

## OBEZBJEĐENJE OPTIMALNOG STEPENA ZADOVOLJSTVA KORISNIKA U USLOVIMA ZAGUŠENJA 3G MREŽA

Bojana Strunić, Željko Jungić  
Telekomunikacije Republike Srpske, a.d. Banjaluka

**Sadržaj:** *Mobilni 3G operatori danas su suočeni sa eksponencijalnim rastom paketskog saobraćaja i sa velikim protocima podataka. Veliko povećanje paketskog saobraćaja nije praćeno adekvatnim rastom prihoda, koji bi pokrili velike troškove proširenja mrežnih kapaciteta. Ovaj rad daje korisne sugestije kako da se pravilnim upravljanjem performansama mreže i zagušenjima u mreži obezbijedi veći kvalitet servisa (QoS) i optimalan stepen zadovoljstva korisnika (QoE), uz minimalne troškove proširenja mrežnih kapaciteta.*

**Ključne riječi:** *stepen zadovoljstva korisnika (QoE), upravljanje zagušenjima, kvalitet servisa (QoS), ključni indikatori performansi (KPIs)*

### 1. Uvod

Iako kod nas još nije primjetna ekspanzija mobilnog širokopojsanog pristupa, kao što je to slučaj sa fiksnim DSL pristupom, gotovo je izvjesno da će, slično kretanjima u razvijenom svijetu, uskoro doći do eksplozije zahtjeva za mobilnim IP aplikacijama. Ovaj trend je dobrim dijelom uzrokovan razvojem i pojavom na tržištu novih, moćnih korisničkih terminala. Aplikacije koje su ranije bile uglavnom rezervisane za fiksni širokopojsni pristup, tj. za rad od kuće ili eventualno iz kancelarije, sve više se koriste sa aerodroma, restorana, iz automobila, tj. postaju mobilne. Korisnici traže slobodu pristupa Internetu i pretraživanja Web sadržaja, mogućnost slanja slika i video poruka, gledanje TV programa i drugih video sadržaja, sa bilo kog mjesta i u bilo koje vrijeme.

Popularne i najčešće korišćene servise, koji nisu tražili velike kapacitete i koji su operatorima bili glavni izvori prihoda (tradicionalni govorni servis, SMS i MMS poruke, e-mail i Web pretraživanje relativno malih sadržaja), sve više zamjenjuju napredne aplikacije kao što su: audio i video *streaming*, *on-line* igrice, pristup društvenim mrežama (*Facebook*) ili Intrenet pristup raznovrsnim video sadržajima i TV kanalima. Brojna istraživanja na globalnom telekomunikacionom tržištu potvrđuju ovaj trend i ukazuju na izuzetno visoke stope rasta prenosa podataka u mobilnim 3G mrežama.

### 2. Glavni problemi i izazovi sa kojima se danas susreću mobilni operatori

Eksponencijalni rast paketskog (*data*) saobraćaja u bežičnom okruženju, koji zahtjeva velike bitske protoke i dodatni propusni opseg, operatorima nameće značajna

investiciona ulaganja u proširenje kapaciteta u radio pristupnom, transportnom i upravljačko-komutacionom dijelu mreže, kako bi se obezbijedio zadovoljavajući kvalitet servisa.

Nagli rast *data* saobraćaja nije praćen adekvatnim rastom prihoda, koji bi pokrili troškove proširenja mrežnih kapaciteta. Tako je npr. količina prenesenih podataka unutar 3G mreža u 2009. godini bila, u zavisnosti od regiona, veća 6 do 14 puta u odnosu na prethodnu godinu, dok se, istovremeno, povećanje prihoda kretalo između skromnih 10 i 30 procenata. Veliki jaz između zahtjeva za velikim propusnim opsezima i ostvarenih prihoda, predstavlja ozbiljan problem, kada je u pitanju isplativost izgradnje i proširenja kapaciteta 3G mobilnih mreža, a posebno za nove operatore na tržištu.

Povećan broj korisnika sa zahtjevnim aplikacijama, sa sve dužim prosječnim vremenom trajanja sesija, uz velike bitske protoke, često dovode dijelove mreže do zagušenja, kada značajan broj korisnika doživljava neugodno iskustvo u pogledu kvaliteta servisa.

U ovakvim uslovima, praćenje intenziteta saobraćaja, pravovremeno uočavanje neregularnosti i zagušenja u mreži, te upravljanje performansama mreže i poduzimanje adekvatnih mjera na otklanjanju problema, postaju od izuzetne važnosti. Drugim riječima, mobilni 3G operatori moraju neprekidno voditi računa o performansama mreže i pravilno upravljati zagušenjima, kako bi se ostvario što veći kvalitet pruženih usluga (QoS – *Quality of Service*) i podigao stepen zadovoljstva korisnika pruženim uslugama (QoE – *Quality of Experience*).

### **3. Metode praćenja performansi i upravljanja zagušenjima u 3G mobilnim mrežama**

Način praćenja i upravljanja performansama mreže preko NMS (*Network Management System*) sistema dominantno utiče na kvalitet pruženih servisa i postaje ključni mehanizam za upravljanje QoE konceptom i postizanje optimalnog stepena zadovoljstva korisnika.

Upravljanje QoE konceptom, sa tehničkog aspekta, podrazumjeva efikasno praćenje ključnih indikatora performansi mreže (KPIs – *Key Performance Indicators*), uz adekvatne popratne analize, čime se omogućuje kvalitetna optimizacija mreže (otkrivanje problema i grešaka u optimizaciji), otkrivanje neispravnosti mrežnih elemenata, kao i pravovremena lokalizacija problematičnih područja u radio podsistemu, transportnom i upravljačko-komutacionom dijelu mreže koja prouzrokuju zagušenje sistema.

Da bi se ostvario i održao visok QoE u 3G mrežama, operatori trebaju izabrati efikasne algoritme praćenja performansi, posebno vodeći računa o najznačajnim vremenskim intervalima i nivoima mreže u kojima se prate performanse i intenzitet saobraćaja. Pri tome se trebaju fokusirati na ključne QoE metrike (faktore koji doprinose zapažanju krajnjeg korisnika i utiču na njegovu percepciju servisa), odnosno na vrijednosti KPI parametara koji neposredno određuju najvažnije QoE metrike.

Ključne QoE metrike u 3G mrežama se najčešće grupišu u dvije kategorije: QoE metrike pouzdanosti (*Reliability* QoE), koje su vezane za dostupnost mreže i servisa i QoE metrike kvaliteta (*Quality* QoE), koje se odnose na kvalitet servisa za vrijeme njegove isporuke. Najvažnije među njima su: dostupnost servisa, tj. uspješnost uspostave servisa (*service accessibility*) i kontinuitet servisne konekcije, tj. procenat prekinutih veza/sesija (*continuity of service or service drop ratio*).

Dostupnost servisa je QoE metrika koju direktno određuju odgovarajući *Accessibility* KPI parametri, koji određuju uspješnost uspostave RRC (*Radio Resource Control*) konekcije i uspješnost uspostave RAB (*Radio Access Bearer*) nosioca po pojedinim servisima (govorni poziv, video poziv, paketski IP servisi itd).

Kontinuitet servisne konekcije je QoE metrika koju takođe direktno određuju odgovarajući *Retainability* KPI parametri po pojedinim servisima. Na stepen prekinutih veza utiče i uspješnost procedure *handover*-a, gdje se kao najvažniji posmatraju *Mobility* KPI parametri koji određuju uspješnost *soft handover*-a kao i *Inter-system handover*-a prema GSM odnosno GPRS sistemu.

Postoje i druge QoE metrike, koje se uglavnom određuju na osnovu testnih konekcija po pojedinim UMTS servisima i popratnih analiza na odgovarajućim sistemima za monitoring servisa. To su: vrijeme uspostave poziva/sesije, prosječna bitska brzina, prosječno kašnjenje s kraja na kraj veze, varijacija kašnjenja, gubitak informacije itd. Ove QoE metrike nemaju pojednaku težinu i važnost za sve UMTS servise. Tako su, na primjer, malo kašnjenje i mala varijacija kašnjenja važni za aplikacije konverzijske klase (govorni i video poziv). Mala varijacija kašnjenja je takođe veoma bitna za audio i video *streaming*, ali je npr. manje značajna za Web i WAP pretraživanja, koja zahtjevaju da je prenos slika i drugih multimedijalnih sadržaja dovoljno brz, odnosno da je kašnjenje u prenosu prihvatljivo za interaktivno korištenje. Za aplikacije *background* klase (e-mail, *file transfer*) kašnjenje nije toliko važno jer krajnji korisnik obično nema potrebu da podaci budu isporučeni u tačno specificiranom vremenu. Kod ovih aplikacija najbitniji je integritet i vjerodostojnost podataka tj. pouzdanost prenosa.

Naravno, sve ove QoE metrike su bitne i treba ih često mjeriti te u skladu sa otkrivenim nepravilnostima poduzimati konkretne aktivnosti na njihovom rješavanju, ali se operatori, u cilju efikasnosti, prilikom svakodnevnog praćenja performansi, moraju fokusirati na pomenute ključne QoE metrike, odnosno KPI parametre i izgraditi efikasne algoritme za praćenje performansi i intenziteta saobraćaja, pravilno rangirajući nivoe mreže i vremenske intervale u kojima se oni uzimaju.

Usmjeravanje pažnje na zagušenja u mreži i lociranje kritičnih tačaka gdje se ona najčešće pojavljuju, kao i pronalaženje efikasnih algoritama za upravljanje zagušenjima koji vode ka smanjenju njihovog intenziteta, trajanja i učestalosti, pokazuju se kao moćno sredstvo za povećanje stepena zadovoljstva korisnika.

Kritične tačke podložne zagušenjima operatori mogu efikasno identifikovati svakodnevnim praćenjem intenziteta saobraćaja na nekom višem nivou 3G mreže, npr. na nivou RNC-a, kako bi odredili vremenske periode, tj. sate u kojima se generiše najveći CS (*Circuit Switched*) i PS (*Packet Switched*) saobraćaj (radnim danom i vikendom). U identifikovanim satima najvećeg saobraćaja, treba pratiti njegov intenzitet na nivou svake ćelije u oblasti određenog RNC-a i odrediti ćelije sa najvećim saobraćajnim opterećenjem. To su ujedno i ćelije koje opslužuju veliki broj korisnika, među kojima su po pravilu i oni, za operatora, najznačajniji. Praćenje i blagovremeno uočavanje degradiranih vrijednosti KPI parametara na ovim ćelijama u satima najvećeg opterećenja ima veliku važnost za upravljanje stepenom zadovoljstva korisnika CS servisa, ali još više kad su u pitanju PS servisi.

Paketski IP servisi, koji zahtjevaju mnogo veće propusne opsege i kapacitete u odnosu na tradicionalni govorni servis, uzrok su zagušenja u satima najvećeg intenziteta saobraćaja, tako da se nameće potreba za upravljanjem profilom korisnika na kritičnim

tačkama i dodjeljivanjem resursa prema važnosti servisa, potpisanim SLA ugovorima i značaju korisnika za operatora.

Na izbjegavanje zagušenja i upravljanje ograničenim resursima u registrovanim kritičnim zonama, operatori u velikoj mjeri mogu uticati preko PS *core* dijela mreže, primjenom odgovarajućih politika dinamičkog i automatskog upravljanja resursima, odnosno dozvoljenim protocima, u skladu sa ustanovljenim korisničkim profilima i precizno definisanim SLA (*Service Level Agreement*) ugovorima. Ovo zahtijeva prethodno uvođenje sistema različitih korisničkih profila i diferencijacije korisnika u skladu sa SLA ugovorima tj. ugovorenom maksimalnom količinom podataka, maksimalnim protocima i zahtjevanim kvalitetom za pojedine servise, a posebno u satima najvećeg opterećenja.

Politika kako će se tretirati pojedini korisnici u periodu zagušenja i kako će se dodjeljivati resursi ostaje na operatoru. Postoji mnogo modela dodjele resursa u toku zagušenja, baziranih na potrebama korisnika i njihovom doprinosu ukupnom prihodu operatora. Npr. operator može umanjiti protoke za korisnike koji su se složili da plaćaju manje za negarantovane klase servisa i dati prioritet, odnosno obezbijediti dodatne resurse za one korisnike koji su platili više za pojedine servise sa ugovorenim visokim kvalitetom.

Jedna od usvojenih politika može biti i da se preko PS *core*-a, odnosno preko SGSN-a, obavlja monitoring paketskih sesija onih korisnika koji se nađu u identifikovanim zonama zagušenja, da se ispituje njihov korisnički profil i provjerava da li način na koji oni koriste prenos podataka odgovara profilu dogovorenom sa operatorom. Ako se ustanovi da su oni premašili dogovorene limite mreža će reagovati i smanjiti njihove protoke. Cilj ispitivanja korisničkih profila u oblasti zagušenja i blago korigovanje protoka korisnicima koji su premašili dogovorene limite jeste da se umanjí zagušenje i to na način da se manjem broju korisnika koji su zauzeli najveći dio opsega, smanji protok podataka kako bi preostali veći broj korisnika, sa manjim protocima, nesmetano nastavio sa svojim sesijama. Stepén zadovoljstva manjeg broja korisnika kojima je redukován protok biće neznatno umanjén, ali svi ostali korisnici u zoni uočenog zagušenja neće doživjeti negativno iskustvo po pitanju kvaliteta servisa.

Dinamičko upravljanje dozvoljenim protocima u skladu sa definisanim korisničkim profilima omogućuje veći QoE i bolje ga usklađuje sa ostvarenim prihodima. Naime, metode naplate servisa u skladu sa sistemom diferencijacije korisnika prema različitim SLA ugovorima pokazuju se daleko boljim od uobičajenog, tzv. *flat rate* načina naplate i dodjeljivanja opsega za sve korisnike podjednako. *Flat-rate* način naplate pokazuje niz nedostataka jer u isti položaj stavlja korisnike koji prenose važne poslovne podatke i informacije i korisnike koji npr. pristupaju društvenim mrežama, online igricama, obavljaju *download* raznovrsnih zabavnih sadržaja. Dinamičko upravljanje resursima obezbjeđuje najvažnijim tj. najprofitabilnijim korisnicima, bolje performanse i veći stepén zadovoljstva, istovremeno vodeći računa o svim ili većini korisnika koji se zateknu u zonama zagušenja.

U razvijenim 3G mrežama, sa velikom zastupljenošću IP servisa, u cilju unapređenja QoE, uvode se novi automatski sistemi za upravljanje IP saobraćajem. Ovi savremení sistemi za monitoring i upravljanje IP aplikacijama, kao sastavni dijelovi inteligentnih IMS platformi, omogućavaju praćenje tokova IP paketa svake pojedinačne paketske sesije u realnom vremenu, na nivou ćelije, što daje mogućnost identifikacije korisnika sa IP aplikacijama koje su glavni uzrok pojave zagušenja. U skladu s tim ovi

sistemi mogu automatski reagovati i obustaviti kritičnu IP aplikaciju konkretnom korisniku i istovremeno ga putem e-mail-a ili SMS-a informisati o poduzetim akcijama.

#### 4. Primjer praćenja performansi i upravljanja QoE konceptom u m:tel UMTS mreži

Algoritam praćenja ključnih indikatora performansi i funkcionisanja m:tel UMTS mreže navodimo kao primjer i ilustraciju metoda za upravljanje QoE konceptom i postizanje optimalnog stepena zadovoljstva korisnika.

Za sada se u m:tel UMTS mreži, pored govornog i *messaging* servisa, najviše koriste servisi Web i WAP pretraživanja, koji su naročito popularni među mlađom populacijom, dok su servisi poslovnih korisnika najčešće: pristup e-mail-u i bazama podataka u kompanijskim mrežama i *file transfer*, tj. prenos poslovnih podataka i informacija. Ovo potvrđuju i sistemska mjerenja na Iu-PS interfejsu, koja pokazuju da se gotovo svi 3G paketski servisi mogu raspodijeliti na interaktivnu i *background* klasu. Bilježi se i određen procenat servisa iz *streaming* klase ali je on za sada jako mali. Naime, u m:tel UMTS mreži postoji mogućnost *streaming*-a različitih audio i video sadržaja dostupnih na Internetu ali *streaming* nije definisan kao posebna vrste usluga u smislu tarifiranja.

Sistemska mjerenja na Iu-PS interfejsu nedvosmisleno pokazuju da su zainteresovanost za paketske servise i količina prenesenih podataka u m:tel mreži u značajnom porastu. Na početku 2010. god. količina prenesenih podataka na Iu-PS interfejsu iznosila je oko 40 GB, a u oktobru oko 80 GB, pri čemu je ukupna količina prenesenih podataka, u istom periodu, mjerena na Gn interfejsu, porasla sa 70 GB na približno 120 GB, posmatrano na dnevnom nivou.

Da bi se postigao i održao visok QoE u m:tel UMTS mreži, neophodno je efikasno i pravovremeno otkrivati i lokalizovati probleme u optimizaciji mreže i interoperabilnosti UMTS i GSM mreže, kao i zagušenja u pojedinim dijelovima mreže, kroz svakodnevno praćenje KPI parametra. Napori su usmjereni na snimanje ranije pomenutih ključnih QoE metrika, odnosno ključnih KPI parametra i uvođenje efikasnih algoritama za praćenje performansi i intenziteta CS i PS saobraćaja, koji u obzir uzimaju važnosti nivoa mreže i vremenskih intervala u kojima se oni prate.

Nominalne vrijednosti posmatranih KPI parametara predstavljaju osnovne ulazne podatke za planiranje kapaciteta i resursa za odgovarajuće servise. Za KPI parametre u m:tel UMTS mreži su na osnovu testiranja i dobijenih garancija od proizvođača opreme, određene nominalne vrijednosti, navedene u sljedećoj tabeli:

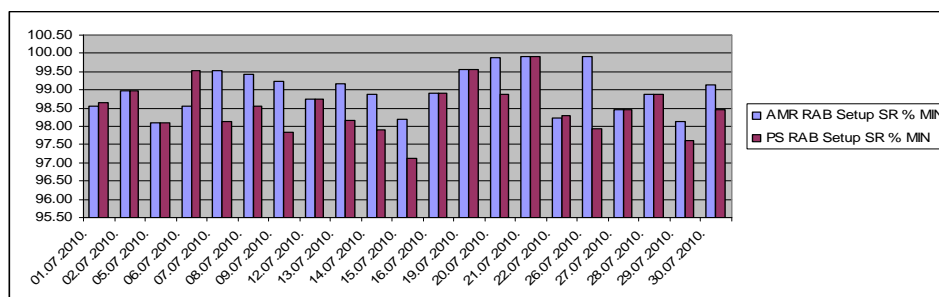
KPI	KPI Class	Network Target
<i>RRC Setup Success Ratio (service)</i>	<i>Accessibilty</i>	>98%
<i>AMR RAB Setup Success Ratio</i>	<i>Accessibilty</i>	>98%
<i>VP RAB Setup Success Ratio</i>	<i>Accessibilty</i>	>98%
<i>PS RAB Setup Success Ratio</i>	<i>Accessibilty</i>	>98%
<i>AMR Call Drop Ratio</i>	<i>Retainability</i>	<2%
<i>VP Call Drop Ratio</i>	<i>Retainability</i>	<2%
<i>PS Service Drop Ratio</i>	<i>Retainability</i>	<2%
<i>Soft Handover Success Ratio</i>	<i>Mobility</i>	>98%
<i>CS Inter-system Handover Success Ratio</i>	<i>Mobility</i>	>95%
<i>PS Inter-system Handover Success Ratio</i>	<i>Mobility</i>	>95%

Pri mjerenju KPI parametara veoma je važno pravilno odabrati učestalost i vremensko trajanje intervala mjerenja. Što je mjerenje KPI vrijednosti učestalije, tj. u manjim vremenskim intervalima, operator ima bolji uvid u funkcionisanje posmatranog servisa, ponašanje korisnika u određenom dijelu dana, interakciju između posmatranog i ostalih servisa u mreži, itd. Isto tako, u slučaju pada KPI vrijednosti ispod nominalnih, operator može bolje vremenski da odredi pojavu neregularnosti u mreži i eventualno odredi uzrok i način za prevazilaženje problema. Međutim, mjerenje vrijednosti KPI parametara sa malim vremenskim razmacima, na nivou svake ćelije u mreži, predstavlja suviše obiman i nepraktičan posao, pa je zato neophodno pridržavati se nekog bržeg i efikasnijeg algoritma, koji će obezbijediti dovoljno kvalitetno praćenje performansi mreže.

Referentne vrijednosti KPI parametara najčešće su maksimalna i minimalna vrijednost u toku dana, vrijednost u času najvećeg opterećenja itd. U nastavku ćemo prikazati usvojene metode i neke primjere praćenja performansi i intenziteta saobraćaja u BiH m:tel UMTS mreži.

Na nivou RNC-a se svakodnevno obavlja monitoring ključnih KPI parametara i intenziteta saobraćaja sa vremenskim korakom od jednog sata ili 30 minuta. Ovako se veoma brzo i efikasno uočava da li postoji neki problem na nivou RNC-a, pa se gotovo trenutno mogu preduzeti dalji koraci i vršiti dublje analize u cilju otkrivanja i rješavanja problema. U ovom radu su dati primjeri praćenja nekih ključnih KPI parametara za RNC u Banjaluci (RNC BL), za mjesec jul 2010. god.

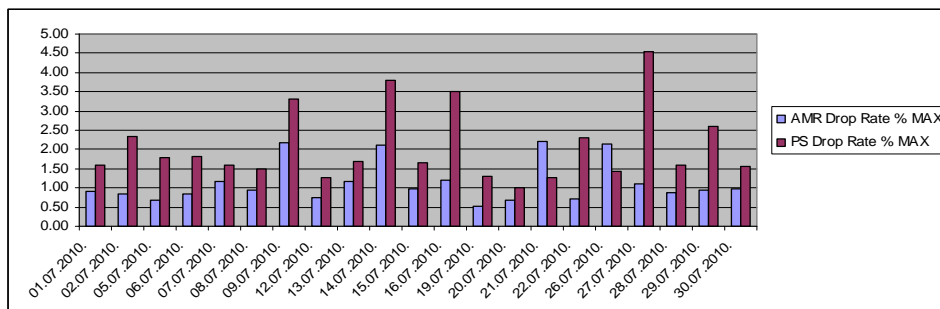
Praćeno je kretanje uspješnosti uspostave veze za govorni (AMR) poziv i za paketske servise u dnevnom času najvećeg opterećenja (od 11 do 12h) i kretanje minimalnih vrijednosti ovih KPI parametara. U suštini, praćena je uspješnost uspostave RAB nosioca, jer se kod procedure uspostave RRC konekcije uglavnom ne primjećuju nikakvi problemi. Mjesečna statistika pokazala je da je uspješnost uspostave govornog poziva i paketskih servisa na nivou posmatranog RNC-a, u času najvećeg opterećenja, potpuno u skladu sa nominalnim vrijednostima. Zabilježene minimalne vrijednosti ovih KPI parametara po pojedinim danima (Slika 1) su uglavnom u skladu sa KPI pragovima ili ih blago prelaze i ne mogu se vezati za neke konkretne sate, odnosno dijelove dana.



Slika 1. Minimalne vrijednosti uspješnosti uspostave servisa za RNC BL

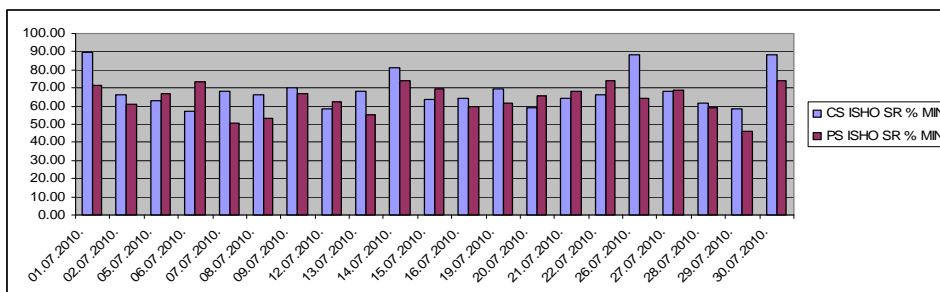
Praćenje stepena palih veza, na nivou posmatranog RNC-a, pokazuje da je stepen palih veza u dnevnom času najvećeg opterećenja za govor i za paketske servise u skladu sa nominalnim vrijednostima. Istovremeno, izmjerene maksimalne vrijednosti ovih KPI parametara u pojedinim danima prelaze dozvoljene pragove (Slika 2). Pojava

maksimalnih vrijednosti za *drop rate* se ne može vezati za konkretne dijelove dana, ali se može primjetiti da je kod paketskih servisa maksimalan *drop rate* često zabilježen u večernjim satima velikog opterećenja.



Slika 2. Maksimalne vrijednosti procenta palih veza za RNC BL

Praćena je i uspješnost inter-sistem handover-a za CS i PS servise za dnevni čas najvećeg opterećenja, kao i kretanje njihovih minimalnih vrijednosti. Statistika *inter-sistem handover-a* ukazuje na postojanje problema interoperabilnosti GSM i UMTS mreže i potrebu njihovog rješavanja. Posebnu pažnju treba obratiti na CS inter-sistem *handover*, koji se u najvećoj mjeri odnosi na govorni *real time* servis. Njegova uspješnost u času najvećeg opterećenja je uglavnom dobra, ali se svaki dan u određenim satima bilježe i njegove minimalne vrijednosti koje su daleko ispod definisanih KPI pragova (Slika 3).



Slika 3. Minimalne vrijednosti uspješnosti inter-sistem handover-a za RNC BL

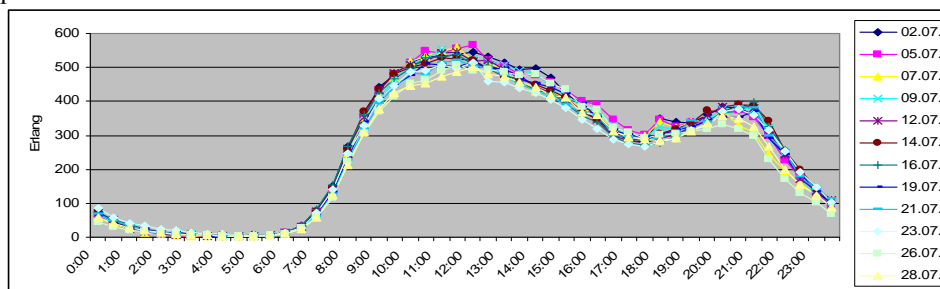
Statistika kretanja intenziteta CS saobraćaja u dnevnom času najvećeg opterećenja, na nivou sva četiti RNC-a u m:tel mreži (Banja Luka, Pale, Bijeljina i Doboj), pokazuje je da je RNC Banaluka najviše opterećen. Na njemu se bilježi intenzitet CS saobraćaja od oko 550 Erlanga, što je daleko više u odnosu na ostala tri RNC-a, na kojima se bilježe intenziteti od oko 80, 150 i 70 Erlanga, respektivno.

Takođe, mjesečna statistika kretanja intenziteta PS saobraćaja pokazuje da se najveća količina podataka prenosi preko RNC-a Banjaluka. Količina prenesenih podataka na ovom RNC-u na dnevnom nivou se kreće između 30 i 40 GB. Drugi po redu je RNC Pale, na kome se količina prenesenih podataka na dnevnom nivou kreće između 30 i 35 GB. Na ostala dva RNC-a bilježi se daleko manji intenzitet PS saobraćaja.

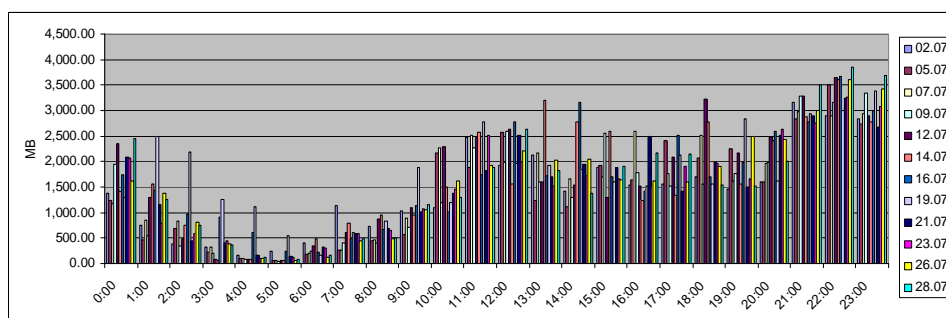
Pored analiza i statistika na nivou RNC-a, svakodnevno se za cijelu UMTS mrežu na nivou ćelije rade mjerenja za dnevni čas najvećeg opterećenja. Analiziraju se rezultati mjerenja saobraćaja i ključnih KPI parametara po pojedinim ćelijama i posebno se izdvajaju ćelije sa smanjenim KPI vrijednostima. Ako se primjeti da se više ćelija iste bazne stanice pojavilo sa sličnim problemom, one se odmah stavljaju na analizu. U takvim situacijama obično se radi o trenutnim problemima u radu odgovarajuće prenosne opreme ili o softverskim problemima u radu same stanice, koji se relativno brzo otklanjaju.

Na sedmičnom i mjesečnom nivou se izdvajaju ćelije koje se ponavljaju po smanjenoj vrijednosti ključnih KPI parametara za pojedine servise. Na taj način se jasno identifikuju i razdvajaju problemi koji se odnose na prekide napajanja, prekide u radu prenosne opreme i softverske smetnje u radu stanice od druge vrste problema koji se obično odnose na greške u optimizaciji povezane sa zahtjevima za velikim saobraćajem za koje ćelija nema dovoljno kapaciteta na Uu ili Iub interfejsu. Takve ćelije se stavljaju na dodatne analize, ispituju se i određuju uzroci problema, te se poduzimaju aktivnosti na njihovom otklanjanju.

Na osnovu mjesečne statistike kretanja intenziteta saobraćaja, identifikovani su sati najvećeg intenziteta CS i PS saobraćaja za RNC BL. Sati najvećeg intenziteta CS saobraćaja radnim danom su periodi od 11 do 12h i od 12 do 13h, a nedjeljom od 20 do 21h, sa intenzitetom CS saobraćaja od približno 550, odnosno 250 Erlanga, respektivno. Sati najvećeg intenziteta PS saobraćaja radnim danom i nedjeljom su periodi od 21 do 22, 22 do 23 i 23 do 24h, unutar kojih se količina prenesenih podataka kreće između 3 i 3.5 GB. Slike 4 i 5 prikazuju kretanje intenziteta CS saobraćaja i količine prenesenih podataka radnim danom za RNC BL.



Slika 4. Kretanje intenziteta CS saobraćaja za RNC BL radnim danom



Slika 5. Kretanje količine prenesenih podataka za RNC BL radnim danom



Analizirane su i ćelije preko kojih se u satima najvećeg opterećenja generiše maksimalni CS saobraćaj na RNC BL. To su najznačajnije ćelije, koje opslužuju najveći broj korisnika i na koje treba obratiti posebnu pažnju. Primjećeno je da se na 20-ak stanica ili oko četvrtine od ukupnog broja, generiše oko 60% CS saobraćaja na RNC BL. Na ćelijama ovih 3G stanica se u satima najvećeg opterećenja bilježi intenzitet između 5 i 15 Erlanga. Parametri kvaliteta na ovim ćelijama, uz rijetka i blaga odstupanja nekih KPI parametara, su uglavnom u skladu sa nominalnim vrijednostima. Primjećeno je da su vrijednosti CS inter-sistem *handover*-a na ovim ćelijama, u satima najvećeg opterećenja, često ispod definisanog KPI praga, što ukazuje na potrebu rješavanje problema CS inter-sistem *handover*-a, jer posmatrane ćelije opslužuju veliki broj korisnika, među kojima su i oni najprofitabilniji.

Urađena je i analiza kojom su izdvojene ćelije na RNC BL preko kojih se u satima najvećeg opterećenja prenosi najveća količina podataka. Primjećeno je da se na 30% stanica, generiše oko 70% ukupnog PS saobraćaja na posmatranom RNC-u. Količina prenesenih podataka na ćelijama ovih 3G stanica u satima najvećeg opterećenja kreće se između 10 i 150 MB, a ponekad dostiže vrijednosti između 400 i 500 MB. Parametri kvaliteta za paketske servise u satima najvećeg saobraćaja na pojedinim ćelijama najviše opterećenih stanica gotovo redovno nisu u skladu sa nominalnim vrijednostima. Na mnogima od njih se bilježi slabija uspješnost uspostave veze za paketske servise ili povećan stepen palih paketskih sesija.

Paketski servisi zahtjevaju mnogo veće propusne opsege i kapacitete u odnosu na tradicionalni govorni servis, tako da ćelije sa velikim paketskim saobraćajem predstavljaju dijelove m:tel UMTS mreže koji su najviše podložni zagušenjima, pa posebnu pažnju treba posvetiti KPI parametrima na ovim ćelijama u satima najvećeg opterećenja. Potrebno je pratiti količinu prenesenih podataka na ovim ćelijama, prosječne i maksimalne ostvarene protoke na *downlink*-u i *uplink*-u, provjeriti jesu li oni dovoljni da odgovore zahtjevima pojedinih servisnih aplikacija, pri čemu posebno treba voditi računa o radio (Uu) interfejsu jer se on po pravilu identifikuje kao "usko grlo". Kod ćelija, na kojima se registruje značajno povećanje bitskih protoka i na kojima često dolazi do degradacije KPI parametara u satima najvećeg opterećenja, moraju se preduzeti aktivnosti na uvođenju dodatnih HSPA kodova ili proširenja licenci po pitanju omogućene brzine prenosa podataka

U m:tel mreži za sada nije uveden sistem različitih korisničkih profila i diferencijacije korisnika u skladu sa SLA ugovorima, ugovorenim maksimalnim protocima i ugovorenim kvalitetom za pojedine servise, niti se primjenjuje sistemsko upravljanje resursima i dozvoljenim protocima u zonama zagušenja, u skladu sa definisanim korisničkim profilima. Dinamičko upravljanje resursima, odnosno dozvoljenim protocima u skladu sa definisanim korisničkim profilima omogućilo bi bolji stepen zadovoljstva korisnika i uskladilo stepen pruženog kvaliteta usluga sa ostvarenim prihodima.

S obzirom da se u m:tel mreži bilježi trend rasta prenosa podataka kao posljedica uvođenja raznovrsnih širokopoljnih IP servisa, koji će u narednom periodu bez sumnje biti još intenzivniji, kao neizbježno se nameće potreba za uvođenjem sistema diferencijacije korisnika u skladu sa SLA ugovorima i primjena principa sistemskog upravljanja dozvoljenim protocima u zonama zagušenja, u skladu sa definisanim korisničkim profilima.

## 5. Zaključak

Bez kontinuiranog i efikasnog praćenja ključnih parametara performansi mreže, pronalazjenja uzroka i mjesta zagušenja te ublažavanja posljedica zagušenja primjenom adekvatne politike i softverskih paketa za određivanje profila korisnika, bila bi potrebna daleko veća kapitalna ulaganja u proširenje kapaciteta mreže, da bi se izašlo u susret zahtjevima za velikim protocima i obezbijedio ogovarajući kvalitet pruženih *data* servisa. Uvođenje pravilnih metoda kontrole mrežnih kapaciteta i njihovih performansi te primjena odgovarajućih politika raspodjele resursa u zonama zagušenja mogu, prema studijama koje su radili neki veliki mobilni operatori i proizvođači opreme, smanjiti budžete neophodne za proširenje kapaciteta mreže između 10 i 25 procenata.

## Literatura

- [1] David Soldani, Man Li, Renaud Cuny, "QoS and QoE Management in UMTS Cellular Systems", John Wiley & Sons, LTD, 2006
- [2] William C. Hardy, "QoS Measurement and Evaluation of Telecommunications Quality of Service", John Wiley & Sons, LTD, 2001
- [3] "Procena zadovoljstva korisnika servisima u mobilnoj mreži", Nevena Ninković, Telekomunikacioni forum TELFOR, Beograd 2007
- [4] "Opportunity in the Air, Congestion Management and the Mobile Broadband Revolution", Tecelec, White paper, 2010
- [5] "Improving QoE with an Intelligent Look into Wireless Network Capacity", Patrick McCabe, Senior Product Marketing Manager for Policy Solutions, Alcatel-Lucent; Kevin Weaver, Senior Product Marketing Manager of Network and Service Management, Alcatel-Lucent

**Abstract:** *3G mobile operators nowadays are faced with an exponential growth of data traffic and high data throughputs. This enormous growth of data traffic is not followed with an appropriate rise of revenue which would cover high costs for increasing network capacity. This paper gives some useful suggestions how proper management of network performance and congestion problems can ensure the higher quality of service (QoS) and optimal quality of customer experience (QoE) keeping the minimal investment cost for demanding upgrade of system capacity.*

**Keywords:** *quality of experience (QoE), congestion management, quality of service (QoS), key performance indicators (KPIs)*

### PROVIDING OPTIMAL QUALITY OF CUSTOMER EXPERIENCE IN TERMS OF CONGESTION PROBLEMS IN 3G MOBILE NETWORKS

Bojana Strunic, Zeljko Jungic