

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*

Sadržaj	str 1. Osnovni podaci o mjernoj kampanji str 4. Rezultati mjerenja str. 16. Prilog 1 - Tabela preporučenih vrijednosti str. 17. Prilog 2 - Mjerne rute
Osnova za obavljanje monitoringa	Plan rada i korišćenja Digitalne mobilne kontrolno-mjerne stanice broj 0504 – 487/1 <input checked="" type="checkbox"/>
	Vanredni - na zahtjev (navesti podnosioca zahtjeva i broj pod kojim je zaveden u arhivi Agencije) <input type="checkbox"/>
Mjerna putanja/ruta	Gradovi: Podgorica, Ulcinj, Bar, Budva, Tivat, Kotor, Herceg Novi, Nikšić, Žabljak, Pljevlja, Bijelo Polje, Berane, Rožaje, Plav, Gusinje, Nikšić, Danilovgrad i Cetinje.
Mjerna oprema	<ul style="list-style-type: none">• Rohde&Schwarz® TSMQ radio analizator mreže• Mobilni mjerni terminali SAMSUNG Galaxy S3 (2G/3G/4G)• GPS prijemnik• set GSM/UMTS/LTE antena• Softveri: Rohde&Schwarz® ROMES v4.85 SP1 i Rohde&Schwarz® Network Problem Analyzer v4.85
Kratak opis softverske konfiguracije mjernog sistema i napomene	<p>Mjerenja su obavljena u pokretu (drive test) duž mjernih ruta čiji se prikazi nalaze u Prilogu 2. Korišćeno je 6 mjernih mobilnih terminala SAMSUNG Galaxy S3.</p> <p>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 65s, pauza između poziva je bila 20s, vrijeme za uspostavljanje poziva od trenutka početka pozivanja je bilo 15s. Pomenuti mjerni terminali su bili podešeni 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, a uzeto je oko 1750 uzoraka po operatoru.</p>

	<p>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 tehnologijama. Terminali su se povezivali na FTP servere instalirane u mrežama operatora, vršeci upload i download testnih fajlova. Za FTP download se kao uzorak koristio fajl od 3 MB, a maksimalno trajanje sesije je bilo ograničeno na 85s. Za FTP upload se kao uzorak koristio fajl od 1MB, a maksimalno trajanje sesije je takođe bilo ograničeno na 85s. Za analizu brzine i uspješnosti pristupa putem FTP-a je uzeto između 1900-3000 uzoraka po operatoru. Takođe su vršena mjerenja "web browsing-a", tako što su se terminali povezivali na http stranice nekih od najposjećenijih sajtova sa područja Crne Gore i to: www.rtcg.me, www.vijesti.me, www.google.me, www.amazon.com, www.yandex.ru, www.ebay.com, www.b92.net. Za analizu ovog tipa servisa je uzeto između 12500 - 19000 uzoraka po operatoru.</p> <p>Testne SIM kartice nijesu imale limit brzine i količine prenesenih podataka za download i upload, već su koristile maksimalne kapacitete mreže.</p> <p>Za obradu dobijenih mjernih rezultata korišćeni su gore pomenuti softveri ROMES v4.85 i Network Problem Analyzer v4.85.</p>
<p>Zaključak</p>	<p>Mjernom kampanjom su mjereni parametri servisa govora i podataka. Za servis govora su mjereni parametri: Radio Network Unavailability, Telephony Service Non-Accessibility, Telephony Setup Time i Telephony Cut-off Call Ratio. Za servis podataka su mjereni parametri: PDP Context Activation Failure Ratio, FTP Data Success Rate download, FTP Data Success Rate upload, HTTP download data Success Rate, FTP Mean Data Rate download, FTP Mean Data Rate upload, HTTP download Mean Data Rate. Preporučene vrijednosti parametra, za koje Agencija smatra da su potrebne kako bi se obezbijedio zadovoljavajući kvalitet servisa govora i podataka, se nalaze u Prilogu 1. Razlike koje postoje između broja uspješno uspostavljenih poziva i klasifikacije poziva u pogledu potrebnog vremena za uspostavljanje poziva su uzrokovane time što softver za pojedine uzorke nije uspio precizno izračunati ovo vrijeme.</p> <p>S obzirom da su FTP serveri povezani direktno u mreži operatora, izmjerene brzine download-a i upload-a predstavljaju najrelevantniji podatak o kapacitetima koje posjeduju mreže, tj. o brzinama koje mreže mogu pružiti, a koje su u najvećoj mjeri zavisne samo od mreže operatora. Treba reći da Agencija nema kontrolu nad radom pomenutih FTP servera, niti je učestvovala u njihovoj instalaciji i konfiguraciji, ali je od svih operatora traženo da se omogući nesmetan pristup serverima (bez ograničenja u pogledu prava pristupa, brzine itd.) sa mjernih terminala koji koriste testne SIM kartice. Kada je "web browsing" u pitanju, brzine ne zavise samo od mreže operatora, već i od konekcija sa drugim operatorima izvan Crne Gore, tj. puta kojim se ostvaruje veza između mjernog terminala i web stranice. Ipak, "web browsing" realno odlikava brzine koje korisnik ima prilikom pristupanja gore navedenim http stranicama. Razlika između broja uzoraka po</p>

operatoru, kada je u pitanju servis podataka, proizilazi iz podešavanja mjerne opreme i razlike u brzinama kojima se pruža servis podataka u mreži operatora, zato što je mjerni terminal nakon završetka sesije opet počinjao sa mjerenjem sljedeće sesije, ne čekajući da ostali mjerni terminali završe sesiju. Dakle, što su brzine po kojima se realizuje određena sesija veće, veći je i broj mjernih uzoraka.

Mjerenje uzoraka, analiza i prikaz rezultata su rađeni na osnovu standarda ETSI TS 102 250 i Pravilnika o kvalitetu javnih elektronskih komunikacionih usluga ("Službeni list Crne Gore", br. 33/14).

Na osnovu dobijenih rezultata, može se zaključiti da svi operatori zadovoljavaju preporučene vrijednosti.

SERVIS GOVORA

Za servis govora su mjereni parametri: Radio Network Unavailability, Telephony Service Non-Accessibility, Telephony Setup Time i Telephony Cut-off Call Ratio.

1. Radio Network Unavailability [%] - vjerovatnoća da mobilni servis nije pružen krajnjem korisniku.

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

Operator	Telenor	m:tel	Crnogorski Telekom
uspješni	1766	1777	1778
neuspješni	1	0	1
Ukupno uzoraka	1767	1777	1779
procenat neuspješnosti [%]	0,1	0	0,1
interval pouzdanosti rezultata[%] sa sigurnošću od 99%	0-0,4	0-0,3	0-0,4

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

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

Operator	Telenor	m:tel	Crnogorski Telekom
uspješni	1761	1774	1777
neuspješni	5	3	1
Ukupno uzoraka	1766	1777	1778
procenat neuspješnosti [%]	0,3	0,2	0,1
interval pouzdanosti rezultata [%] sa sigurnošću od 99%	0,1-0,8	0-0,6	0-0,4

3. Telephony Setup Time [s] - vrijeme koje je proteklo između slanja zahtjeva za uspostavljanje poziva i trenutka dobijanja signala o uspostavljanju poziva.

Telephony Setup Time [s] = (vrijeme uspostavljanja poziva - vrijeme slanja zahtjeva za uspostavljanje poziva) [s]

Operator	Telenor	m:tel	Crnogorski Telekom
Vrijeme uspostavljanja poziva u intervalu od 0s do 6s	1712	1682	1658
Vrijeme uspostavljanja poziva veće od 6s	5	32	78
Ukupno uzoraka	1717	1714	1736
procenat uspostavljenih poziva u intervalu od 0s do 6s	99,7	98,1	95,5
interval pouzdanosti rezultata [%] sa sigurnošću od 99%	99,2-99,9	97,1-98,9	94,1-96,7

4. Telephony Cut-off Call Ratio [%] - vjerovatnoća da se uspješan pokušaj ostvarivanja poziva prekine, a da prekid ne iniciraju korisnik pozivaoc i/ili pozvani korisnik.

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

Operator	Telenor	m:tel	Crnogorski Telekom
uspješni	1761	1768	1777
neuspješni	0	6	0
Ukupno uzoraka	1761	1774	1777
procenat neuspješnosti	0	0,3	0
interval pouzdanosti rezultata [%] sa sigurnošću od 99%	0-0,3	0,1-0,9	0-0,3

SERVIS PODATAKA

Za servis podataka su mjereni parametri: PDP Context Activation Failure Ratio, FTP Data Success Rate download, FTP Data Success Rate upload, HTTP download data Success Rate, FTP Mean Data Rate download, FTP Mean Data Rate upload, HTTP download Mean Data Rate.

1. PDP Context Activation Failure Ratio [%] - vjerovatnoća da se PDP (packet data protocol) kontekst ne može aktivirati.

* U okviru ovog parametra računati su i pokušaji aktivacije iz LTE mreže, tako da se rezultati mogu posmatrati kao PDP Context Activation Failure Ratio i Default EPS Bearer Context Activation Failure Ratio.

$$\text{PDP Context Activation Failure Ratio [\%]} = \frac{\text{broj neuspjernih pokušaja aktivacije PDP konteksta}}{\text{ukupan broj pokušaja}} * 100$$

Operator	Telenor	m:tel	Crnogorski Telekom
uspješni (good)	2592	1887	2923
neuspješni (no service)	3	5	5
uspješno uspostavljene, ali prekinute sesije (dropped) * prikazano zbog izračunavanja ukupnog broja uzoraka	40	56	74
Ukupno uzoraka	2635	1948	3002
procenat neuspješnosti	0,1	0,3	0,2
interval pouzdanosti rezultata [%] sa sigurnošću od 99%	0,0-0,4	0,1-0,7	0-0,5

2. FTP Data Success Rate download [%] - upješnost pristupa i okončanja prenosa fajla za FTP download servis, kada je konekcija na paketsku mrežu uspješno aktivirana.

$$\text{FTP Data Success Rate download [\%]} = \frac{\text{broj uspješno obavljenih FTP download sesija}}{\text{ukupan broj pokušaja}} * 100$$

Operator	Telenor	m:tel	Crnogorski Telekom
uspješni (good)	2651	1957	3012
neuspješni (bad request)	3	20	8
Ukupno uzoraka	2654	1977	3020
procenat uspješnosti	99,9	99,0	99,7
interval pouzdanosti rezultata [%] sa sigurnošću od 99%	99,6-100	98,3-99,5	99,4-99,9

3. FTP Data Success Rate upload - upješnost pristupa i okončanja prenosa fajla za FTP upload servis, kada je konekcija na paketsku mrežu uspješno aktivirana

$$\text{FTP Data Success Rate upload [\%]} = \frac{\text{broj uspješno obavljenih FTP upload sesija}}{\text{ukupan broj pokušaja}} * 100$$

Operator	Telenor	m:tel	Crnogorski Telekom
uspješni (good)	2633	1932	3001
neuspješni (bad request)	17	10	1
Ukupno uzoraka	2650	1942	3002
procenat uspješnosti	99,4	99,5	99,9
interval pouzdanosti rezultata [%] sa sigurnošću od 99%	98,8-99,7	98,9-99,8	99,8-100

4. HTTP download data Success Rate - uspješnost sesija za HTTP servis (web browsing), kada je konekcija na paketsku mrežu uspješno aktivirana

$$\text{HTTP download data Success Rate [\%]} = \frac{\text{broj uspješno obavljenih HTTP sesija}}{\text{ukupan broj pokušaja}} * 100$$

Operator	Telenor	m:tel	Crnogorski Telekom
uspješni (good)	16916	12393	19085
neuspješni (bad request)	20	16	59
Ukupno uzoraka	16936	12409	19144
procenat uspješnosti	99,9	99,9	99,7
interval pouzdanosti rezultata [%] sa sigurnošću od 99%	99,8-99,9	99,8-99,9	99,6-99,8

5. FTP Mean Data Rate download [kbit/s] - srednja brzina transfera podataka mjerena u toku jedne sesije, tj. download-a testnog fajla.

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

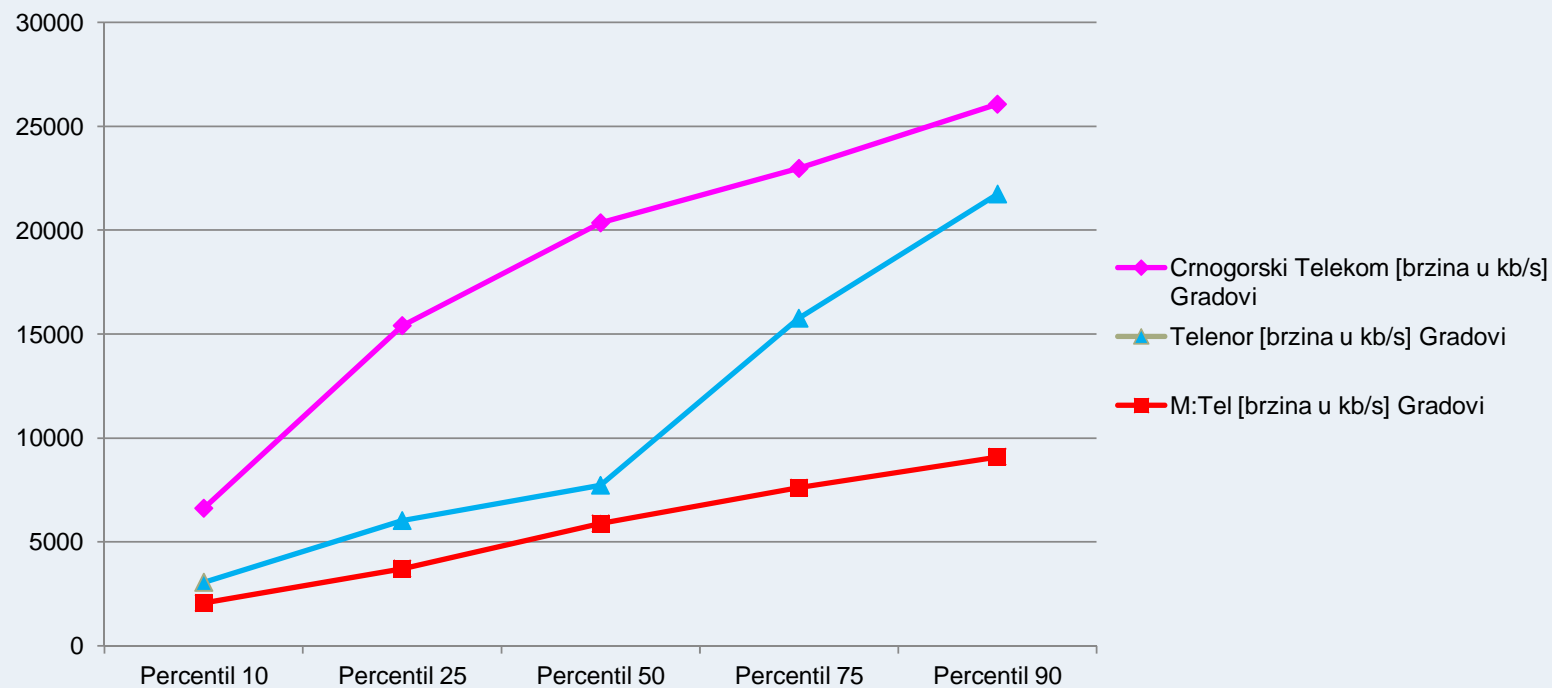
pregled po percentilima*:

Operator	Telenor (brzina u kbit/s)	m:tel (brzina u kbit/s)	Crnogorski Telekom (brzina u kbit/s)
percentil 10	3060,5	2065,02	6622,67
percentil 25	6032,4	3718	15410,55
percentil 50	7742,9	5886,5	20352,8
percentil 75	15774,1	7611	22973,575
percentil 90	21748,7	9099,54	26061,5
Ukupno uzoraka	2651	1957	3012

*Pojašnjenje pojma: percentil 10 znači da 10% uzoraka ima vrijednost manju ili jednaku od vrijednosti brzine date u tabeli (izražene u kbit/s).

FTP Mean Data Rate download - gradovi

1



6. **FTP Mean Data Rate upload [kbit/s]** - srednja brzina transfera podataka mjerena u toku jedne sesije, tj. upload-a testnog fajla.

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

pregled po percentilima:

Operator	Telenor (brzina u kbit/s)	m:tel (brzina u kbit/s)	Crnogorski Telekom (brzina u kbit/s)
percentil 10	1439,5648	620,1584	5536,376
percentil 25	3394,944	827,912	27367,48
percentil 50	8410,672	1165,452	32768
percentil 75	10489,112	1600	35259,68
percentil 90	11804,032	1743,3072	37236,359
Ukupno uzoraka	2633	1932	3001

7. HTTP Mean Data Rate download [kbit/s] - srednja brzina transfera podataka mjerena u toku jedne sesije.

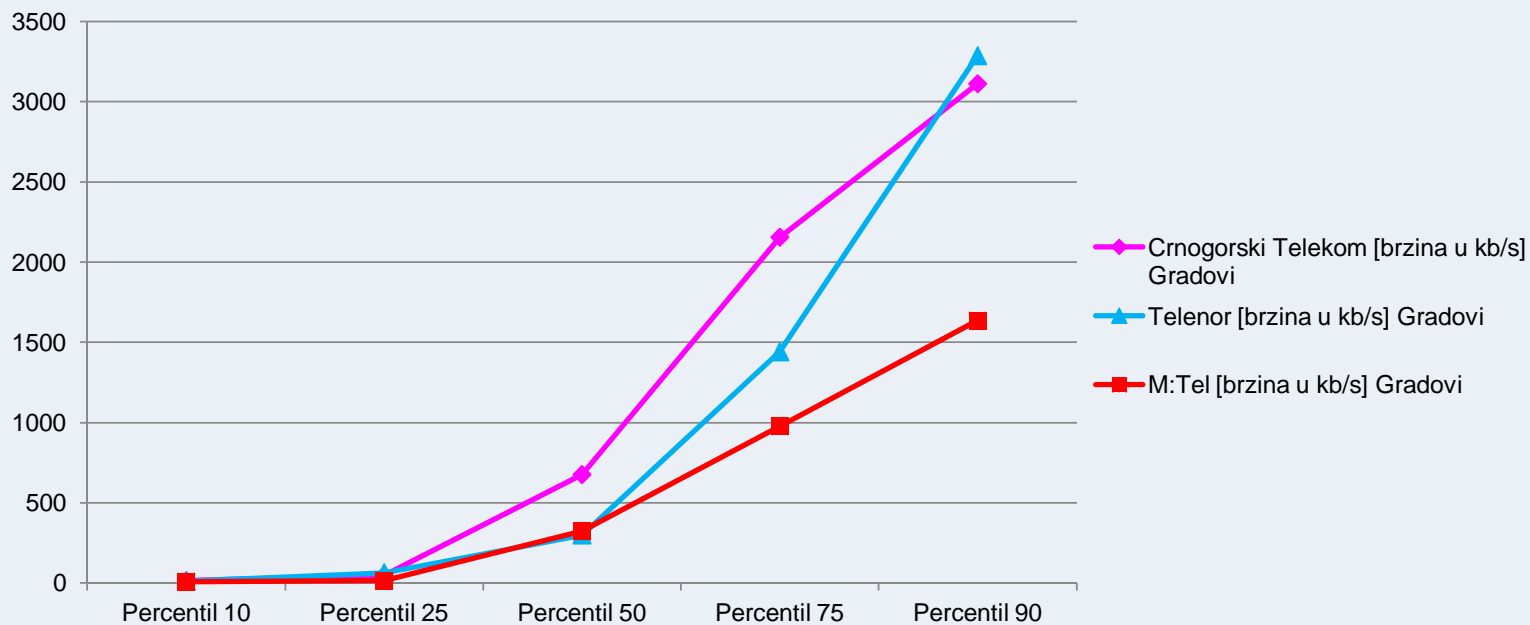
$$\text{HTTP Mean Data Rate download [kbit/s]} = \frac{\text{veličina transfera podataka (testnog fajla) [kbit]}}{(\text{vrijeme završetka upload-a fajla} - \text{vrijeme početka upload-a fajla}) [\text{s}]}$$

pregled po percentilima:

Operator	Telenor (brzina u kbit/s)	m:tel (brzina u kbit/s)	Crnogorski Telekom (brzina u kbit/s)
percentil 10	11,8	8,2	14,4
percentil 25	64,3	14,3	47,5
percentil 50	299,5	321,8	675,7
percentil 75	1440,45	977,1	2155,2
percentil 90	3285,9	1634,86	3111,42
Ukupno uzoraka	16916	12393	19085

HTTP download Mean Data Rate - gradovi

29

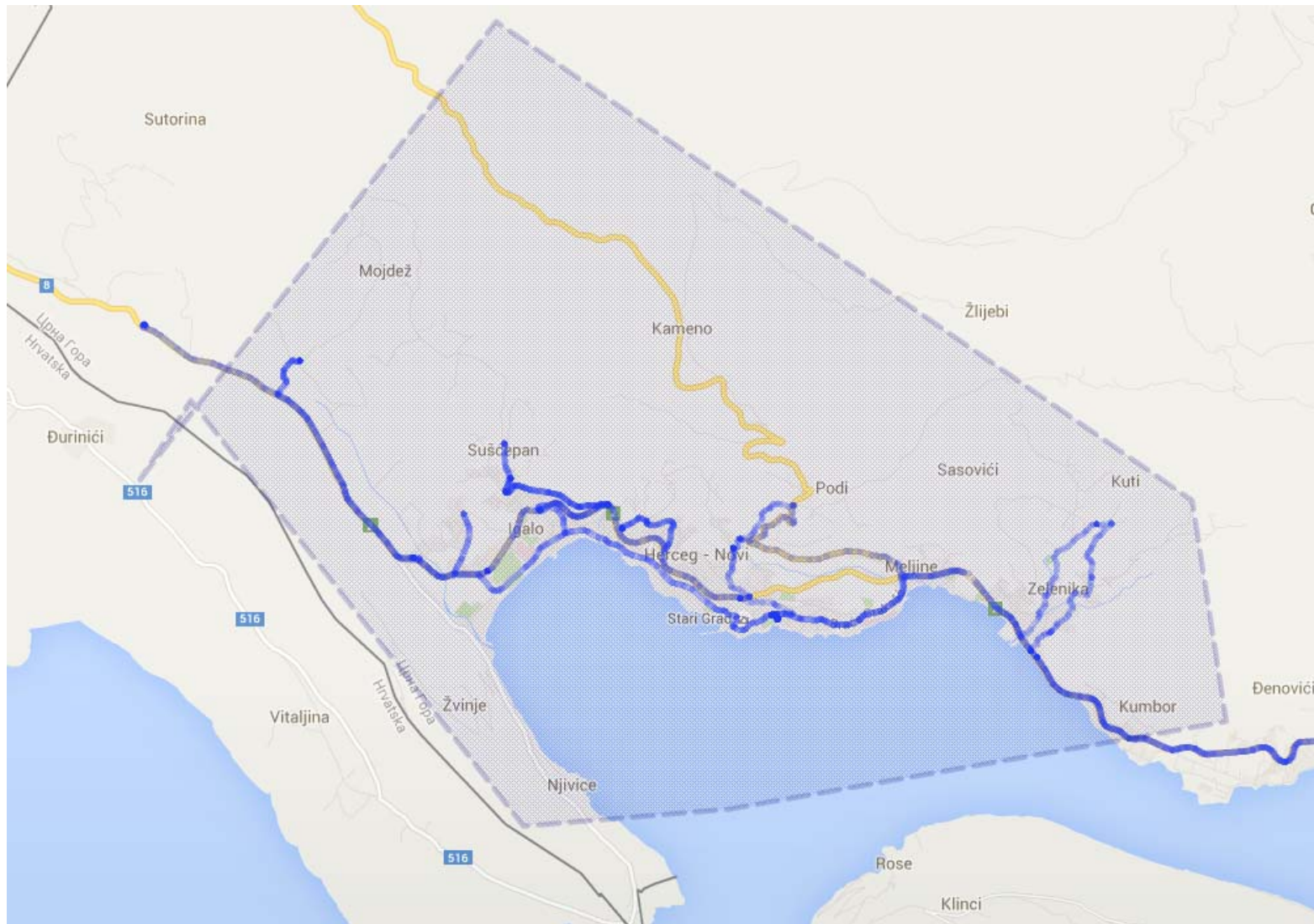


Prilog 1: Tabela preporučenih vrijednosti

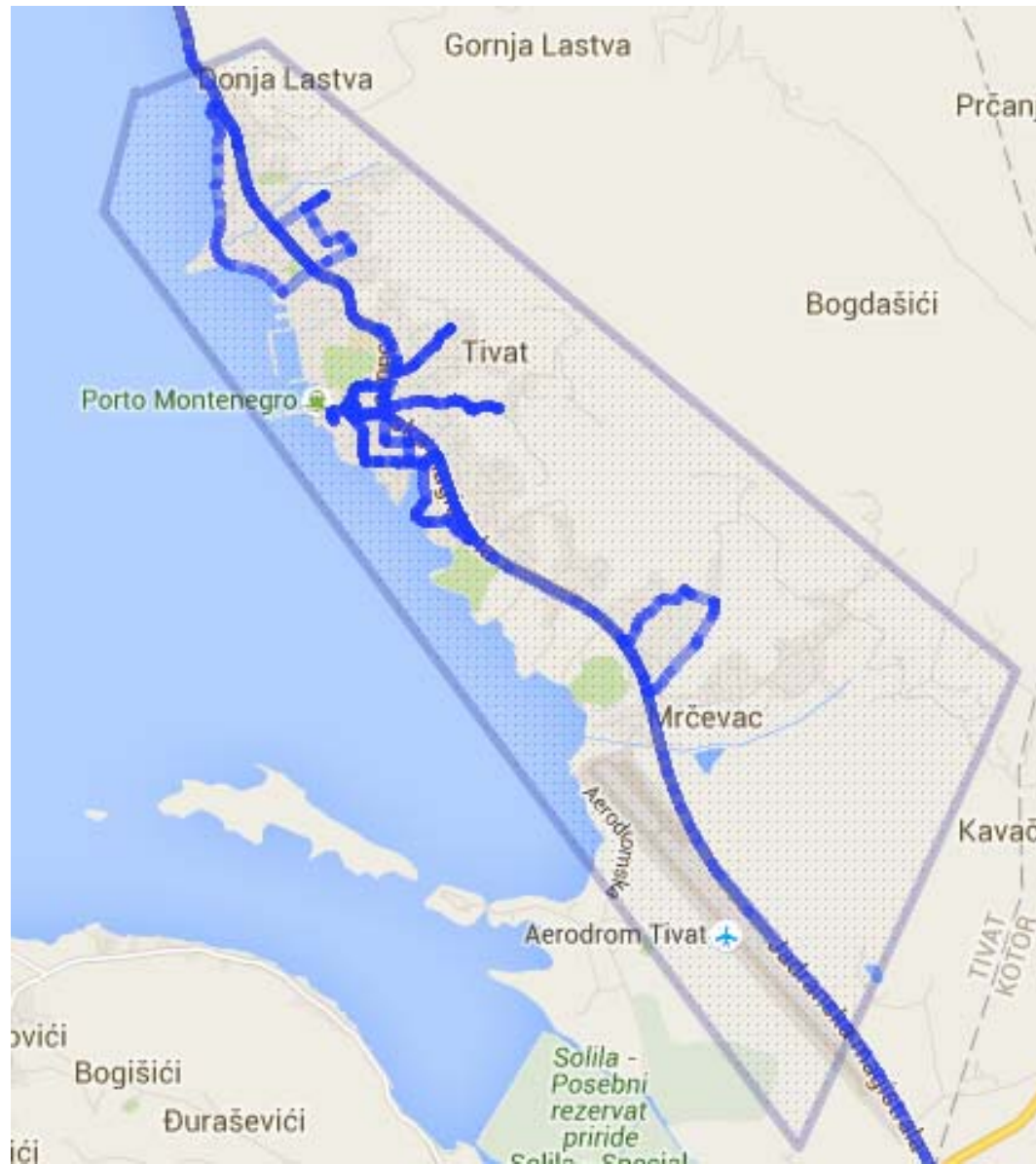
U sljedećoj tabeli se nalaze minimalne preporučene vrijednosti parametara, koje Agencija smatra da su potrebne kako bi se obezbijedio zadovoljavajući kvalitet servisa.

Parametar	Mjera	Preporučene vrijednosti za gradske zone
SERVIS GOVORA		
Radio Network Unavailability	%	manja od 1%
Telephony Service Non-Accessibility	%	manja od 2%
Telephony Setup Time	s	više od 95% uzoraka u okviru 0 - 6s
Telephony Cut-off Call Ratio	%	manja od 2%
SERVIS PODATAKA		
PDP Context Activation Failure Ratio	%	manja od 2%
FTP Data JOB Success Rate download	%	veća od 98%
FTP Data JOB Success Rate upload	%	veća od 98%
HTTP download data Success Rate	%	veća od 98 %

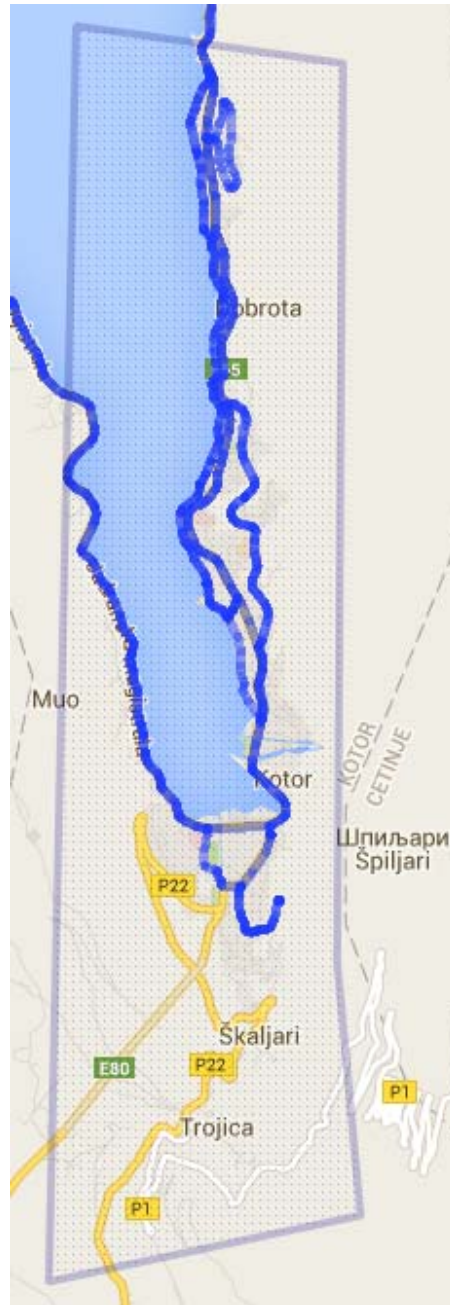
Herceg Novi



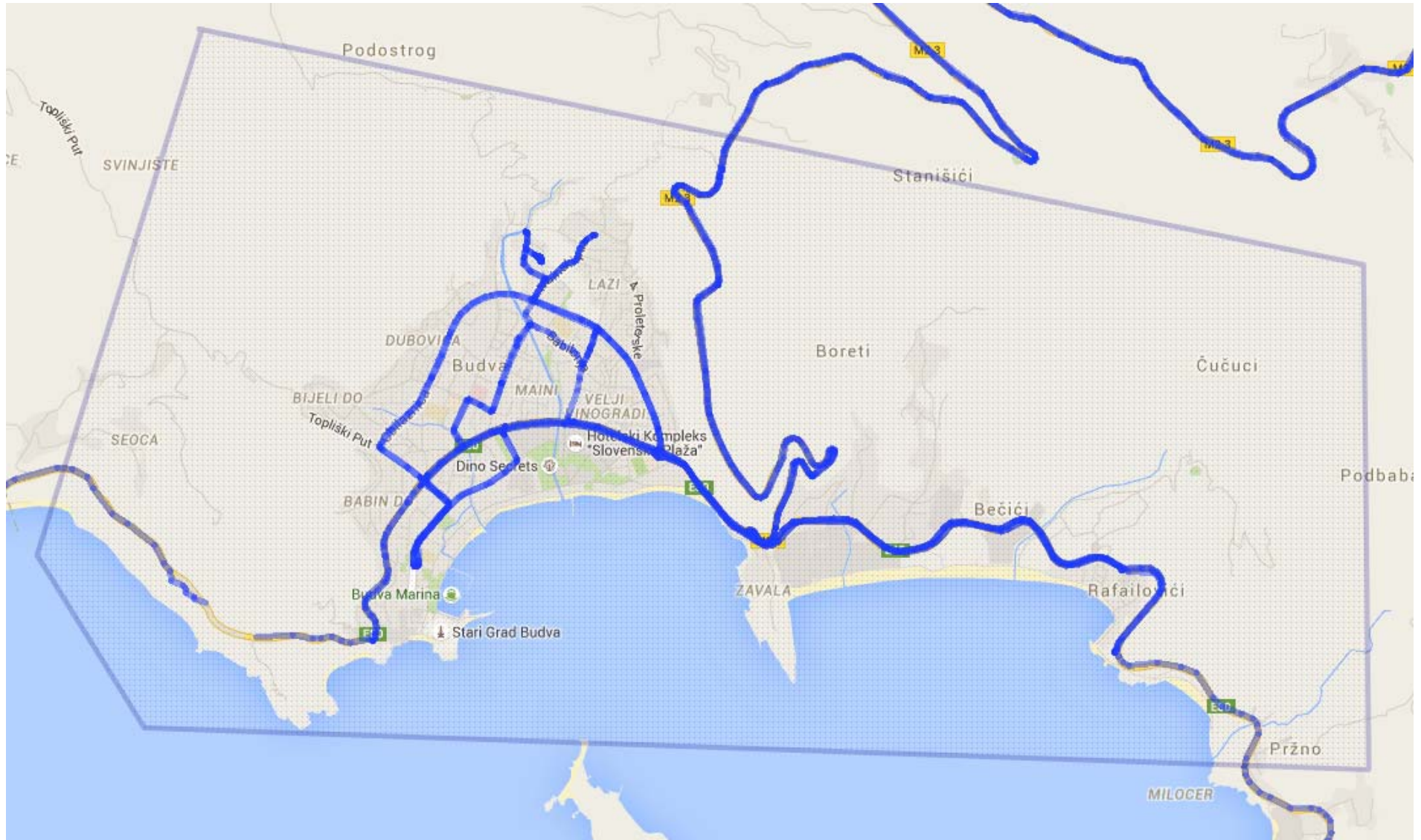
Tivat



Kotor



Budva



Bar



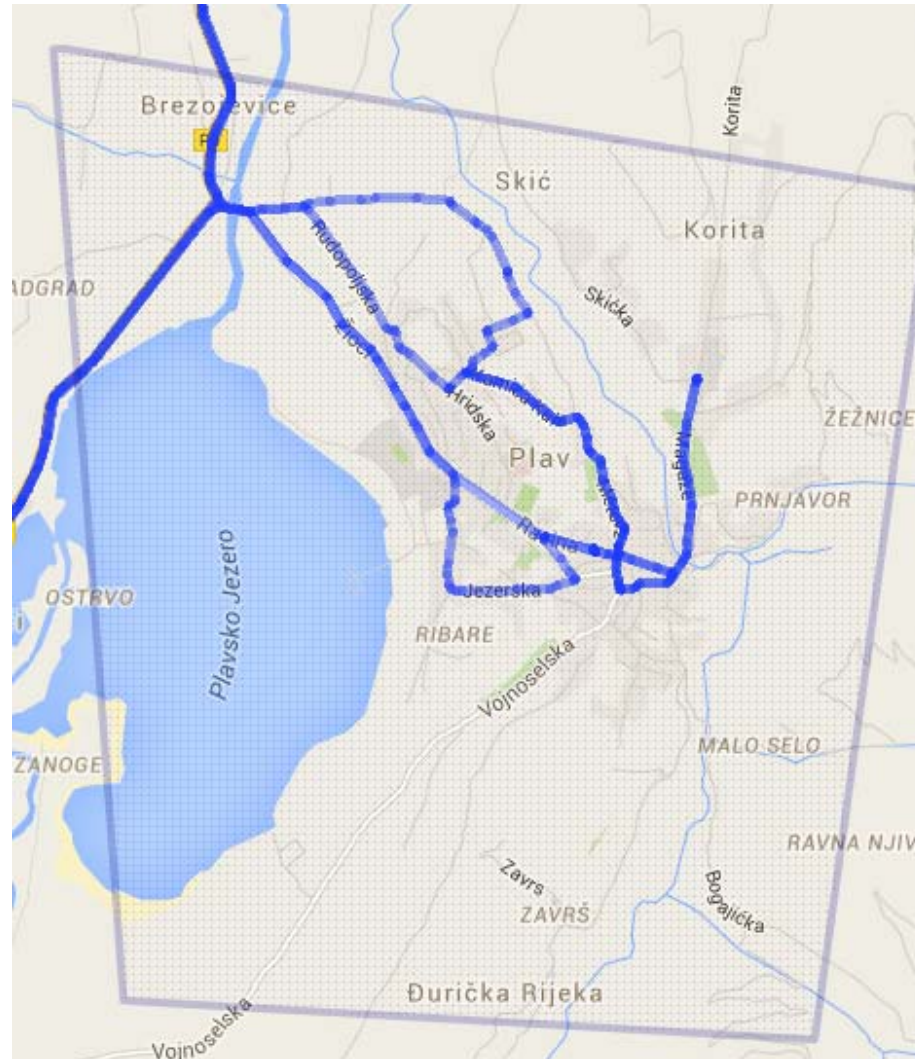
Ulcinj



Gusinje



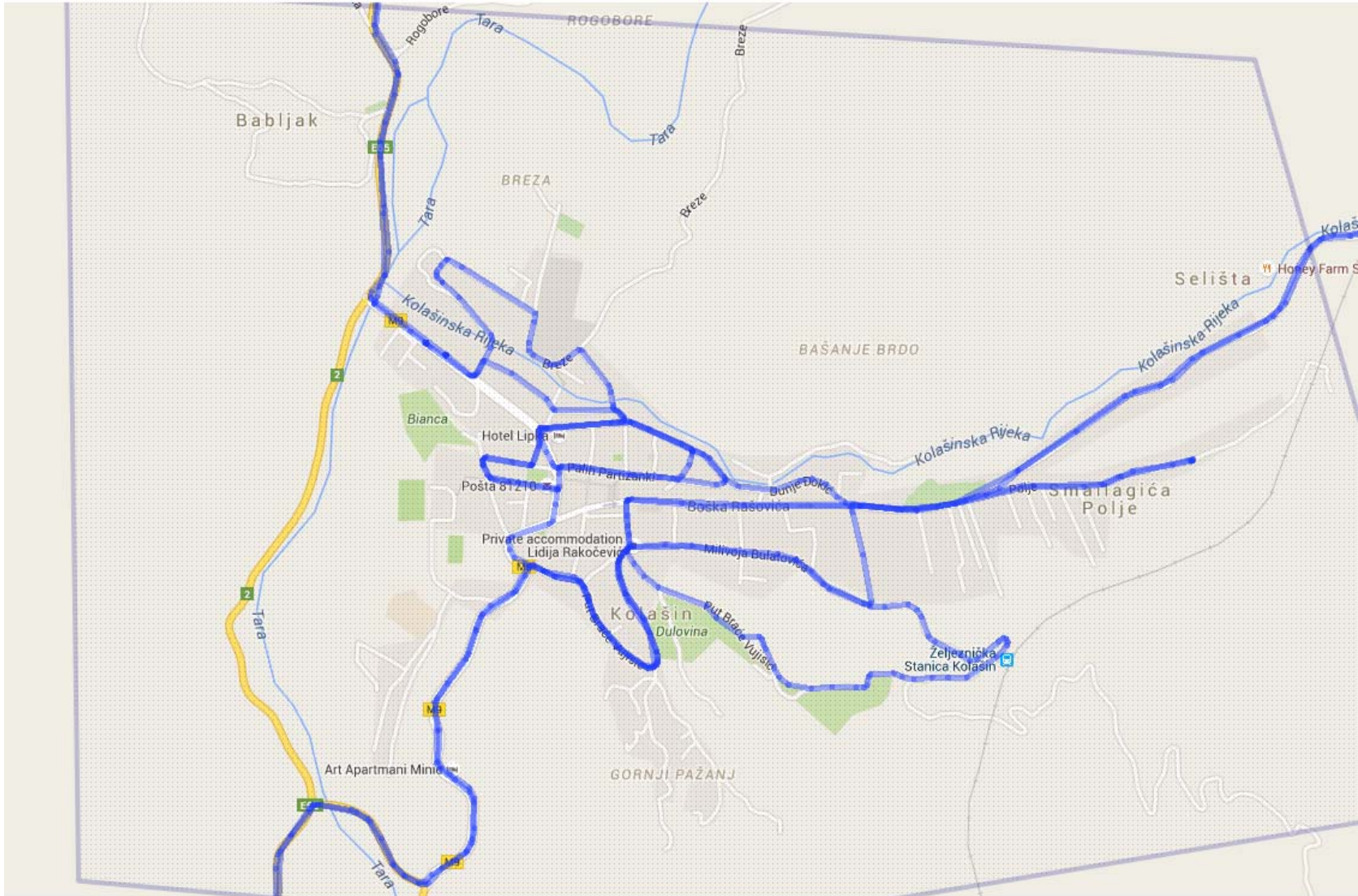
Plav



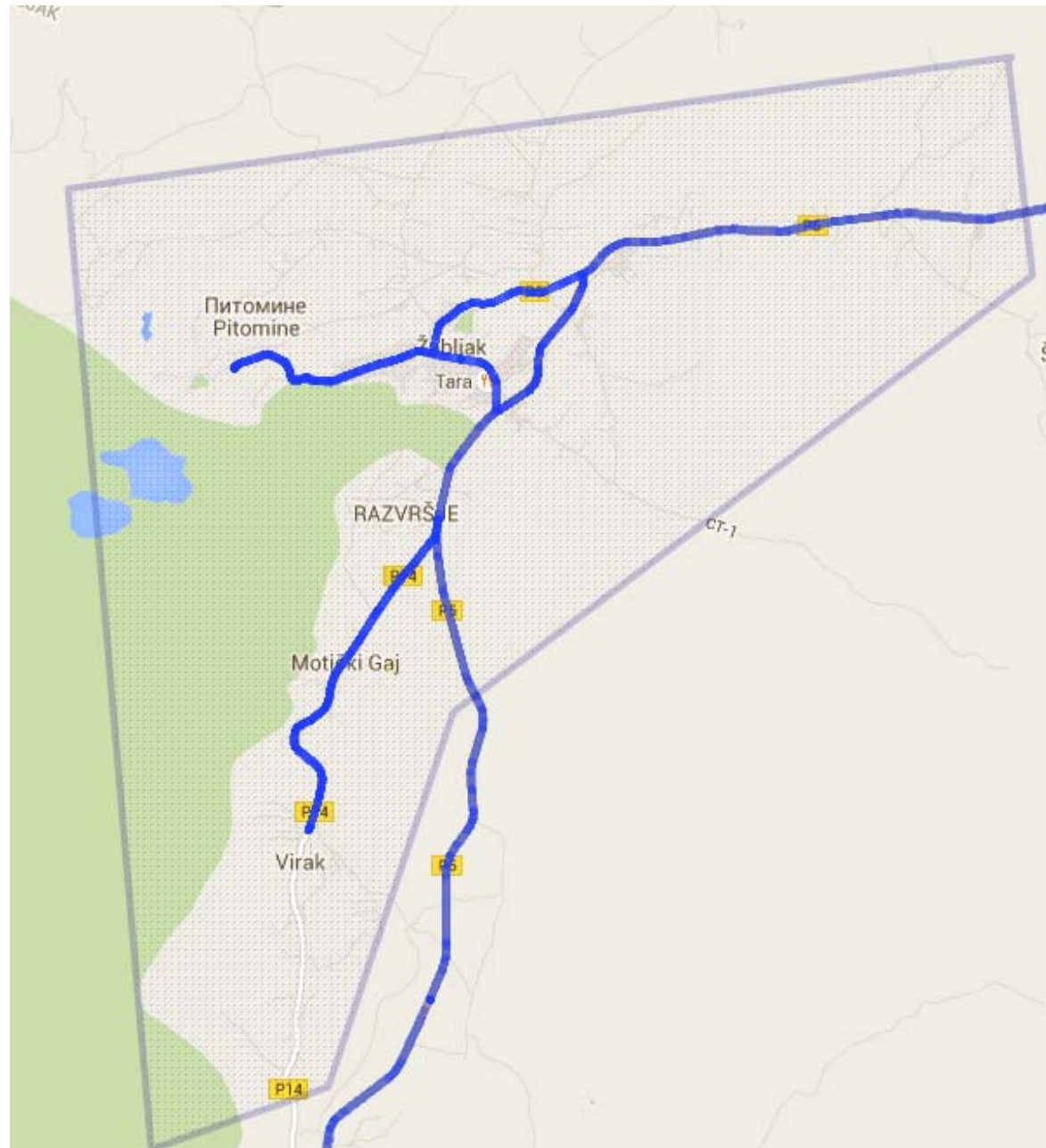
Mojkovac



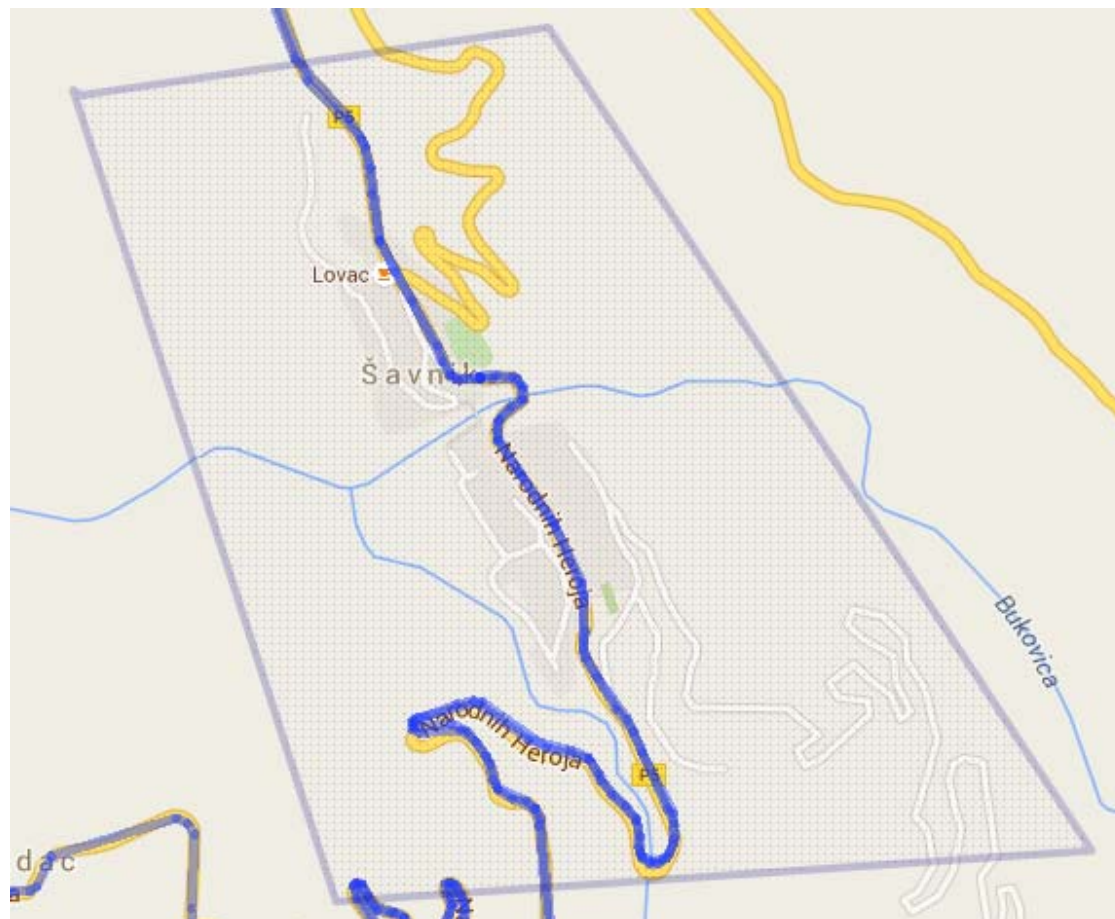
Kolašin



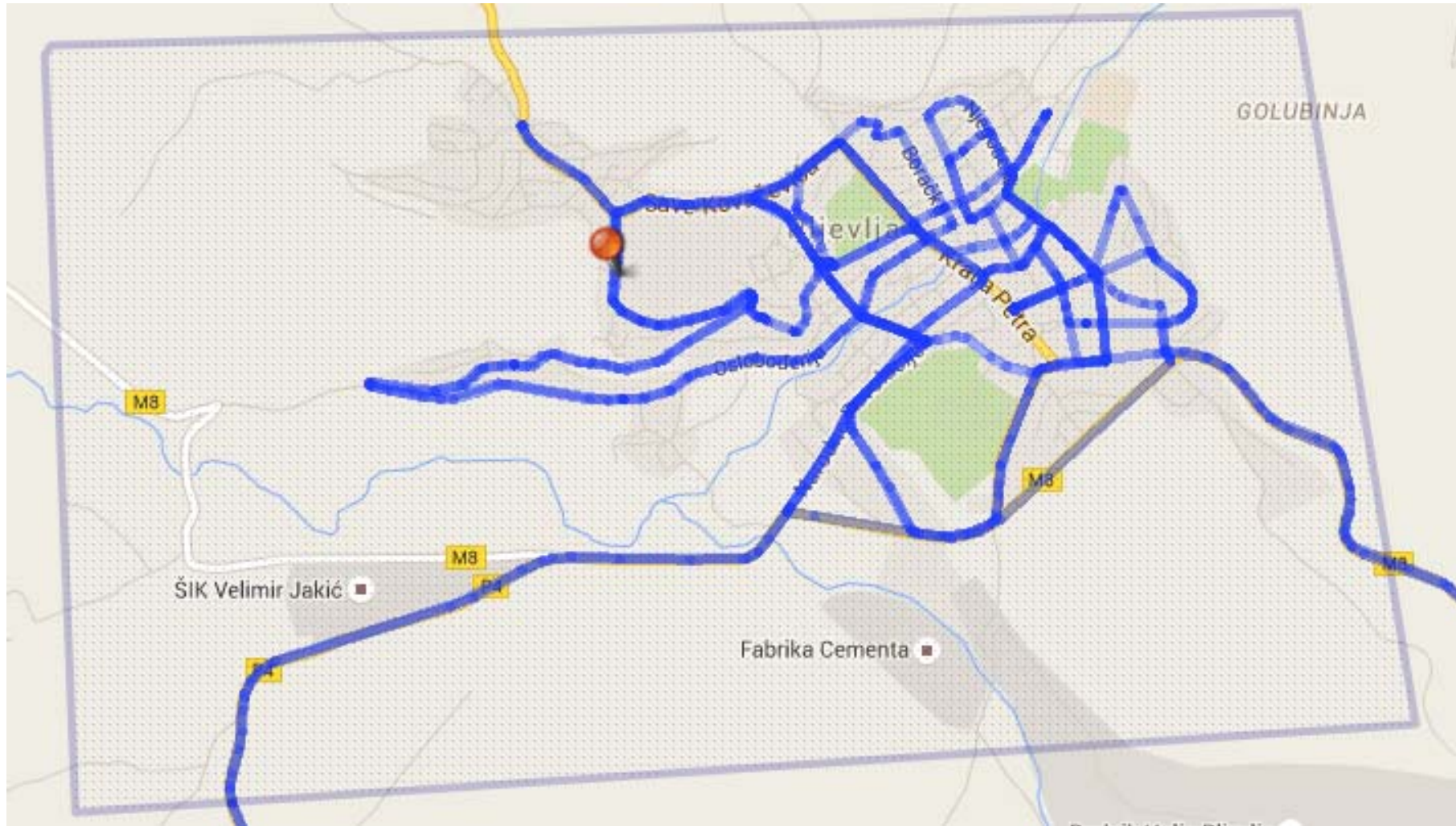
Žabljak



Šavnik



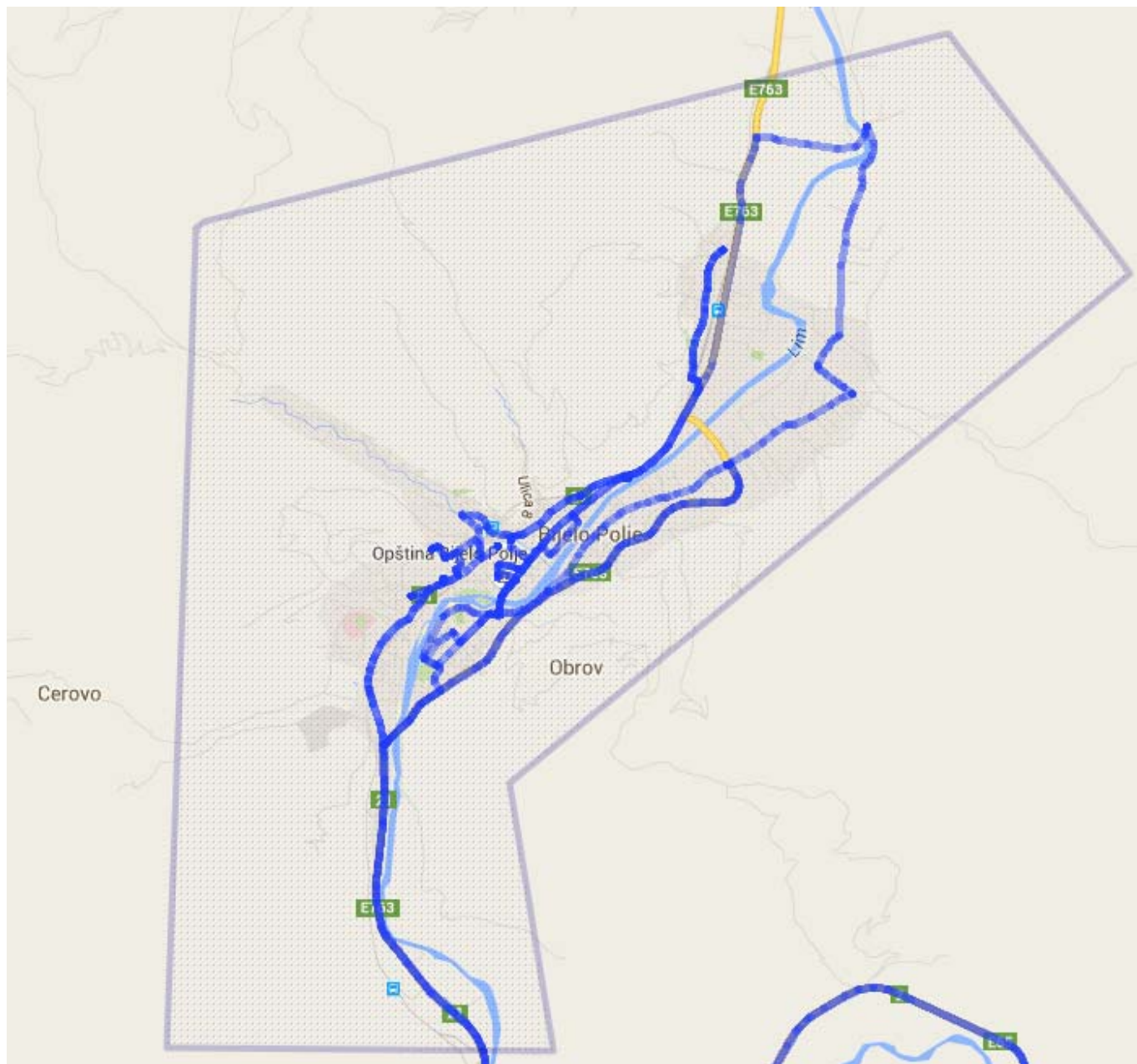
Pljevlja



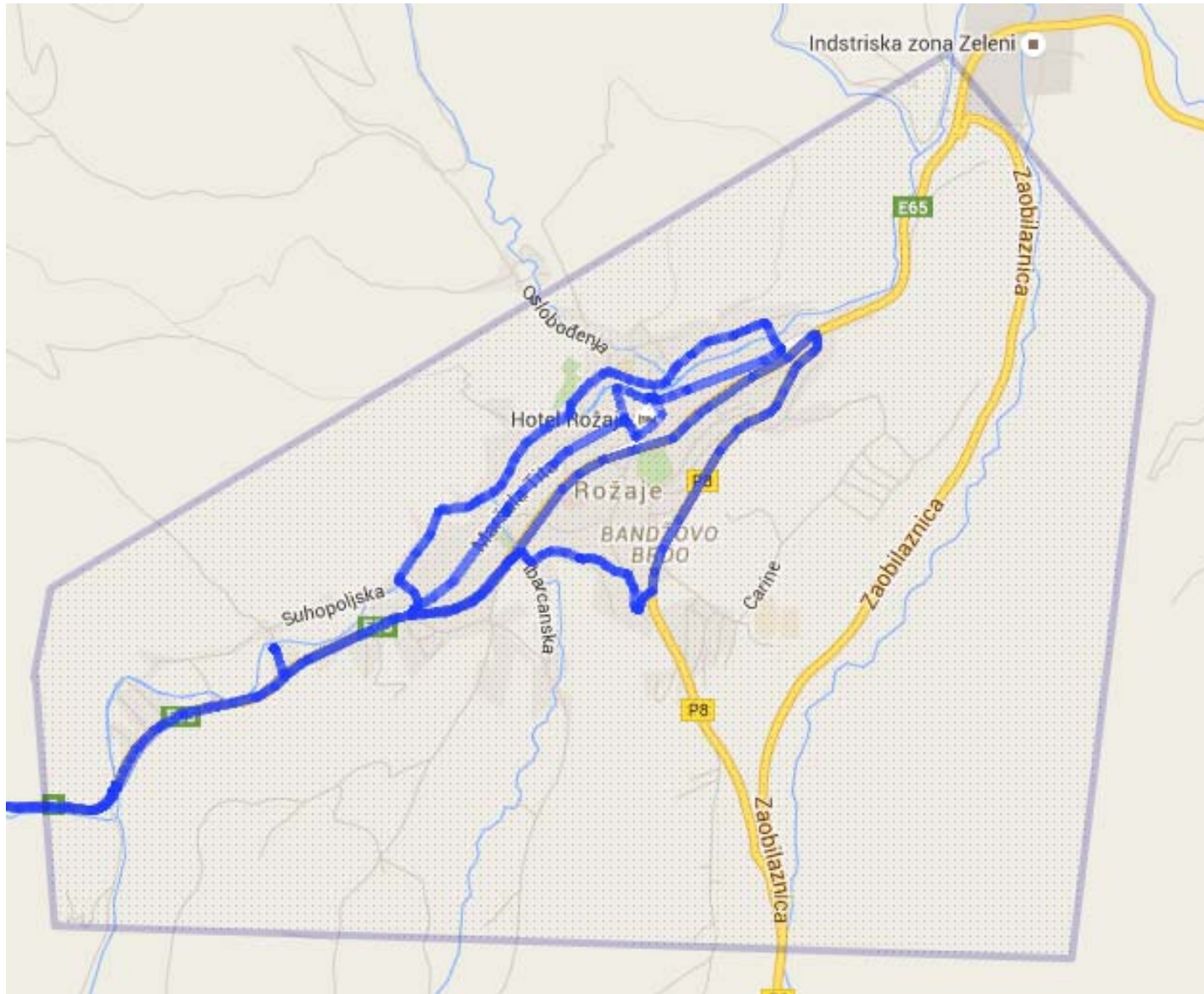
Berane



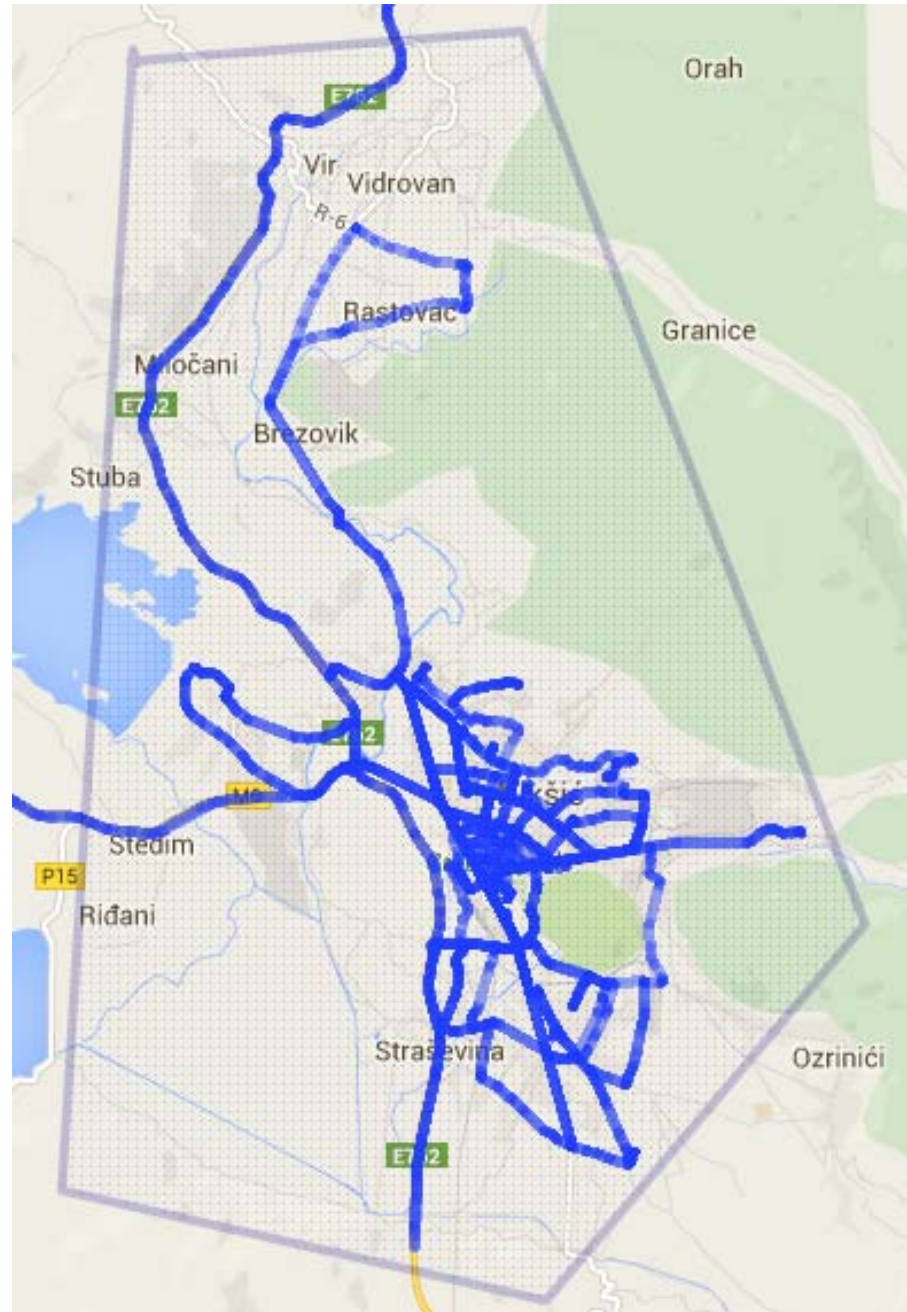
Bijelo Polje



Rožaje



Nikšić



Cetinje



Danilovgrad



Podgorica

