih tehnologija (GSM, UMTS, LTE) za obavljanje servisa prenosa govora.

Mogućnost uspješnog pristupa paketskoj mreži (Attach Success) [%] – vjerovatnoća da se korisnik može povezati na paketsku mrežu (PS network).

$$\text{Attach Success [\%]} = \frac{\text{broj uspješnih povezivanja na PS mrežu}}{\text{ukupan broj pokušaja povezivanja na PS mrežu}} * 100$$

Mogućnost uspješnog aktiviranja protokola podataka (PDP Context Activation Success) [%] – vjerovatnoća da se PDP (packet data protocol) kontekst može uspješno aktivirati.

$$\text{PDP Context Activation Success [\%]} = \frac{\text{broj uspješnih aktivacija PDP konteksta}}{\text{broj pokušaja aktivacije PDP konteksta}} * 100$$

Neželjeni prekid aktiviranog protokola podataka (PDP Context Cut-off) [%] – vjerovatnoća da je PDP context deaktiviran bez započinjanja procedure za deaktivaciju od strane korisnika.

$$\text{PDP Context Cut-off [\%]} = \frac{\text{broj neželjenih prekida PDP konteksta}}{\text{broj uspješno uspostavljenih PDP konteksta}} * 100$$

Uspješnost aktivacije EPS nosilaca (EPS Bearer Allocation Success) [%] – uspješnost uspostavljanja default i dedicated EPS nosilaca (EPS bearer). Ovaj parametar se odnosi samo na LTE tehnologiju.

$$\text{EPS Bearer Allocation Success [\%]} = \frac{\text{broj uspješno upostavljenih EPS bearer-a}}{\text{broj pokušaja uspostavljanje EPS bearer-a}} * 100$$

Mogućnost pristupa FTP servisu (FTP IP-Service Access Success), Method B (Server connection setup success rate) [%] – vjerovatnoća da je korisnik uspješno upostavio TCP/IP sesiju sa serverom.

$$\text{FTP IP-Service Access Success [\%]} = \frac{\text{broj uspješno upostavljenih sesija}}{\text{broj pokušaja uspostavljanja sesija}} * 100$$

Neželjeni prekid FTP servisa (FTP {Download|Upload} Data Transfer Cut-off) [%] – vjerovatnoća da je prenos podataka u downlink/uplink smjeru prekinut bez namjere korisnika. Parametar počinje da se mjeri sa prvim zahtjevom za slanje podataka, a nakon što je uspostavljena konekcija sa serverom. Mjerenje parametra se završava sa prijemom zadnjeg paketa sa podacima.

$$\text{FTP \{Download|Upload\} Data Transfer Cut-off [\%]} = \frac{\text{broj neuspješno završenih prenosa podataka}}{\text{broj uspješno uspostavljenih prenosa podataka}} * 100$$

Mogućnost pristupa servisu pretraživanja web sajtova (HTTP browsing IP-Service Access Success) (Server connection setup success rate) [%] – vjerovatnoća da je korisnik uspješno upostavio TCP/IP sesiju sa serverom.

$$\text{HTTP browsing IP-Service Access Success [\%]} = \frac{\text{broj uspješno upostavljenih sesija}}{\text{broj pokušaja uspostavljanja sesija}} * 100$$

Neželjeni prekid servisa pretraživanja web sajtova (HTTP browsing Data Transfer Cut-off) [%] – vjerovatnoća da je prenos podataka prekinut bez namjere korisnika. Parametar počinje da se mjeri sa

prvim zahtjevom za slanje podataka, a nakon što je uspostavljena konekcija sa serverom. Mjerenje parametra se završava sa prijemom zadnjeg paketa sa podacima.

$$\text{HTTP browsing Data Transfer Cut-off [\%]} = \frac{\text{broj neuspješno završenih prenosa podataka}}{\text{broj uspješno započelih prenosa podataka}} * 100$$

Mogućnost pristupa HTTP servisu (HTTP IP-Service Access Success), Method B (Server connection setup success rate) [%] – vjerovatnoća da je korisnik uspješno upostavio TCP/IP sesiju sa serverom.

$$\text{HTTP IP-Service Access Success [\%]} = \frac{\text{broj uspješno upostavljenih sesija}}{\text{broj pokušaja upostavljanja sesija}} * 100$$

Neželjeni prekid HTTP servisa (HTTP {Download | Upload} Data Transfer Cut-off) [%] – vjerovatnoća da je prenos podataka u downlink/uplink smjeru prekinut bez namjere korisnika. Parametar počinje da se mjeri sa prvim zahtjevom za slanje podataka, a nakon što je uspostavljena konekcija sa serverom. Mjerenje parametra se završava sa prijemom zadnjeg paketa sa podacima.

$$\text{HTTP \{Download | Upload\} Data Transfer Cut-off [\%]} = \frac{\text{broj neuspješno završenih prenosa podataka}}{\text{broj uspješno uspostavljenih prenosa podataka}} * 100$$

Ping Round Trip Time [ms] – vrijeme potrebno paketu da pređe put od izvora do destinacije i nazad. Koristi se za mjerenje kašnjenja u mreži u određenom vremenskom trenutku. Mjeri se nakon što je servis uspostavljen.

$$\text{Ping Round Trip Time [ms]} = (t \text{ primljen paket} - t \text{ poslat paket}) [\text{ms}]$$

FTP srednja brzina ostvarena u downlink smjeru po sesiji (FTP mean data rate download per session) [Mb/s] – srednja brzina transfera podataka mjerena u toku jedne sesije, tj. download-a testnog fajla.

$$\text{FTP mean data rate download [Mb/s]} = \frac{\text{veličina download-ovanih podataka (testnog fajla)}}{(\text{vrijeme završetka download-a fajla} - \text{vrijeme početka download-a fajla}) [\text{s}]}$$

FTP srednja brzina ostvarena u uplink smjeru po sesiji (FTP mean data rate upload per session) [Mb/s] – srednja brzina transfera podataka mjerena u toku jedne sesije, tj. upload-a testnog fajla.

$$\text{FTP Mean Data Rate upload [Mb/s]} = \frac{\text{veličina upload-ovanih podataka (testnog fajla)}}{(\text{vrijeme završetka upload-a fajla} - \text{vrijeme početka upload-a fajla}) [\text{s}]}$$

HTTP srednja brzina ostvarena u downlink smjeru po sesiji (HTTP mean data rate download per session) [Mb/s] – srednja brzina transfera podataka mjerena u toku jedne sesije, tj. download-a testnog fajla.

$$\text{HTTP mean data rate download [Mb/s]} = \frac{\text{veličina download-ovanih podataka (testnog fajla)}}{(\text{vrijeme završetka download-a fajla} - \text{vrijeme početka download-a fajla}) [\text{s}]}$$

HTTP srednja brzina ostvarena u uplink smjeru po sesiji (HTTP mean data rate upload per session) [Mb/s] – srednja brzina transfera podataka mjerena u toku jedne sesije, tj. upload-a testnog fajla.

$$\text{HTTP Mean Data Rate upload [Mb/s]} = \frac{\text{veličina upload-ovanih podataka (testnog fajla)}}{(\text{vrijeme završetka upload-a fajla} - \text{vrijeme početka upload-a fajla}) [\text{s}]}$$

Prikaz korišćenja tehnologija za prenos podataka – procentualni prikaz korišćenih tehnologija (GSM, UMTS, LTE) za obavljanje servisa prenosa podataka.