

Strategije LTE evolucije

Goran Đukanović, *Member, IEEE*

Sadržaj — LTE (Long Term Evolution) će nesumnjivo donijeti mnoge prednosti kao što je povećan QoE (Quality of Experience), manja cijena po prenesenom bitu, novi način pristupa i povećan kapacitet, te ostale mnogobrojne tehničke i ekonomske pogodnosti. Da li je vrijeme da se uvede u regionu i na koji način je to najbolje izvesti, sasvim je drugo pitanje, posebno u okruženju i vremenu u kojem se nalazimo i trenutnom stanju operatora sa značajnom tržišnom snagom. Pristup operatora poslovnim potezima ovog obima mora i može biti jedino strateški. Ovaj rad bavi se nekim od pitanja koja se otvaraju i postavljaju pred operatora kada se nađe ispred odluke o LTE - da ili ne, kada i kako ga uvesti? Biće izvršena analiza LTE tehnologije sa stanovišta tehničkih performansi, cijene, trenutnog statusa i zahtjeva tržišta.

Ključne reči — 3G, Beyond 3G, HSDPA, LTE, Strategy.

I. UVOD

KAKO se nalazimo u predvečerju velike bitke oko tržišta 3G i WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) [1] tehnologije [2], sada je već jasno da konačno rješenje neće biti egzaktan odgovor tipa crno ili bijelo. Mreže će koegzistirati, zavisno od stanja na terenu i praktičnih potreba. Pred svitanjem smo 4G ere komunikacija i jasno je da će pod tu kapu stati mnoge tehnologije, prije svega zato što nema tehnologije koja obezbjeđuje kompletno pokrivanje pod istim uslovima niti zadovoljava sve potrebe po istoj cijeni. Zbog toga je jedno vrijeme obezbijedena budućnost različitim heterogenim strukturama, uključujući, WiMAX, 2G, 3G, femtoćelije, LTE. WiMAX trenutno opstaje, naročito na tržištima u razvoju, ruralnim oblastima i uopšte nepokrivenim oblastima kao alternativni širokopojasni pristup. WiMAX je trenutno zastupljen u vidu instalisane baze od 592 mreže u 148 zemalja [1]. Svojevremeno se pojavio sa jedinstvenim poslovnim modelom i time sebi osigurao opstanak. WiMAX je prvi koncept koji je pretpostavio mobilni širokopojasni pristup kao primarnu korisničku primjenu a ne mobilni prenos govora. Time je stvorio usku nišu poslovanja koja mu je omogućila opstanak. Osim toga WiMAX koristi OFDM tehnologiju pristupa kojoj se danas sve više okreće globalna industrija bežičnih komunikacija.

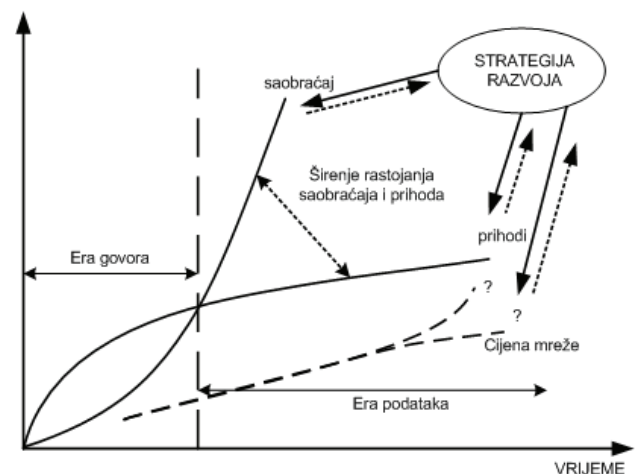
U svemu tome pojavio se i odgovor 3GPP-a na WiMAX - LTE, kao dosta sličan standard koji će nastaviti primjenu OFDMA tehnologije [12], ali upravo on će i trasirati put u budućnost, a ne WiMAX, sad je već izvjesno. Iako kasni oko tri godine za WiMAX sistemima,

LTE je praćen ambicioznim planovima, pažljivo odabranim konceptijskim i tehničkim rješenjima i već je odabran put vodećih igrača na tržištu telekomunikacija. Naravno, pri tome će koegzistencija biti sasvim izvjesna, zavisno od oblasti, snage učesnika na tržištu, kao i odabrane putanje za 4G, koja pretpostavlja heterogenost. LTE će donijeti aplikacije kao što je HDTV, mobile video blogging, gaming, i e-learning. Poslovni segment će imati koristi od aplikacija kao što je mobilna kancelarija, mobilna HD video konferencija, mobilni nadzor u realnom vremenu, primjene oblak računarstva preko mobilnih uređaja itd.

II. RAST SAOBRAĆAJA PODATAKA

Na mnogim konferencijama i izvještajima u zadnjih par godina se diskutovalo o varijacijama Sl. 1. [3], [11], gdje je predstavljen rascjep saobraćaja i prihoda u skoroj budućnosti. Činjenica je da rast bežičnih mreža može uzrokovati bržu potrošnju novca nego što je operator u stanju da ga generiše, što je prikazano rascjepom crtkane krive cijene mreže i njenom mogućem približavanju prihodima. U ovom radu naznačava se da su kretanje cijene mreže, prihoda i generisanog saobraćaja, zavisni od primijenjene dugoročne strategije razvoja, što je prikazano na Sl. 1 punim strelicama.

Crtkanim strelicama predstavljene su povratne informacije i mjerenja pokazatelja koja dolaze u strategiju kompanije kroz BSC. Pri strateškom razmatranju razloga za uvođenje LTE, osim čisto tehnoloških LTE prednosti, uključujući i all-IP, treba razmisliti o novim poslovnim modelima, a posebno planovima za tarifiranje mobilnog širokopojasnog pristupa.



Sl. 1. Uticaj strategija na rascjep saobraćaja i prihoda

S opadanjem cijene saobraćaja i prihoda od saobraćaja,

potrebno je i CAPEX držati pod kontrolom. Deutsche Telecom recimo vrši istraživanja [4] nivoa interesovanja za bogatim propusnim resursima na pojedinačnim lokacijama, tako da izbjegne nepotrebno ulaganje u obezbjeđivanje kompletnog pokrivanja odjednom. Cisco predviđa [5] da će mobilni saobraćaj podataka porasti 39 puta između 2009. i 2014. godine, a da će 66% biti video saobraćaj. Portabl uređaji i smartphone će nositi 91% saobraćaja podataka. Razlog je priroda uređaja i pogodnost korištenja za video visokog kvaliteta. Rast saobraćaja podataka operatore navodi na to da traže novu i ekonomski održivu mrežu u takvim uslovima. Takva mreža treba da smanji troškove i poveća efikasnost, tako da se troškovi isporuke sadržaja mogu dovesti u liniju sa prihodima. LTE bi mogla biti upravo takva mreža, uz kontrolisanu evoluciju i praćenje rezultata uvođenja.

III. ARHITEKTURA I TEHNOLOGIJA LTE

LTE predstavlja ulaganje napora u razvoj bežične mobilne radio tehnologije koja bi naslijedila trenutnu 3G WCDMA/HSDPA/HSUPA tehnologiju. Osnovna LTE ideja jeste da se obezbijede velike brzine prenosa uz smanjeno kašnjenje paketa. S obzirom na to da nije puni 4G standard, LTE je prozvan 3.99G standard, a negdje i 3.9G.

Evolucija 3G mreža nije završila sa HSPA ili HSDPA+ iako donosi značajna poboljšanja u verziji 3GPP Release 7. Cilj je, naime, osigurati konkurentnost UMTS-a u narednih 10 godina, pa se uvodi koncept UMTS LTE. LTE je definisan u 3GPP Release 8 specifikacijama [13]. U pristupu LTE mreže je definisan eUTRA (evolved UMTS Terrestrial Radio Access) sa evolved NodeB (eNodeB) arhitekturom. U jezgrenom dijelu se definiše evolved packet core. Predviđa se interoperabilnost sa UTRAN/GERAN sistemima, kao i sa ne-3GPP sistemima, a multimodni terminali treba da podrže handover sa i na UTRAN i GERAN. Predviđa se podrška za rad i u FDD i u TDD režimu, predviđen je QoS s kraja na kraj, a uvode se i određena pojednostavljena mreže. Na primjer nema potrebe za RNC u mreži nego se njegove funkcije inkorporiraju u eNodeB, koji se međusobno vežu preko X2 interfejsa, a sa jezgrenom mrežom preko S1 interfejsa.

LTE advanced (LTE+) se odnosi na najnapredniju verziju LTE iniciranu prije godinu dana (Release 10 and beyond) kao kandidata za ITU IMT-Advanced. Zbog predviđenih superiornih karakteristika LTE+ može radikalno promijeniti modele poslovanja i načine isporuke usluga koje danas poznajemo. Predviđa interoperabilnost i roving širom svijeta, kao i vršne brzine od 100 Mbps pri velikoj i do 1Gbps pri maloj mobilnosti.

Prenos govora u LTE planira se preko VoIP-a uz kvalitet koji je najmanje jednak onom u UMTS CS prenosu govora (ista radio i backhaul efikasnost i kašnjenje). Tome u prilog ide predviđeni visoki protok (do 100 Mbps downlink i do 50 Mbps uplink za 20 MHz alociranog opsega uz 2 prijemne i jednu predajnu antenu na terminalu) kao i malo kašnjenje (<10 ms). LTE tehnologija podrazumijeva snažniji oslonac na MIMO

tehniku koja postaje integralna komponenta a ne dodatak. Takođe pretpostavlja i povećanje spektralne efikasnosti, (WCDMA=0,2, HSDPA=2,8, LTE=5, LTE 2x2=8,6, LTE 4x4=16,3 (bit/s/Hz) [6].

LTE koristi OFDMA na downlink-u koji bolje nego WCDMA postiže visoke vršne brzine prenosa. Kako je spektar ograničen prirodni resurs svake države, mora se veoma strogo voditi računa o njegovom efikasnom korištenju. Tu doprinosi i posvećivanje velike pažnje regulatora planu raspodjele frekvencija kao i vođenje računa o iskorištavanju dodijeljenih opsega kroz upotrebu CAC algoritama. Efikasan CAC algoritam može predstavljati ključ za garanciju kvaliteta usluge, te za istovremeno maksimizovanje zarade operatora [14]. Uzimajući u obzir situaciju sa spektrom, korištenje LTE tehnologije koja ima veliku spektralnu efikasnost može da pomogne u očuvanju resursa i povećanju ponuđenih kapaciteta. Na uplink LTE koristi SC-FDMA (Single Carrier Frequency Division Multiple Access) koja omogućava prednosti u efikasnosti potrošnje i rezultujućem životu baterije terminala u odnosu na čisti OFDM pristup.

Korisnicima će VoLGA tehnologija, zasnovana na postojećem 3GPP GAN (Generic Access Network) standardu, omogućiti da u vertikalnom handoveru između GSM, UMTS i LTE pristupnih mreža koriste skup usluga, uključujući govor, SMS i ostale servise komutacije kola. Za operatora, VoLGA će predstavljati način da se servisi koji danas primarno generišu dobit, (govor i SMS), po niskoj cijeni dovedu do LTE instalacija u pristupu.

Važna prednost koju LTE tehnologija u startu posjeduje jeste upravo to što se njen razvoj bazira na već postojećim 3G sistemima. Već se proizvode bazne stanice čiji je prelazak na LTE stvar samo softverske izmjene. Kada je mreža već izgrađena, većini operatora trošak se znatno umanjuje kada odluče napraviti prelazak na LTE i zamijeniti NodeB stanice i RNC gdje je potrebno.

Važnu ulogu u pripremi za LTE će igrati i potpuni IP backhaul kao sredstvo za optimalan transport i dodatno smanjenje CAPEX-a. Booz&Company, ali i drugi autori izvještavaju da je relativna cijena po isporučenom Mbps kod LTE samo 3%, tj. 14% za 3G u odnosu na EDGE (ako se normalizuje da je cijena kod EDGE 100%) [3]. Na sličan način se projektuje i cijena posjedovanja i održavanja mreža [4]. Da bi se zaista iskoristile sve prednosti koje nude IP i LTE, operatori moraju iskoristiti šansu da razviju održiv model poslovanja koji efektivno opslužuje povećane zahtjeve za naprednim servisima i aplikacijama, ali uz realan rok povrata investicija. Poslovanje operatora na savremen strateški orijentisan način, koji angažuje menadžment, strategiju, planiranje, izgradnju, optimizaciju i eksploataciju, predstavlja način za uspješnu transformaciju. Pri tome treba konstantno vršiti mjerenja pokazatelja i uvesti ili proširiti BSC.

U prvim LTE implementacijama, u ovom radu se zaključuje, vjerovatnije je da će pokretač biti mogućnosti uštede operatora i poboljšanje u kapacitetu koji se pruža korisniku, da bi se spremno dočekao rast saobraćaja i smanjio trošak operatora po isporučenim podacima. Manje

je vjerovatno da će u početku uvođenja generator biti očekivanja povećane zarade i podizanja ARPU kroz povećanje brzine ili ponudu novih servisa.

IV. KRETANJA NA TRŽIŠTU I STRATEŠKI POTEZI OPERATORA

U decembru 2009. godine Deutsche Telecom je prvi u svijetu napravio testni govorni poziv preko LTE baziran na VoLGA, između testnog sistema u Bonu (Kineto Wireless) i nezavisnog Alcatel-Lucent sistema u Štuttgartu. Oba sistema podržavaju govorne pozive i SMS messaging između LTE uređaja i standardnih mobilnih i fiksnih telefona. Tada je Uwe Janssen, potpredsjednik jezgrenih mreža, izjavio da VoLGA test pokazuje kako operatori lako i brzo mogu da obezbijede govorne usluge sljedeće generacije, koristeći postojeće jezgrene mreže. Ovo je prvi korak da se mreže pripreme, kako se i industrija složila, za srednjeročno i dugoročno rješenje za govor preko LTE koji će biti baziran a IMS.

LTE je podržan i razmatra se kao sljedeći korak od strane većine velikih mobilnih operatora kao što je Verizon Wireless, AT&T, NTT Docomo i ostali. Vodeći WiMAX operator YOTA najavio je da će u Rusiji prijeći na LTE. To međutim ne znači striktno da izmjene na tržištu nisu više moguće. Tehnologija WiMAX može u nekim karakterističnim oblastima primjene ili regijama preuzeti prednost i podići konkurentnost uzrokovano neočekivanim promjenama na tržištu, kao što je recimo pojava mobilnih terminala sa ugrađenom WiMAX podrškom. Konačni cilj je 4G koji je svojevrsna paradigma svih mreža te podrazumijeva visoki nivo interoperabilnosti i WiMAX i LTE i naprednih LTE mreža. Po predviđanjima kuće IDATE prognozira se međutim rast broja LTE korisnika u periodu 2012-2015. godine sa 27 miliona na blizu 300 miliona (EU5+Skandinavija, Japan, Južna Koreja, Kina, SAD). U regionalnom okruženju HT u Hrvatskoj uz Huawei planira izgraditi i pustiti eksperimentalno prve LTE usluge u sljedećoj godini. U sljedećih tri do pet godina očekuju ulaganja od oko 100 miliona evra u infrastrukturu i podizanje mreže na LTE nivo. Veoma je važno pri tome da se izgradi optička transportna mreža. Naravno prije komercijalnog početka rada nacionalni regulator mora da dodijeli koncesije za upotrebu spektra. Međutim tu ima uticaj i raspoređivanje tzv. digitalne dividende odnosno oslobođenog frekvencijskog prostora prelaskom s analogne na digitalnu televiziju, i to ne samo u RH nego i u BiH i drugim zemljama. Važnu ulogu može odigrati lobiranje operatora kod regulatora da se dio prostora oko 700 MHz dodijeli za LTE zbog pogodnih propagacionih karakteristika signala u ovom opsegu, prolaska kroz objekte i pokrivanje većih udaljenosti.

STC (Saudi Telecom Company), planira da provede LTE probu s kraja na kraj u drugoj polovini 2010. godine (glavne urbane oblasti), što će mu omogućiti da testira performanse LTE i procijeni odgovarajuće modele poslovanja. Na LTE Asia 2010 konferenciji u septembru 2010. CSL Limited (CSL), mobilni operator iz Hong Konga, u partnerstvu sa ZTE demonstrirao je prvu u

svijetu simultanu implementaciju DC HSPA+ (42 Mbps)/LTE tehnologije u čitavoj mreži. Demonstriran je živi LTE servis sa predkomercijalnim USB modemima koji pokreću različite aplikacije, čak i HD video download i striming. Od kako su uveli mrežu sljedeće generacije, saobraćaj podataka u CSL se povećao 40 puta.

V. STRATEGIJE LTE EVOLUCIJE

S obzirom na to da povećanje kvaliteta usluge i brzine prenosa nije uvijek brzo isplativa investicija, a često i predstavlja velika ulaganja, operatori treba da pravilno i analitički izaberu strategije koje će da ih uvedu u LTE svijet. LTE (Long Term Evolution) je već trasiran i odabran put vodećih operatora u budućnost, često posmatran i kao nadogradnja 3G tehnologije. LTE predstavlja evoluciju i radio mreže i jezgrene mreže. Zbog toga i treba da se posmatra kao evolucijski put a ne trenutna i revolucionarna promjena. Sve većom primjenom softverskog i kognitivnog radija [9], [10] i evolucija će biti olakšana. Uz SDR, bazna stanica u pogonu može dodati novi bežični protokol uz pomoć izmjene softvera. Takva fleksibilna arhitektura donosi značajne CAPEX i OPEX prednosti, skraćuje vrijeme uvođenja novih servisa i vrijeme do izlaska na tržište. Već 2004. godine radila se dogradnja na EDGE uz pomoć softverskih izmjena, a danas se tako HSDPA uvodi u 3G mreže. Najnovije multimodne bazne stanice podržavaju istovremeno tri generacije bežičnih standarda i njihovih evolucijskih izdanaka: GSM i EDGE, WCDMA i HSPA, te LTE. SDR takođe igra važnu ulogu u tzv. 2G renoviranom tržištu kako ga naziva Alcatel-Lucent. Po njihovim tvrdnjama očekuje se da će se GSM zadržati bar do 2018. godine, te operatori zamjenjuju stare bazne stanice manjim stanicama sa SDR koje podržavaju i 3G i LTE. Američki proizvođač Vanu radio funkciju zapisuje u softver na Intel mikroprocesorima obezbjeđujući potpuno softversko rješenje. Po riječima dr Zhongrong Liu (šef strategije radio tehnologije u T-Mobile International), sa SDR baznom stanicom, operator može održavati postojeću radio tehnologiju dok god je potrebno, prije softverske migracije (na primjer kada se pojavi dovoljno novih korisničkih terminala). Za očekivati je i sve veću primjenu RRH (Remote Radio Head) tehnike koja omogućava izgradnju fleksibilnije i energetski efikasnije mreže.

Pri uvođenju nove bežične telekomunikacione tehnologije pokretačke snage uvođenja mogu biti različite. S jedne strane tu je moguća ušteda u implementaciji i eksploataciji, dugoročne uštede uvođenjem manje kompleksne arhitekture i niže cijene po megabajtu, a zatim i veći prihodi ostvareni povećanjem obima usluga. S druge strane tu su okviri koje nameće regulator, kao i nužni poslovni potezi uzrokovani stanjem zrelosti tržišta, postojećih usluga, kao i konkurentnim okruženjem. Velika je mogućnost da operatora na odluku o uvođenju LTE navede pojačana konkurentnost i zaključak koji proizilazi iz SWOT analize kompanije. Ako se trendovi strateški ispravno identifikuju i kretanje tržišta ispravno procijeni, pravilna odluka o vremenu uvođenja može rezultirati bržim povratom sredstava i trasiranim putem u budućnost

uz ostvarenu dugoročnu konkurentsku prednost. Zapravo se sve više uočava da nije pitanje da li treba uvesti novu tehnologiju, nego kako ispravno procijeniti trenutak kada ju uvesti. Ako se učini promašaj, plaća se visoka cijena kašnjenja novog pravilnog pozicioniranja i rizik pogrešne investicije. Neka od pitanja koja se trebaju strateški razmatrati [8] prije transformisanja modela poslovanja su: koja je buduća strategija za 2G i 3G mreže?; odrediti najbolje vrijeme i regije za implementaciju; na koji način će biti izvršena evolucija bilinga i OSS?; analizirati načine interoperabilnosti; analizirati tržište i potrebe; odabrati paletu pilot usluga; načini na koje će biti podržan prenos govora?; kako i koliko dugo nastaviti investiranje u postojeće GSM/UMTS arhitekture?; načini na koje će poslovanje evoluirati do potpunog širokopolasnog modela; da li je cilj povećanje prihoda, ušteda, niže cijene ili sve zajedno?

Jasno je da je strateški nastup u donošenju ovakvih odluka neophodan. Od bežičnih mreža sljedeće generacije očekuje se da pruže iste pogodnosti, brzine prenosa i kvalitet kao i DSL mreže. Zahtjevne mobilne aplikacije kao što su interaktivna televizija, mobilni video blogovi, napredne igrice i profesionalne usluge, postavljaju sve ozbiljnije zahtjeve pred mrežu, operatora i samu uslugu. Uz odgovarajuća poboljšanja arhitekture mreže i tehnologije brzine prenosa će biti znatno veće u downlink i uplink smjeru. Postavljajući ovu projekciju u okruženje konkurencije kakvo je i tržište Bosne i Hercegovine, u kome je kablovska pristupna mreža regionalno ograničena, jasno je kakve će prednosti imati onaj ko prvi uvede LTE. Nisu isključeni različiti scenariji, od ponude različitih usluga na konkurentnom tržištu, pa sve do otvaranja mogućnosti za pilot ponude IPTV ili mobilne TV kroz LTE koji podržava multicast prenos i ima dovoljne brzine.

Vremenom će ključnu ulogu u razvoju tzv. N-ple play servisa (Internet, telefon fiksni+mobilni, IPTV, bundle ponude, bežično) preuzeti LTE. Rast zahtjeva za fiksnim širokopolasnim pristupom generisaće i rast zahtjeva za bežičnim širokopolasnim pristupom. Korisnici se navikavaju na kvalitet pa će isti sve više zahtijevati i mobilno zbog ostalih benefita mobilnosti. Otvaraju se i mogućnosti za stratešku ponudu širokopolasnog pristupa bežično na lokacijama gdje je nedovoljan ADSL a optika nije ekonomski opravdana u poređenju sa LTE. GSA (Global Suppliers Association) izvještava o 110 odabrane LTE putanje u 48 zemalja krajem maja 2010. Očekuje se do 22 mreže u funkciji do kraja ove godine, te do 45 mreža u funkciji do kraja 2012. godine.

VI. ZAKLJUČAK

Uvođenje LTE i napredak ka 4G će, izvjesno je, biti evolucija a ne revolucija i predmet je strateškog upravljanja. Mreža će se razvijati postepeno i smjenjivati postojeće tehnologije. LTE mora da obezbijedi interoperabilnost sa GSM, WCDMA, WiMAX i drugim mrežama. U ovom radu se sugerise postepena izgradnja LTE infrastrukture koja olakšava i dozira ulaganje uz fleksibilne mogućnosti praćenja ROI kroz odabrane ključne pokazatelje. Kao i kod uvođenja UMTS mreže, i

kod LTE će evolutivni pristup izgradnji dati najmanji rizik. Uzevši u obzir stanje tržišta i ekonomske uslove u kojim se nalazimo potrebno je postepeno uvođenje. Ovakav pristup izgradnji već je potvrđen kod velikog broja operatora kako u Evropi i svijetu, tako i u bliskom okruženju Bosne i Hercegovine. Na osnovu provedenih BSC mjerenja pokazatelja, tokom evolucije mogu se donositi odluke o daljim ulaganjima. Ključno je pitanje odrediti potrebe tržišta, te snimiti svoju poziciju na tržištu, kao i pravilno odabrati ciljne grupe i ciljnu teritoriju koja će biti obuhvaćena u prvoj LTE implementaciji. U svemu tome treba voditi računa i da se implementacija LTE provodi uz pravovremeno praćenje ponudom usluga, tako da se izbjegne krajnji rezultat da operator postane obični bit pipe provajder. Ono što se može očekivati kao pokretač u prvim instalacijama će biti ušteda troškova koju nudi LTE i povećanje kapaciteta, a ne sami servisi i povećana brzina.

LITERATURA

- [1] <http://www.wimaxforum.org/>
- [2] Goran T. Popović, Goran Đukanović, "WiMAX i 3G+ komplementarne ili konkurentne tehnologije?", Telfor 2007.
- [3] <http://www.booz.com/media/file/LTE-Delivering-the-future-of-Wireless2.pdf>
- [4] Economist Intelligence Unit, "Fighting smart, Strategy options for telecom operators", A report from the Economist Intelligence Unit, 2010.
- [5] Cisco Visual Networking Index; http://www.cisco.com/en/US/solutions/collateral/ns341/ns525/ns537/ns705/ns827/white_paper_c11-520862.html
- [6] David Martin-Sacristan et al., "On the Way towards Fourth-Generation Mobile: 3GPP LTE and LTE-Advanced", Research Article, EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking, 2009.
- [7] "What next for mobile telephony?", Agilent Measurement Journal, Issue three, 2007.
- [8] "Transforming to a Sustainable Wireless Business Model - Building optimized strategies for LTE transformation", Alcatel-Lucent, Strategic white paper, 2010.
- [9] Mitola, J.: "The software radio architecture," IEEE Communications Magazine, 1995.
- [10] Goran Đukanović, Milan Šunjevarić, "Jedan metod za reakciju IEEE 802.22 WRAN DFHC zajednice na pojavu primarnog korisnika na korišćenom kanalu", Telfor 2007.
- [11] Tekelec Whitepaper, "The future of messaging", 2009.
- [12] Alcatel-Lucent, "Long Term Evolution Overview", 2008.
- [13] 3GPP TR 25.913, "Requirements for Evolved UTRA (EUTRA) and Evolved UTRAN (E-UTRAN)," v.8.0.0, December 2008.
- [14] Goran Djukanovic, Milan Sunjevaric, Natasa Gospic and Hsiao-Hwa Chen, "Dynamic guard margin CAC algorithm with ensured QoS and low CDP in heterogeneous wireless networks", Original Research Article, Computer Communications, Volume 33, Issue 14, 1 September 2010, Pages 1645-1650

ABSTRACT

This paper identifies possible problems in LTE deployment methods and analyses possible strategic options for LTE and 3G+ and other technologies future coexistence. Different aspects are analyzed and future development path for wireless operators is estimated. Short overview of the contemporary LTE market situation is given and strategic options for operators in the region are presented.

LONG TERM EVOLUTION STRATEGIES

Goran Đukanović