

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. 17. Prilog 1 - Tabela preporučenih vrijednosti str. 18. 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	Putni pravci: <ul style="list-style-type: none">• Podgorica - Ulcinj - Herceg Novi• Hereceg Novi - Nikšić - Žabljak - Pljevlja• Pljevlja - Tomaševo - Bijelo Polje - Berane - Rožaje• Rožaje - Berane - Plav - Gusinje - Podgorica• Podgorica - Danilovgrad - Nikšić• Podgorica - Cetinje - Budva Gradovi: <ul style="list-style-type: none">• 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	Mjerenja su obavljena u pokretu (drive test) duž mjerne rute čiji se prikaz nalazi u Prilogu 2. Korišćeno je 6 mjernih mobilnih terminala SAMSUNG Galaxy S3. 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

	<p>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 3000 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 3000-4000 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 uzetko između 18800-27700 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</p>

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 odslikava brzine koje korisnik ima prilikom pristupanja gore navedenim http stranicama. Razlika između broja uzoraka po 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	3043	2977	3069
neuspješni	14	10	9
Ukupno uzoraka	3057	2987	3078
procenat neuspješnosti [%]	0,5	0,3	0,3
interval pouzdanosti rezultata [%] sa sigurnošću od 99%	0,2-0,9	0,1-0,7	0,1-0,6

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	3022	2950	3053
neuspješni	21	27	10
Ukupno uzoraka	3043	2977	3063
procenat neuspješnosti [%]	0,7	0,9	0,3
interval pouzdanosti rezultata [%] sa sigurnošću od 99%	0,4-1,2	0,5-1,5	0,1-0,7

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	2968	2891	2904
Vrijeme uspostavljanja poziva veće od 6s	25	56	99
Ukupno uzoraka	2993	2947	3003
procenat uspostavljenih poziva u intervalu od 0s do 6s	99,2	98,1	96,7
interval pouzdanosti rezultata [%] sa sigurnošću od 99%	98,6-99,5	97,4-98,7	95,8-97,5

4. Telephony Cut-off Call Ratio [%] - vjerovatnoća da se uspješan pokušaj ostvarivanja poziva prekine, a da prekid ne iniciraju korisnik pozivalac i 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	3016	2894	3047
neuspješni	6	54	6
Ukupno uzoraka	3022	2948	3053
procenat neuspješnosti	0,2	1,9	0,2
interval pouzdanosti rezultata [%] sa sigurnošću od 99%	0,1-0,5	1,3-2,6	0,1-0,5

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)	3461	2776	4120
neuspješni (no service)	40	49	33
uspješno uspostavljene, ali prekinute sesije (dropped) * prikazano zbog izračunavanja ukupnog broja uzoraka	289	176	163
Ukupno uzoraka	3790	3001	4316
procenat neuspješnosti	1,1	1,6	0,8
interval pouzdanosti rezultata [%] sa sigurnošću od 99%	0,7-1,6	1,1-2,3	0,5-1,2

2. **FTP Data Success Rate download [%]** - uspješnost 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)	3683	2969	4268
neuspješni (bad request)	12	52	24
Ukupno uzoraka	3695	3021	4292
procenat uspješnosti	99,7	98,3	99,4
interval pouzdanosti rezultata [%] sa sigurnošću od 99%	99,3-99,9	97,6-98,8	99,1-99,7

3. FTP Data Success Rate upload - uspješnost 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)	3588	2865	4266
neuspješni (bad request)	152	49	13
Ukupno uzoraka	3740	2914	4279
procenat uspješnosti	95,9	98,3	99,7
interval pouzdanosti rezultata [%] sa sigurnošću od 99%	95,0-96,7	97,6-98,9	99,4-99,9

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)	23355	18784	27530
neuspješni (bad request)	110	66	109
Ukupno uzoraka	23465	18850	27639
procenat uspješnosti	99,5	99,6	99,6
interval pouzdanosti rezultata [%] sa sigurnošću od 99%	99,4-99,6	99,5-99,8	99,5-99,7

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

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

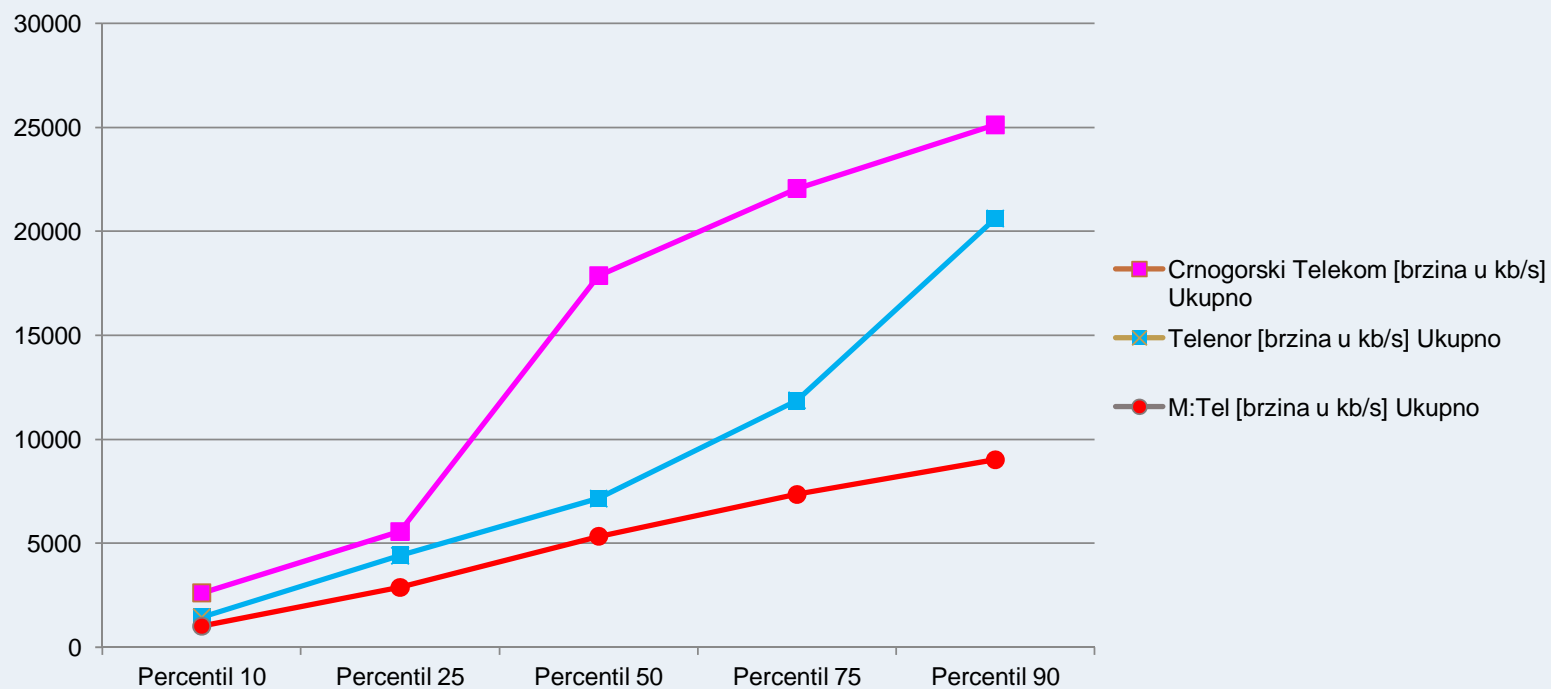
- pregled po percentilima*:

Operator	Telenor (brzina u kbit/s)	m:tel (brzina u kbit/s)	Crnogorski Telekom (brzina u kbit/s)
percentil 10	1444,92	1014,32	2618,1
percentil 25	4409,4	2877,1	5567,125
percentil 50	7156,7	5327,6	17866,95
percentil 75	11866,7	7355,9	22061
percentil 90	20631,32	9019,36	25128,9
Ukupno uzoraka	3683	2969	4286

*Pojasňjenje 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 - **Ukupno** (gradovi i putevi)

28



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	1005,1032	508,7744	2738,7272
percentil 25	1461,024	801,72	5185,082
percentil 50	6717,504	1195,736	30491,312
percentil 75	9846,152	1615,136	34420,168
percentil 90	11409,464	1770,0144	36625,93
Ukupno uzoraka	3588	2865	4264

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

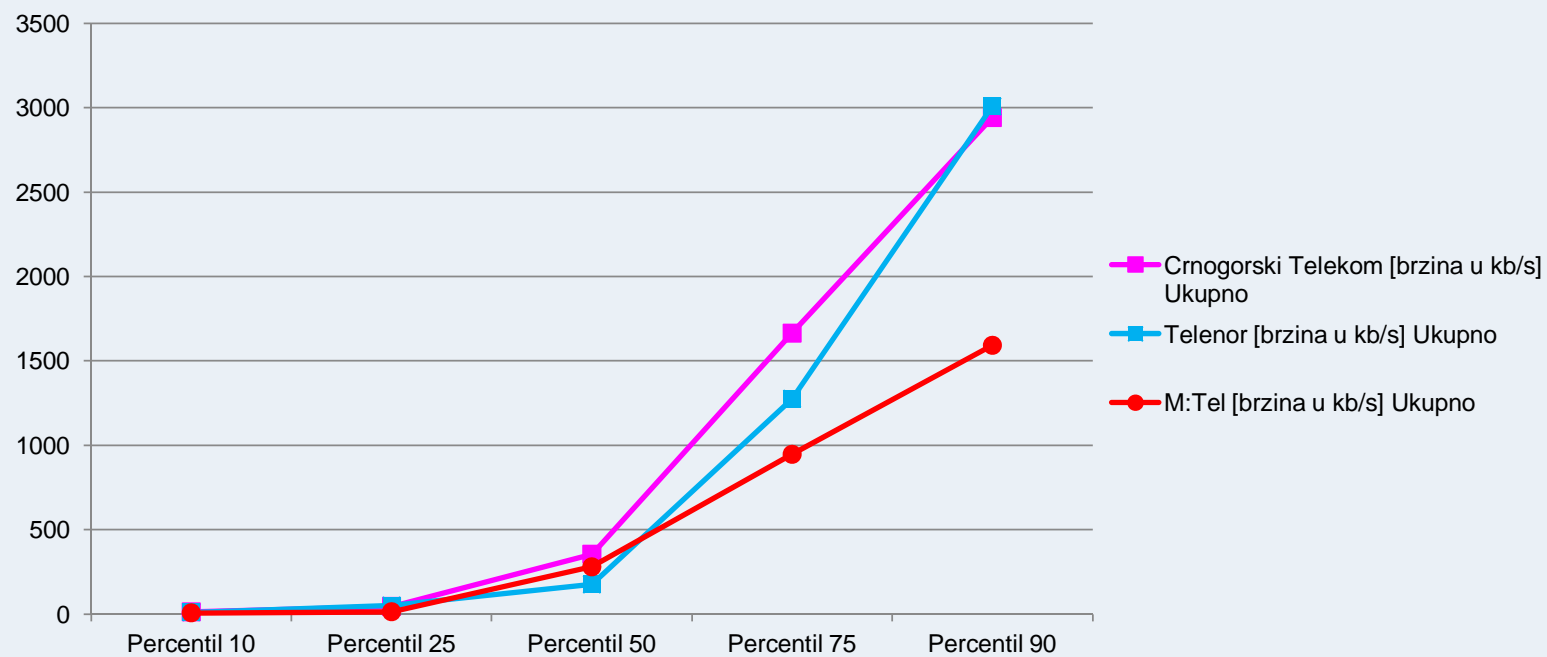
$$\text{HTTP Mean Data Rate download [kbit/s]} = \frac{\text{veličina transfera podataka (testnog fajla) [kbit]}}{(\text{vrijeme završetka upload-a fajla} - \text{vrijeme početka upload-a fajla}) [\text{s}]}$$

- pregled po percentilima:

Operator	Telenor (brzina u kbit/s)	m:tel (brzina u kbit/s)	Crnogorski Telekom (brzina u kbit/s)
percentil 10	11,3	8	13,4
percentil 25	51,2	14,4	45,6
percentil 50	176,2	280,3	355,3
percentil 75	1276,65	946,8	1664,425
percentil 90	3007,46	1592,38	2941,22
Ukupno uzoraka	23355	18784	27530

HTTP Mean Data Rate download – **Ukupno** (gradovi i putevi)

30



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 2%
Telephony Service Non-Accessibility	%	manja od 4%
Telephony Setup Time	s	više od 95% uzoraka u okviru 0 - 6s
Telephony Cut-off Call Ratio	%	manja od 4%
SERVIS PODATAKA		
PDP Context Activation Failure Ratio	%	manja od 2%
FTP Data JOB Success Rate download	%	veća od 96%
FTP Data JOB Success Rate upload	%	veća od 96%
HTTP download data Success Rate	%	veća od 96 %

Prilog 2: Mjerne rute

