

# Neki aspekti uvođenja LTE/SAE tehnologije na primjeru BH Telecom-a

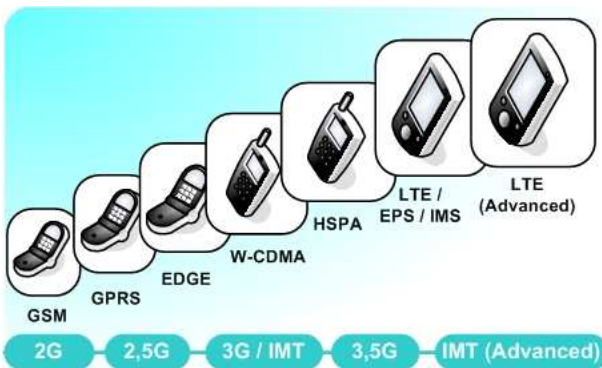
M.Sc. Alma Skopljak-Ramović, dipl.ing.el., *Member, IEEE*, M.Sc. Senad Pivač, dipl.ing.el., *Member, IEEE*

**Sažetak** – Uvođenje LTE/SAE tehnologije, sljedeći je korak razvoja mobilnih komunikacija. To neće biti jednostavan proces, jer zadire u svaki od nivoa horizontalne strukture mreže: pristup, prenosni nivo, te u servise. Iako će se neki segmenti arhitektura postojećih mobilnih mreža moći iskoristiti, glavina će se mijenjati, a sve kako bi se obezbijedile mogućnosti LTE/SAE mreže ili naprednije LTE-Advanced. Uvođenje nove tehnologije svakako otvara niz pitanja, od isplativosti i definisanja odgovarajućeg vremenskog plana realizacije, pa do tehničkih stavki. Ovaj rad analizira problematiku uvođenja LTE/SAE kod operatora srednje veličine kao što je BH Telecom.

**Gljučne riječi** – AIPN, EPC, GMB, LTE, SAE, SDR, 3G

## I. UVOD

Iniciran 2004. godine, LTE (*Long Term Evolution*) standard se razvio kao poboljšanje postojeće pristupne radio mreže treće generacije UTRA (3G *UMTS terrestrial radio access*), a danas je već dio 3GPP *Release 8*, te obuhvata novi standard mobilnih komunikacija ne samo za radio mrežu, već i za arhitekturu jezgra, SAE (*System Architecture Evolution*).



Sl.1. Razvojni put standarda mobilnih mreža, prema [1]

U definisanju LTE se težilo, ne samo boljim performansama, što se prvenstveno ogleda u znatno većim pristupnim brzinama prenosa, nego ukupnom poboljšanju mreže, od većeg iskorištenja radio-spektra, pojednostavljenog sistem-dizajna, do visoke ekonomske efikasnosti. Stručnjaci za istraživanje i razvoj ispred oko šezdeset operatora,

proizvođača i istraživačkih centara širom svijeta, učestvuju u zajedničkom radu na standardizaciji LTE radio-pristupa i jezgra mreže. 3GPP *Release 8*, koji LTE naziva i globalnom mobilnom širokopoljnom mrežom (GMB, *Global Mobile Broadband*), zaključen u decembru 2008. godine, još uvijek čeka na ratificiranje. [2]

S obzirom da je glavina ovog standarda orjentisana na poboljšavanje UMTS ka Četvrtoj generaciji (4G) mobilnih komunikacijskih tehnologija, te na *all-IP flat* arhitekturu sistema, u nekim se izvorima može naći da je LTE zapravo "3,9G", kao startna tačka za ITU definisani razvojni proces mobilnih mreža u IMT Advanced. Sl. 1 prikazuje razvojni put standarda mobilnih mreža.

## II. OPŠTI ZAHTEJEVI I POSTOJEĆE STANJE TRŽIŠTA

Opšti osnovni ciljevi koje LTE/SAE treba da ispuni, uvažavajući standardom propisane vrijednosti, a u odnosu na 3,5G, prema [3] su:

- poboljšana spektralna efikasnost i iskorištavanje mogućnosti novog spektra;
- veća propusnost tj. veće brzine prenosa podataka;
- veća brzina odziva mreže za zahtijevane servise;
- smanjenje troškova (CAPEX i OPEX, Capital / Operating Expenditures) na način da se izbjegava izgradnja kompleksnih mrežnih arhitektura i nepotrebnih interface-a, da se iskoriste postojeće lokacije baznih stanica i antenskih sistema, pojednostave terminalni uređaji, optimiziraju mrežni protokoli, te da se omogući potpuno multi-vendorsko okruženje;
- poboljšanje i obogaćivanje servisa, te njihova implementacija po principu *plug & play*;
- bolja integracija s postojećim otvorenim standardima, pri čemu se podrazumijeva transparentna povezanost sa GSM i (W)CDMA standardom, ali i sa WLAN i WiMAX-om.

Operatori će imati obavezu da izrade plan uvođenja LTE/SAE tehnologije uzimajući uobzir niz tehnoloških i ekonomskih parametara opšteg i specifičnog karaktera. Uvođenje nove tehnologije koja podrazumijeva korištenje novog frekvencijskog spektra otvara vrata i nastajanju novih operatora ili ujedinjavanju postojećih, a u svrhu zauzimanja što bolje tržišne pozicije s novom, nadolazećom generacijom mobilnih mreža. Razlog za ovu pretpostavku je taj što LTE tehnologija podrazumijeva rješenja koja su teoretski manje komplikovana i orjentisana isključivo na podatkovnom *all-IP* saobraćaju za razliku od GSM, odnosno UMTS mreža. S druge strane, uzimajući u obzir razvijenu infrastrukturu u 2G i 3G pristupnim mrežama kod postojećih operatora, pri čemu se već sada rasprostranjenom

Alma Skopljak-Ramović, BH Telecom, Ul. Zmaja od Bosne 88, Sarajevo, Bosna i Hercegovina (e-mail: alma.skopljak@bhtelecom.ba).

Senad Pivač, BH Telecom, Ul. Obala Kulina Bana 8, Sarajevo, Bosna i Hercegovina (e-mail: senad.pivac@bhtelecom.ba).

pristupnom mrežom 2G obezbjeđuje visok procenat pokrivenosti teritorije u većini zemalja, to će sigurno dati značajnu prednost postojećim mobilnim operatorima prilikom uvođenja LTE tehnologije kako sa stanovišta brzine implementacije, tako i sa stanovišta CAPEX-a. Tehnološka inovativnost operatora marketinški i u očima korisnika znači prednost, ali je u ovom trenutku ipak bitniji ekonomski aspekt uvođenja još uvijek nedovoljno zrele tehnologije.

Tržište / broj korisnika podatkovnih mobilnih usluga je u stalnom i snažnom porastu na globalnom nivou. Porast je veći u razvijenim zemljama, te je čak 245 operatora komercijalno pustilo u rad HSPA (*High Speed Packet Access*) tehnologiju, kao prethodnicu LTE, a 113 njih planira i radi na pripremi komercijalne upotrebe iste (prema podacima iz maja 2009. godine). Vršne vrijednosti brzine prenosa podataka variraju od 3,6Mb/s do 7,2Mb/s, s par izuzetaka operatora koji omogućavaju 14,4Mb/s i 21Mb/s (Release-7) korištenjem drugih modulacijskih šema (64QAM). Uvođenjem UMTS/HSPA tehnologije, te omogućavanjem novih usluga putem ove tehnologije, može se očekivati da će doći do daljnjeg porasta korisnika podatkovnog saobraćaja. [4]

Opšti parametri koji će utjecati na uvođenje LTE/SAE tehnologije su određeni:

- razvoj LTE/SAE tehnologije u smislu standardizacije kroz Release-8 do Release-10, tj. *LTE-Advanced*;
- razvoj eNodeB opreme kroz SDR i *multi-radio* tehnologije;
- izmjenom transportne mreže i dijelova jezgra mreže;
- razvoj LTE terminalne opreme;

Posebni parametri se odnose na specifičnosti vezane za državu, kao što su:

- telekomunikacijsko tržište i zahtjevi korisnika za uslugama;
- postojeće implementirane širokopojasne tehnologije i povrat investicija za iste;
- razvoj drugih tehnologija sa stanovišta oslobađanja frekvencijskog spektra za LTE;
- konkurentnost itd.

Uvođenje UMTS/HSPA tehnologije (po Release-5) od strane BH Telecom-a u maju 2009. godine, te planovima druga dva BH operatora da također u narednom kratkom periodu uvedu ovu istu tehnologiju započeta je nova era 3G mobilnih komunikacija u BiH. U naredne dvije-tri godine predviđen je daljnji razvoj koji će obezbijediti 3G pokrivenost na svim urbanim i suburbanim područjima. Vršne pristupne brzine od 7,2Mbps/1,4Mbps omogućene korisnicima BH Telecom-a, sigurno će za duži period zadovoljiti potrebe korisnika podatkovnih usluga. Kako je Licencom za 3G određena dinamika kojom je dugoročno predviđen razvoj 3G tehnologije, postaje izvjesno da će se bilo koji od tri mobilna operatora u BiH teško odlučiti za dodatna ulaganja u implementaciju LTE tehnologije, sve dok se postojeća 3G tehnologija ne implementira na odgovarajućem nivou. S druge strane, saradnjom operatora i nekim od proizvođača opreme u kratkom se periodu može početi s LTE/SAE pilot-projektom koji bi mogao prerasti u komercijalnu platformu, što se ovdje i predlaže. Smjena tehnologija niti za jednog operatora ne predstavlja „on/off”

funkciju, te bi stvarna ušteda u vremenu i novcu upravo bila pokretanje pilot-projekta, tim prije ako postojeći resursi nekog operatora to dozvoljavaju.

### III. RAZVOJ MREŽNIH KOMPONENTI I IZBOR TEHNOLOGIJE: LTE/SAE ILI LTE-ADVANCED

Nakon što je krajem 2008. godine završena standardizacija za Release-8, sa nekoliko dodataka u martu 2009. godine, pokrenut je značajniji razvoj LTE/SAE opreme, kako za jezgro i pristupnu mrežu, tako i sa stanovišta terminalne opreme. Prva rješenja su već demonstrirana od strane vodećih proizvođača opreme u domenu mobilnih komunikacija (*GSM World Congress*, Barcelona, 2007.-2009.). Najavljene su i prve komercijalne implementacije, ali su svjetski vodeći operatori već prolongirali ranije najavljeno lansiranje LTE/SAE zakazano za kraj 2009. godine.

Uzimajući u obzir dosadašnju praksu vezanu za vrijeme koje je potrebno da protekne kako bi se nova tehnologija implementirala kod operatora male i srednje veličine, onda bi se sa tog aspekta LTE tehnologija trebala najranije trebala očekivati tek iza 2012. godine.

Tokom 2009. godine 3GPP je zajedno sa ITU-R krenuo sa aktivnostima na izgradnji novog standarda pristupne tehnologije *LTE-Advanced* koji će biti dio specifikacija opisan već u *Release 9*. Tehnologija će omogućiti nove funkcionalnosti i performanse vezane za prenos podataka putem mobilnih mreža kao što su LTE MBMS, *Self Optimization Networks*, poboljšanja za VoIP u LTE, korištenje MBMR (*multi-bandwidth multi-radio*) pristupnih tehnika itd. Očekivane vršne pristupne brzine iznositi će 1GB/s za stacionarne korisnike i 100Mb/s za korisnike koji se kreću velikim brzinama. [1] Komercijalne primjene ove tehnologije očekuju se tek iza 2013. godine. Dosadašnja su iskustva pokazala da je za operatore male i srednje veličine, bili oni dominantni u svojoj zemlji ili ne, ekonomičnije sačekati određeni period komercijalne upotrebe nove tehnologije (kod većih operatora), tj. sačekati da preboli “dječije bolesti”, što ostavlja dovoljno vremena za eventualne odluke o konačnom izboru tehnologije koja se planira implementirati.

U vezi sa prethodnim, za uvođenje LTE tehnologije u BH Telecom jedan od aspekata će biti tehnološki pokazatelji u Release-8 i Release-9. Ono što je prethodilo uvođenju 3G tehnologije u nekim zemljama, bile su analize i studije o izboru odgovarajuće tehnologije pri čemu su suprotstavljene “strane” bile 3G HSxPA i WiMax. Slično ovome, može se naslutiti da će sigurno daljnji razvoj *LTE-Advanced* imati uticaja na izbor odgovarajuće tehnologije za većinu operatora koji ne budu u startu uveli LTE/SAE prema Release-8.

Takođe je jedan od značajnih aspekata koji će imati uticaj na dinamiku uvođenja LTE tehnologije - razvoj baznih stanica u pristupnoj mreži sa *Software Defined Radio multi-radio multi-band* (SDR, MRMB) tehnikama. [5] Većina vodećih svjetskih proizvođača iz domena mobilnih tehnologija već su demonstrirali i najavili ubrzani razvoj baznih stanica koje će imati mogućnost softverskog

definisana pristupne tehnologije u različitim opsezima. Ovo može dati posebnu prednost novim mobilnim operatorima, koji nemaju već implementirane GSM/WCDMA tehnologije, jer će time moći obezbijediti odgovarajuću fleksibilnost prilikom uspostave mobilnih mreža različitih pristupnih tehnologija. S druge strane, većina postojećih mobilnih operatora posjeduju od ranije implementiranu GSM i/ili WCDMA mrežu, tako da se u slučaju zadržavanja ove opreme, neće postići značajni efekti sa SDR tehnologijom u LTE-u. Međutim, izvjesno je da će postojeći operatori krenuti u postepenu zamjenu postojećih baznih stanica, kako zbog dodatne fleksibilnosti koju mogu dobiti kroz SDR bazne stanice, tako i zbog redovne nadogradnje i modernizacije pristupnih mreža, čiji vijek polako ističe.

Mobilni operatori u BiH, a posebno BH Telecom, su kroz implementaciju WCDMA/HSPA tehnologije obezbijedili bazne stanice koje će biti nadogradive kako za HSPA+, tako i za LTE tehnologiju (OFDMA, SC-FDMA). Također, planirani razvoj HSPA tehnologije će sigurno u narednim godinama uvesti i SDR bazne stanice, čime će se još adekvatnije postaviti temelji za razvoj LTE tehnologije. Predlaže se da se za prvu fazu realizacije LTE pristupa osposobe postojeće bazne stanice čija konfiguracija to dozvoljava, umjesto da se nabavljaju nove.

Kako vodeći svjetski vendori za mobilne mrežne elemente budu razvijali LTE/SAE opremu za pristupnu mrežu i jezgro, to je za očekivati da će se paralelno raditi i na razvoju terminalne opreme. Međutim, iskustva su pokazala da može proći i nekoliko godina od uvođenja nove tehnologije, a da terminalna oprema bude prihvatljiva sa različitih gledišta za korisnike usluga (izbor, cijene, performanse i sl.).

Slično kao i za bazne stanice, sve se više posvećuje pažnje razvoju SDR *multi-radio multi-band* terminalne opreme koja bi trebala unijeti veću fleksibilnost sa stanovišta upotrebe, što je jedan od zahtjeva korisnika. Dakle, pojava terminalne opreme na tržištu može dodatno prolongirati uvođenje LTE tehnologije kod različitih operatora.

Tržište terminalne opreme u BiH uglavnom odgovara svjetskim trendovima zahvaljujući distributerima koji veoma ažurno upotpunjuju svoju ponudu. Ostaje problematika platežne (ne)moći korisnika u BiH, što se svakako može odraziti na dinamiku uvođenja LTE tehnologije u BiH.

#### IV. JEZGRO SAE/EPC: ALL-IP (AIPN)

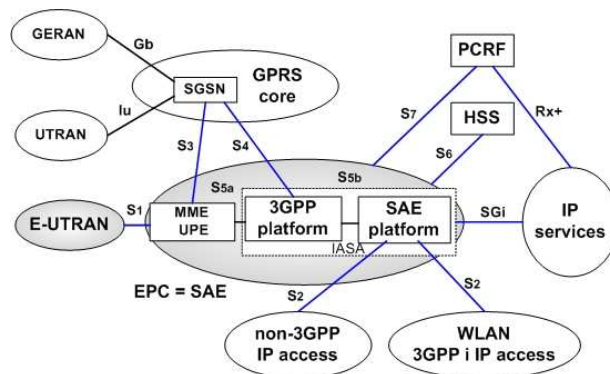
3GPP je 2004. godine predložio za jezgro NGN mreža TCP/IP protokol [4], kada je i pokrenuta studija izvodljivosti tranzicije u *all-IP* mrežu (AIPN). Određene preporuke koje se tiču AIPN su uvedene u Release-7, a iste su postale osnova za 3GPP SAE. 3GPP definiše IP baziranu *flat* arhitekturu kao dio SAE. LTE/SAE arhitektura i koncept su dizajnirani upravo kako bi podržali masovno korištenje IP baziranih servisa (velike brzine prenosa podataka, veća brzina odziva itd.). Arhitektura zapravo predstavlja evoluciju postojećeg GSM/WCDMA paketskog jezgra mreže, s pojednostavljenim operacijama i razvojem zasnovanim na eliminaciji nepotrebnih troškova. Ovakvo jezgro mreže uključivat će IMS, te će biti povezano s mrežama postojećih standarda (2G, 3G), uključujući i WLAN, WiMAX itd.

LTE/SAE arhitektura je prikazana na Sl. 2.

Osnovni elementi EPC (*Evolved Packet Core*) što je zapravo sinonim za SAE su:

- *Mobility Management Entity (MME)* – upravlja signalizacijskim saobraćajem, autentifikacijom i autorizacijom;
- *User Plane Entity (UPE)* – upravlja korisničkim podacima, kodiranjem, rutiranjem paketskog saobraćaja, te mobilnošću korisnika;
- *3GPP platform* – upravlja mobilnošću u mrežama 2G/3G and LTE/SAE;
- *SAE platform* – upravlja mobilnošću u ne-3GPP mrežama;
- *Policy Control and Charging Rules Function (PCRF)* – upravlja procedurama za naplatu and kvalitetom servisa (QoS).

Trend prelaska na AIPN prisutan je zapravo već nekoliko godina, te su mnogi operatori u fazi izmjene mreža što će dodatno olakšati uvođenje SAE jezgra. S druge strane, mnogi se još drže dokazano stabilne TDM/E1 mreže, za koju se pretpostavlja da iz upotrebe neće izaći prije 2020. godine.



Sl.2. LTE/SAE arhitektura prema Release-8, prema [3]

Predviđeno je da all-IP mreža bude bazirana na IPv6 protokolu, te da se svi servisi, od govornih do multimedijalnih prenose na vrhu *stack-a* IPv6. [7] Uvođenjem IPv6 u odnosu na postojeći veoma rasprostranjeni IPv4, pružanje usluga će biti fleksibilno i skalabilno s aspekta razvoja ovog standarda (po IETF-u). IPv6 će omogućavati optimalno rutiranje saobraćaja, pojednostavljenu mrežu, kao i transparentnu mobilnost. [8] Međutim, potrebno je izabrati odgovarajuću strategiju prelaska s IPv4 na IPv6. Prema [9] najpogodnija metoda prelaska na IPv6 je putem „*dodijeljenih veza podataka*“, kako s ekonomske, tako i s tehničke strane.

Uvođenjem LTE/SAE bazirano na IPv6 postavlja se pitanje privatnosti i sigurnosti, što zasigurno usporava proces usvajanja ovih novih tehnologija. Operatori su svjesni prednosti jedinstvene (IP) infrastrukture, konvergentne tehnologije spremne na povezivost s različitim tipovima korisnika ili sistema, a s druge strane, vrlo su i oprezni, s obzirom na rizike koje ista nosi tipa: sigurnost infrastrukture, protokola, komunikacije i pohranjivanja podataka, integritet softvera, obezbjeđenje kvaliteta servisa s kraja-na-kraj itd. [10]

## V. IZBOR FREKVENCIJSKOG SPEKTRA

Frekvencijski opseg (ili više njih) za LTE još nije fiksno određen. Testiranja se vrše na opsezima 700MHz, 800MHz, te na 2,6GHz ispitujući zadovoljenje zahtjeva za širokopojasnošću, mobilnošću i pokrivenošću. Američki regulator (FCC) je u aprilu 2008. aukcijski ponudio za LTE 62MHz opseg na 700MHz, s objašnjenjem da je prednost ove frekvencije u odnosu na više frekvencijske opsege, što pokriva više, te ima bolji signal u zatvorenim prostorima, što i za operatore znači: manje baznih stanica i samim tim, niže troškove [11].

Slijedeći primjer SAD, većina evropskih regulatora kao i TV emitera počinje oslobađati UHF spektar i prebacivati se sa analogne na digitalnu TV. Smatra se da je cilj, „primarni LTE opseg” u Evropi: 790 – 862MHz koji se još naziva je digitalni *dividend* opseg, ali će se koristiti i 2,6GHz opseg (2 x 70MHz za FDD i 50MHz neuparenog TDD za WiMAX). Postoje i ideje da se oslobodi GSM 900MHz opseg forsiranjem korisnika na 3G mrežu, te da se i taj opseg iskoristi za LTE (posebno za 1,4MHz kanale) ili da se koristi npr. 1800MHz opseg. Regulatori u evropskim zemljama najavili su aukcije. U Aziji je, s druge strane, izražena sklonost za „recikliranje” UMTS opsega.

U BiH je usvojena Strategija prelaska s analogne na digitalnu zemaljsku radiodifuziju (DTT) u frekvencijskim opsezima 174-230 MHz i 470-862 MHz, u skladu sa [12], što će imati jak uticaj na zauzimanje frekvencijskih opsega predloženih za LTE (700/800MHz koji su pogodni sa stanovišta propagacije i pokrivenosti). Frekvencijski opseg 2,6GHz koji se licencno dodjeljuje, slobodan je, ali propagaciona svojstva elektromagnetnih talasa na ovim frekvencijama, te manje servisne zone pokrivanja u odnosu na 700/800MHz ne idu u korist zagovaranju korištenja ovog opsega u novoj generaciji mobilnih mreža. Autori preporučuju reviziju gore pomenutog dokumenta, kako bi se oslobodio primarni LTE opseg.

## VI. ZAKLJUČAK

Uvođenje LTE/SAE arhitekture ili *LTE-Advanced* čija je prvobitna namjena bila samo poboljšanje postojeće 3,5G mreže, nije proces koji će biti samo nadgradnja na postojeću mrežu, već praktično izgradnja nove mreže. Uvažavajući činjenicu da postojeći 2G-3,5G operateri već imaju izgrađenu pristupnu, prenosnu mrežu, te infrastrukturu jezgra mreže, intervencije na svakom segmentu će biti nezaobilazne: od nadogradnje ili zamjene postojećih baznih stanica, preko uvođenja IPv6 bazirane all-IP mreže što će dodatno otvoriti problematiku sigurnosti tog dijela komunikacija, pa sve do zamjene terminalne opreme i orjentisanja postojećih ili kreiranja novih usluga na novoj platformi. Ono što se zaista može iskoristiti su postojeće lokacije baznih stanica i njihova infrastruktura, dio kapaciteta prenosne mreže, te djelomično paketsko jezgro mreže.

Kod izbora frekvencijskog opsega je potrebno pomiriti preporuke standardizacijskih tijela i tehničkih zahtjeva (pokrivenost, mobilnost) sa raspoloživim opsezima kojima upravljaju regulatorne agencije. Dok se može dopustiti čekanje na sazrijevanje tehnologija kako bi se napravio

korektan i odgovarajući izbor, ipak je ovo vrijeme - aktualno kako bi se utjecalo na izbor frekvencijskog opsega za LTE, bilo da se radi o Release-8 ili o kasnijim izdanjima. Razlog za ovo je zauzimanje opsega za digitalnu televiziju, koje se konkretno u slučaju BiH, poklapa s preporučenim frekvencijskim opsegom za LTE.

Konkurentnost će biti jedan od katalizatora uvođenja nove tehnologije, dok zahtjevi korisnika, u ovoj fazi nisu ključni, s obzirom da se konkretno u slučaju BiH, tek počelo s *mobile broadband*, te je tržište još uvijek daleko od saturacije.

Međutim, praćenje tokova kod uvođenja novih tehnologija nalaže povezivanje s proizvođačima opreme i pokretanje pilot-projekta koji bi imao za cilj pravovremenu pripremu kroz kontinuirano testiranje mreže i usluga za komercijalno uvođenje LTE/SAE, a korištenjem postojećih resursa i funkcionalnosti mreže. Upravo će se kroz pravovremeno aktiviranje LTE/SAE projekta i testiranje detektovati, analizirati i rješavati problemi interoperabilnosti i funkcionisanje usluga, koje su prvobitno bile CS bazirane, ali i ostalih usluga koje će biti potrebno prilagoditi novoj mreži.

## LITERATURA

- [1] A.Scrase, „Overview of the current status of 3GPP LTE“, ETSI, Barcelona, feb. 2008.
- [2] LSTI, LTE/SAE Trial Initiative, Available: [www.lstforum.org](http://www.lstforum.org)
- [3] Available: [www.3gpp.com](http://www.3gpp.com)
- [4] Caroline Gabriel, „HSPA clocks up 245 networks and 122m users“, July 2009
- [5] H.Holma, A.Toskala: „LTE for UMTS: OFDMA and SC-FDMA based radio access“, John Wiley & Sons, 2009
- [6] Ajay R. Mishra, „Fundamentals of cellular network planning and optimization, 2G/2.5G/3G... Evolution to 4G“, John Wiley & Sons Ltd, 2004
- [7] O.Martikainen, „Complementarities creating substitutes – possible paths from 3G towards 4G and ad-hoc Networks“, The Research Institute of Finnish Economy (ETLA)
- [8] O.Martikainen, „All-IP trends in telecommunications“
- [9] S.Glumčević, M.Pidro, „Transition IPv4-IPv6“, Telecommunications, BHTEL, Sarajevo, July 2008.
- [10] I.S.Misra, S.Dey, D.Saha, „4G All IP integration architecture for next generation wireless Internet“
- [11] „LTE's spectrum of opportunity“, Motorola eZine, 2008
- [12] „Usvojena strategija prelaska s analogne na digitalnu zemaljsku radiodifuziju u frekvencijskim opsezima 174-230 MHz i 470-862 MHz“, 17.06.2009., Available: [www.rak.ba](http://www.rak.ba)

## ABSTRACT

Introducing LTE/SAE is the next step of evolution of mobile communications. It will not be a simple process, because it will affect on every level of horizontal network structure: access, transport level and services. Although some of segments of existing mobile networks could be reused, the main parts will have to be changed to provide all possibilities of LTE/SAE or LTE-Advanced. This workpaper analyzes issues related to implementation of LTE/SAE in a mid-size operator as BH Telecom is.

## SOME OF THE ASPECTS OF INTRODUCING LTE/SAE WITH BH TELECOM AS EXAMPLE

Alma Skopljak-Ramović, Senad Pivač