



Glavni urednik:
Dinka Vuković

dinka.vukovic@ericsson.com

Razvoj pokretnih komunikacijskih sustava danas podrazumijeva objedinjavanje različitih radijskih pristupnih mreža u jedinstveno komunikacijsko okruženje. Zbog toga temeljna mreža mora biti dovoljno otvorena kako bi se na što jednostavniji način mogla prilagoditi posebnostima pojedinih pristupnih mreža. Takav razvoj skratit će vrijeme potrebno da se pojedine usluge pojave na tržištu po cijenama koje su prihvatljive krajnjim korisnicima.

Uvođenje 3G sustava operatorima će omogućiti ponudu novih usluga. Tehnologija na kojoj se temelje 3G sustavi ubrzano se razvija, a značajniji porast broja pretplatnika se očekuje uz ponudu još boljih i zanimljivijih usluga utemeljenih na paketnom prijenosu. Razvoj mobilnih sustava usmjeren je na multimedijalne komunikacije utemeljene na Internet protokolu i još većim brzinama prijenosa podataka.

Te nove komunikacijske mogućnosti temelje se na tehnologiji koja kroz uvođenje promjena na prvom i drugom sloju radijskog sučelja značajno poboljšava svojstva radijskih mreža. Riječ je, prije svega, o većem kapacitetu i boljoj kvaliteti usluga, što se nastoji postići migracijom telekomunikacijskih sustava od komutacije kanala prema komutaciji paketa. Krajnji cilj je stvoriti jedinstveno radijsko okruženje koje će podržati nove usluge temeljene na IP multimediji.

Razvoj bežičnih komunikacijskih sustava nedvojbeno će rezultirati sveobuhvatnom bežičnom širokopojasnom mrežom, a Ericsson je razvio kvalitetna rješenja koja predstavljaju značajne korake prema tom cilju – primjerice, *Mobile Operator WLAN* rješenje koje omogućuje istovremenu pokrivenost GSM i WLAN mreže, čime se postižu značajne direktne i indirektno uštede, dok performanse oba sustava ostaju nepromijenjene.

U ovom broju:	Stranica
B. Drilo: Pokretne mreže sljedeće generacije	3
N. Malić: Univerzalni sustav pokretnih telekomunikacija	12
B. Drilo: Tehnologija poboljšane brzine prijenosa za globalnu evoluciju	28
R. Grubešić: Bežična lokalna mreža	39



Boris Drilo

Boris Drilo

Ericsson Nikola Tesla d.d., Zagreb, Hrvatska
Ericsson Nikola Tesla d.d., Zagreb, Croatia

Ključne riječi

GSM, Globalni sustav pokretnih komunikacija
EDGE, Tehnologija poboljšane brzine prijenosa
WCDMA, Širokopojasni višestruki pristup s kodnom raspodjelom kanala za globalnu evoluciju
WLAN, Bežična lokalna mreža
Bluetooth
Sljedeća generacija mreža
Višestruki pristup

Key Words

GSM, Global System Mobile
EDGE, Enhanced Data Rate for Global Evolution
WCDMA, Wideband Code Division Multiple Access
WLAN, Wireless Local Area Network
Bluetooth
Next Generation Network
Multiaccess

Pokretne mreže sljedeće generacije

Sažetak

Bluetooth, bežična lokalna mreža (WLAN - *Wireless Local Area Network*), tehnologija poboljšane brzine prijenosa za globalnu evoluciju (EDGE - *Enhanced Data Rate for Global Evolution*) i širokopojasni višestruki pristup s kodnom raspodjelom kanala (WCDMA – *Wideband Code Division Multiple Access*) su primjeri tehnologija koje se najčešće vezuju uz pokretne mreže sljedeće generacije. Svaka od ovih tehnologija ima svoju zasebnu povijest koja opisuje različite faze njenoga nastanka – istraživanje, razvoj, standardizaciju i tržišno predstavljanje. Međutim, svaka od njih ima i svoje posebnosti koje određuju njene ključne prednosti ili nedostatke, ovisno o načinu, vremenu i mjestu primjene. Zbog toga odabir samo jedne tehnologije sigurno ne može zadovoljiti komunikacijske potrebe krajnjih korisnika koji u svakodnevnom životu sve više koriste prednosti informacijskih tehnologija. Nužno je, dakle, da se Bluetooth, WLAN, WCDMA i druge nadolazeće tehnologije objedine na strukturirani način u jedinstvenu mrežu kako bi se stvorilo komunikacijsko okruženje koje će na kvalitetan i troškovno prihvatljiv način ispuniti očekivanja krajnjih korisnika. Usklađivanje međudjelovanja različitih postojećih tehnologija te stvaranje preduvjeta za brzo i djelotvorno uvođenje novih tehnologija predmet su istraživanja vezanih uz mreže sljedeće generacije koje se često nazivaju i 4G mreže. Ovaj članak donosi pregled do sada poznatih rješenja koja vode k navedenom cilju te neke od mogućih smjernica za budući razvoj pokretnih sustava.

NEXT GENERATION MOBILE NETWORKS*Summary*

Bluetooth, Wireless Local Area Network (WLAN), Enhanced Data Rate for Global Evolution (EDGE) and Wideband Code Division Multiple Access (WCDMA) are examples of technologies that are very often related to the next generation mobile networks. Each of these technologies has its history that describes different phases of its creation – research, development, standardization and the market promotion. Also, each of these technologies has its special characteristics which determine its key advantages and drawbacks in relation to the way, time and place of its implementation. Owing to that, choosing only one of these technologies certainly cannot satisfy the communications needs of end users who in their daily activities increasingly rely on the advantages of the informational technologies. That is why it is essential that the Bluetooth, WLAN, WCDMA

and other coming technologies are joined in a structured way into a unique network to create the communication environment that would in an efficient and a cost-effective way fulfill end users' expectations. Balancing the interwork of different existing new technologies and the creation of fast and efficient introduction of new technologies is a subject to the research of the next generation mobile networks, often called the 4G networks. This paper brings the survey of the solutions leading to this goal, including a few possibilities related to the future development of mobile systems.

1. Uvod

Prva generacija (1G) pokretnih sustava se zasnivala na analognoj tehnologiji i tržištu je predstavljena početkom 80-tih godina prošloga stoljeća. Prvi pokretni sustavi riješili su prvu skupinu osnovnih tehničkih problema vezanih uz primjenu ćelijske radijske strukture, višestrukog pristupa radijskom mediju, pokretljivosti korisnika između različitih mrežnih domena i mogućnost održavanja stabilne komunikacijske veze u složenim radijskim uvjetima.

Druga generacija (2G) se na tržištu pojavila deset godina nakon prve generacije donoseći sa sobom digitalnu tehnologiju obrade signala na radio sučelju. Globalni sustav pokretnih komunikacija (GSM - *Global System for Mobile Communications*) je njen najuspješniji predstavnik. Visoka kvaliteta govora, niže cijene korištenja i značajno manje, troškovno prihvatljivije i estetski naprednije pokretne stanice zajamčile su GSM-u uspjeh do tada nezabilježen u telekomunikacijskom svijetu.

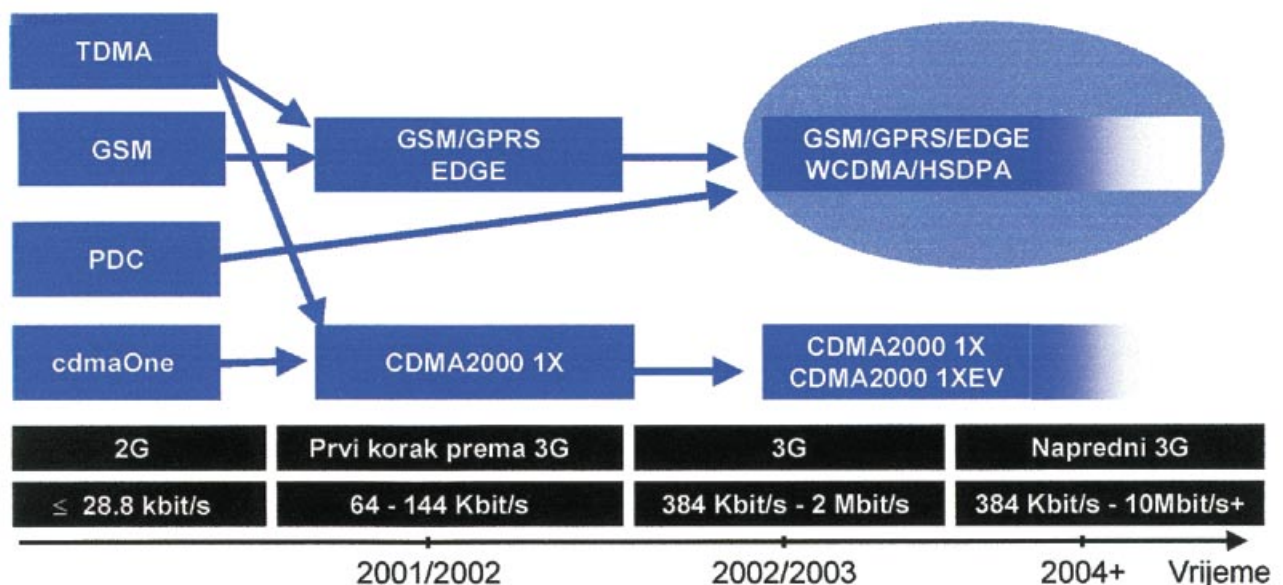
Druga i pol generacija (2,5G), kao nadopuna 2G-u, uvela je tehniku paketne komutacije u pokretne mreže. Paketna komunikacija omogućila je po prvi put krajnjim korisnicima pristup Internetu putem pokretnih stanica.

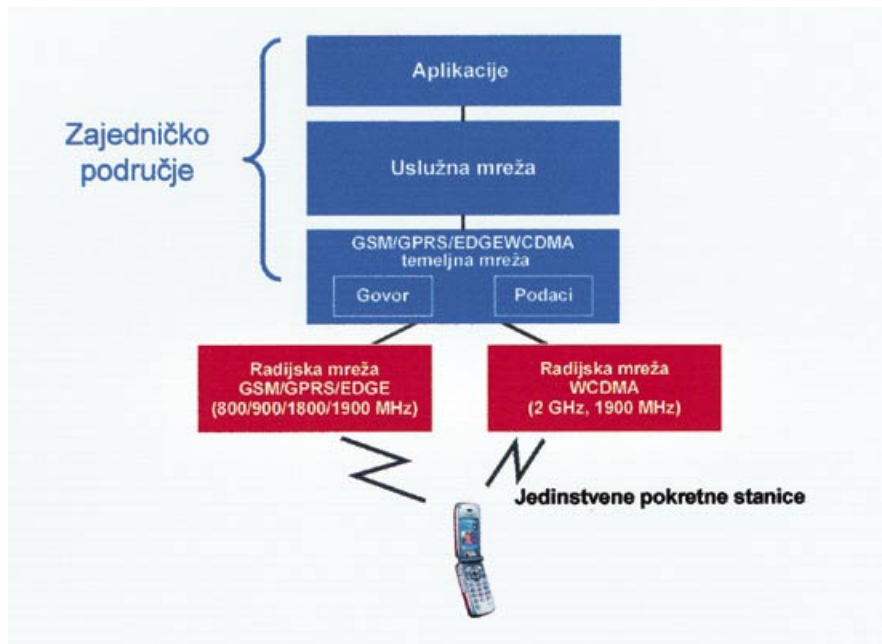
Pod trećom generacijom (3G) pokretnih mreža najčešće se podrazumijeva širokopojasni višestruki pristup s kodnom raspodjelom kanala (WCDMA - *Wideband Code Division Multiple Access*), iako tu spadaju i tehnologija poboljšane brzine prijenosa za globalnu evoluciju (EDGE - *Enhanced Data rate for Global Evolution*) i višestruki pristup s kodnom raspodjelom kanala (CDMA - *Code Division Multiple Access*), kao što prikazuje Slika 1. 3G mreže omogućuju veći kapacitet uz više brzine prijenosa, ali što je još važnije, krajnjim korisnicima donose i nove usluge poput video-telefonije.

Prva generacija nije ostvarila veći tržišni uspjeh zbog toga što nije ispunila osnovni zahtjev koji se stavlja na sve pokretne sustave, a to je komunikacija bilo kada i bilo gdje po prihvatljivoj cijeni. Veliki broj različitih standarda značajno je ograničio pokretljivost korisnika preko državnih granica. Tako, npr., pretplatnici 1G mreža najčešće nisu mogli koristiti svoje telefone u susjednim ili nekim drugim bližim ili daljim državama.

Nedostatak jedinstvenoga standarda i zakonska ograničenja bili su uzrok smanjene konkurentnosti na globalnoj i lokalnoj razini, što je rezultiralo objektivno višim cijenama usluga. Zbog maloga broja GSM korisnika u početku i zbog odumiranja analogne tehnologije, pita nja međudjelovanja 1G i 2G mreža se nisu činila ključnima. S druge pak strane, 3G mreže se suočavaju s 2G

Slika 1. Evolucija pokretnih sustava





Slika 2. Zajednička GERAN-WCDMA arhitektura

mrežama u trenutku kada je GSM *de facto* i *de jure* globalni komunikacijski standard i kada broj GSM pretplatnika na svim kontinentima prelazi 600 milijuna. Pored toga, razvoj GSM tehnologije još nije završen, a daljnji koraci unutar 3GPP (*3rd Generation Partnership Project*) standardizacije vode k usvajanju istih tehnoloških principa i mehanizama koji su već našli primjenu u okviru WCDMA standarda. Upravo široka tržišna zastupljenost GSM-a i njena sličnost s WCDMA tehnologijom donose u prvi plan pitanje daljnjeg načina njihovoga uspješnog međudjelovanja i usklađivanja.

Imajući u vidu potrebu za sjedinjavanjem GSM i WCDMA mreža, dolazi se do zamisli o združivanju i svih drugih tehnologija poput već prisutnih Bluetootha i IEEE (*Institute of Electrical and Electronic Engineers*) 802.11x standarda te, npr., nadolazećeg IEEE 802.16e standarda u jedinstveno mrežno okruženje. Glavni cilj je za krajnje korisnike postići što jednostavnije, kvalitetnije i troškovno prihvatljivije komunikacijsko okruženje budućnosti. Takvo okruženje će biti određeno tehničkim svojstvima kao što su veće brzine prijenosa podataka, brže izvođenje prekapčanja (*handover*), široko područje dostupnosti i sl., ali najvažnije od svega je da to okruženje korisnici doživljavaju kao okruženje u kojemu će svi moći komunicirati s kime god žele, bilo kada i bilo gdje, koristeći uslugu bilo kojega uslužnoga ili mrežnoga operatora na krajnje jednostavan i troškovno pristupačan način.

2. Međudjelovanje GSM i WCDMA mreža

Kako bi se što bolje uskladio razvoj GSM i WCDMA mreža, standardizaciju GSM-a je 2000. godine organ-

izacija ETSI (*European Telecommunication Standard Institute*) delegirala 3GPP udruzi, nakon čega je stvoren pokretni sustav koji se zasniva na naprednoj temeljnoj mreži i dvije radijske mreže – WCDMA i GERAN (*GSM/EDGE Radio Access Network*).

Kada se razmatra međudjelovanje GSM i WCDMA mreža najčešće se koristi podjela na sljedeća tri područja (Slika 2.):

- Područje GERAN radijske pristupne mreže
- Područje WCDMA radijske pristupne mreže
- Zajedničko područje

Iako GERAN i WCDMA ne tvore zajedničku radijsku pristupnu mrežu, nadolazeće funkcije njihovog međudjelovanja omogućit će njihov usklađeni rad tako da će se u budućnosti moći promatrati kao jedinstveni resurs.

Najvažnije funkcije međudjelovanja predstavljaju:

- Prekapčanje između GERAN i WCDMA sustava
- Prilagodni nadzor prometa (*ATC - Adaptive Traffic Control*)
- Samostalno postavljanje sustava (*SCS - Self-Configuring System*).

Teorijski gledano, prekapčanje u pokretnim sustavima se dijeli na okomito i vodoravno. Vodoravno prekapčanje nužno je kada se pokretna stanica kreće unutar iste radijske pristupne mreže, dok je okomito prekapčanje vezano uz prelazak korisnika iz jedne u drugu vrstu pristupne mreže.

U slučaju prekapčanja između GERAN i WCDMA mreža, riječ je o okomitom prekapčanju koje se provodi

na temelju preduvjeta koji, npr., mogu biti određeni nedostatkom radijske pokrivenosti WCDMA mreže ili nedostatkom prometnog kapaciteta u GERAN mreži.

Ostvarivanje naprednih funkcija prilagodnog nadzora prometa zahtijeva puno složeniju komunikaciju između ovih dviju mreža, kao i otvaranje sučelja između upravljačkoga čvora osnovne postaje (BSC - *Base Station Controller*) u GERAN mreži i upravljačkoga radio čvora (RNC - *Radio Network Controller*) u WCDMA mreži. Ova funkcija zahtijeva dostatnu razinu radijske pokrivenosti s obje mreže na cijelom području dostupnosti usluga. Ovdje je, također, riječ i o »pametnom« načinu usmjeravanja prometa između dviju mreža kako bi se optimalno iskoristili raspoloživi radijski resursi. Dobitak u spektralnoj djelotvornosti koji se na taj način može ostvariti kreće se između 9% i 36%. »Pametno« usmjeravanje se obavlja na temelju trenutačnog kapacitivnog stanja u svakoj od radijskih mreža, kao i na temelju usluga koje krajnji pretplatnici zahtijevaju ili koriste.

Još veći dobitak uslijed usklađivanja GERAN i WCDMA radijskih mreža može se ostvariti ako se funkcija prilagodnog nadzora prometa nadogradi s funkcijom samostalnog postavljanja sustava. Ta funkcija omogućava automatsku optimizaciju radijskih postavki na temelju praćenja rada sustava u stvarnom vremenu.

Kako je prikazano na Slici 2., zajedničko područje međudjelovanja obuhvaća temeljnu i uslužnu mrežu. Budući da uslužna mreža nema izravnog sučelja prema radijskim pristupnim mrežama, njena evolucija se može promatrati donekle odvojeno od evolucije ostatka mreže koja je uglavnom potaknuta promjenama u pristupnom dijelu.

U procesu prelaska u 3G sustave, postojeća 2G temelj-

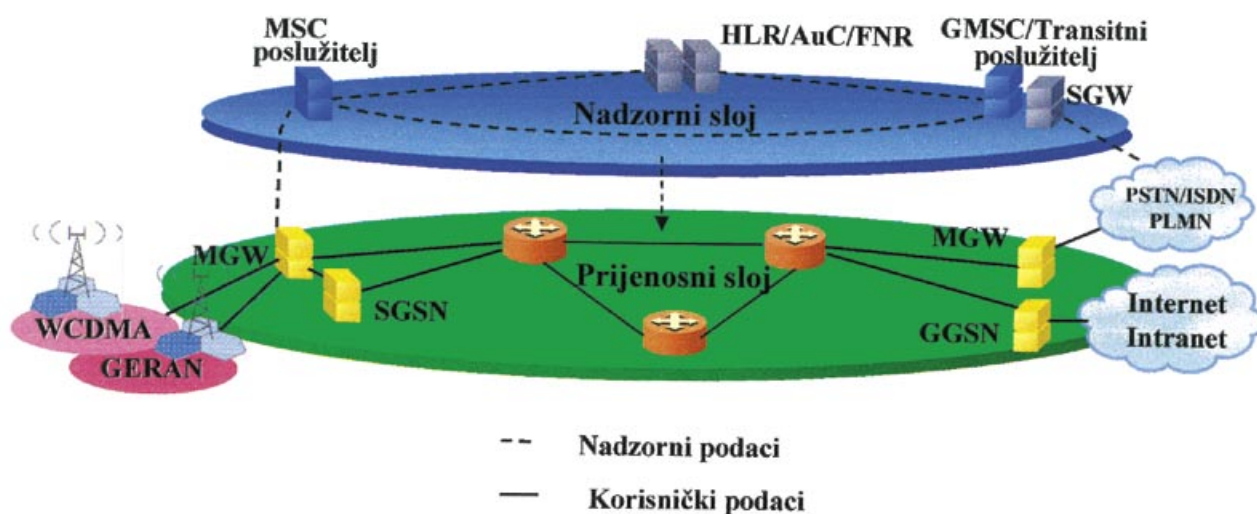
na mreža doživljava topološke promjene prouzročene razdvajanjem nadzorne i prijenosne ravnine. Ovakva topologija često se naziva i slojevitom arhitekturom (*Layered Architecture*), a često se spominje i naziv Megaco arhitektura. Megaco je, u stvari, naziv IETF (*Internet Engineering Task Force*) standarda koji određuje način nadzora i obrade signalizacijskog i korisničkog prometa vezanog uz različite faze koje su prisutne pri ostvarivanju komunikacijske veze. Gledano iz telekomunikacijske perspektive, Megaco odgovara H.248 standardu kojega je usvojio telekomunikacijski standardizacijski odjel ITU-a (*International Telecommunication Union*).

Slojevita arhitektura temeljne mreže donosi uvođenje medijskoga pristupnika (MGW - *Media Gateway*) koji preuzima jedan dio funkcija koje su tradicionalno bile smještene u komutacijskom čvoru pokretne mreže (MSC - *Mobile Switching Center*), poput promjene kodiranja (*transcoding*) i potiskivanja odjeka (*echo cancellation*). Primjenom slojevite arhitekture postiže se optimalno usmjeravanje prometa u cijeloj mreži i otvara se mogućnost neovisnog razvoja pojedinih funkcijskih dijelova, ovisno o stvarnim potrebama (Slika 3.).

3. Međudjelovanje GSM/WCDMA mreža s WLAN mrežama

Tehnologija bežičnih lokalnih pristupnih mreža (WLAN - *Wireless Local Area Networks*) u zadnje vrijeme sve više izlazi iz okuženja poslovnih mreža (*Enterprise Networks*) i nalazi primjenu u javnim telekomunikacijskim mrežama. Razlog leži u niskoj cijeni infrastrukture i visokim brzinama prijenosa koje pružaju WLAN mreže zasnovane na IEEE 802.11x skupini standarda. Budući da

Slika 3. Topologija temeljne 3G mreže



je riječ o bežičnoj tehnologiji koja omogućava i određenu razinu pokretljivosti, prirodno je za očekivati da će javne WLAN mreže postati dijelom infrastrukture pokretnih sustava. Dodatni razlog leži u činjenici da je WLAN tehnologija ograničena samo na određena, i to uglavnom zatvorena, područja pokrivanja s izrazito gustim prometom, nazvana vrućim točkama (*Hot Spots*). Stoga se vrlo jasno postavlja pitanje njihovog združivanja s GSM/WCDMA mrežama kako bi se krajnjim korisnicima ponudila neprekinutost podatkovne komunikacije temeljena na različitim pristupnim tehnologijama.

Međutim, usklađivanje WLAN-a s GSM/WCDMA mrežama je znatno složenije nego, prethodno opisano, usklađivanje GSM i WCDMA mreža. Poteškoće proizlaze iz različitih tehničkih filozofija koje predstavljaju osnovu razvoja ovih tehnologija. Npr., kao glavni protokol za pokretljivost u GSM i WCDMA mrežama odabran je GTP - GPRS *Tunneling* protokol, dok je u WLAN mrežama za isti zadatak zadužen *Mobile IP* protokol.

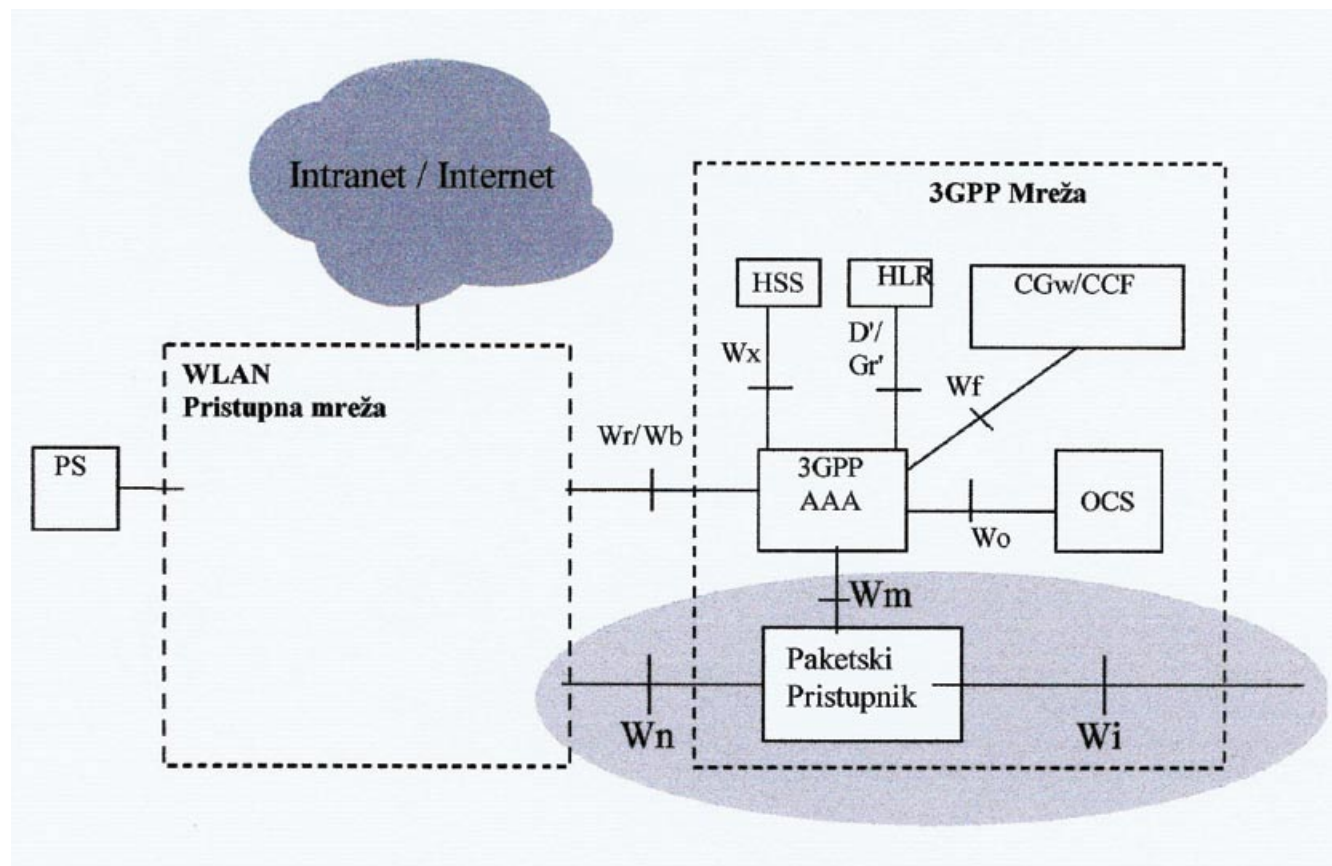
Unatoč brojnim problemima stvarni zahtjevi tržišta su primorali 3GPP da se ozbiljnije posveti navedenoj tematici. Tako su unutar 3GPP R6 određena ključna područja bitna za ostvarenje WLAN-GSM/WCDMA

međudjelovanja. Ova ključna područja obuhvaćaju funkcionalnosti koje bi trebale biti zajedničke za obje mreže kao što su, npr., provjera vjerodostojnosti i ovlaštenja pretplatnika, naplata usluge, razina sigurnosti, pristup različitim skupinama usluga, pokretljivost između mreža, itd.

3GPP je također odredio i referentnu arhitekturu za usklađivanje WLAN mreža s postojećim pokretnim sustavima (Slika 4.).

Ovdje je važno naglasiti da se WLAN mreža smatra nadopunom GSM/WCDMA sustava samo u području komutacije paketa. Iz Slike 4. je jasno da se u ovom trenutku za ostvarenje međudjelovanja WLAN mreža s 3GPP sustavima ne koriste svi čvorovi temeljne mreže (npr. SGSN čvor i GGSN čvor). Razlog tomu je usredotočenost u kreiranju standarda na najjednostavniju arhitekturu koja u najkraćem vremenskom roku može biti i ostvarena. Zbog već prije navedene različite pozadine ovih tehnologija, usklađivanje na razini 3GPP temeljne mreže zahtijevalo bi dodatni rad koji bi uvođenje predloženog rješenja u postojeće mreže učinio znatno složenijim bez jasno vidljive koristi. Stoga se u početnoj fazi potpuno združivanje provelo na 3GPP uslužnom sloju, dok se

Slika 4. Referentna arhitektura za usklađivanje WLAN mreža s 3GPP pokretnim sustavima



naprednije usklađivanje na temeljnom sloju ostavilo za nadolazeće faze standardizacije.

Dok arhitektura prikazana na Slici 4. može ponuditi odgovore na pitanja vezana uz ostvarenje zajedničkih funkcija provjere vjerodostojnosti i ovlaštenja pretplatnika, naplate usluga i razine sigurnosti, pitanje pokretljivosti u smislu neprekinutog komunikacijskog toka ostaje neriješeno na strukturirani način. Međutim, ovo pitanje se još i ne postavlja kao veliki problem jer WLAN u ovom trenutku omogućava uglavnom tzv. statične usluge koje se temelje na pristupu Internetu. Pod statičnim uslugama se smatraju usluge koje se ostvaruju u uvjetima usko ograničenoga kretanja korisnika, tj. pokretne stanice za vrijeme trajanja komunikacijskog procesa. Tu se odmah nadovezuje i činjenica da su WLAN pokretne stanice najčešće vezane uz prijenosna računala koja sama po sebi tijekom komunikacijskog procesa spadaju u nepokretnu vrstu korisničkih uređaja.

Međutim, prema sadašnjim tehnološkim kretanjima vrlo brzo će nastupiti trenutak kada će WLAN funkcionalnost biti uključena u veći broj manjih i lakše prenosivih korisničkih uređaja. S druge pak strane, uvođenje usluga koje se temelje na IMS (*Internet Protocol Multimedia Subsystem*) tehnologiji proširit će područje preklapanja WLAN i GSM/WCDMA mreža. Zbog ova dva razloga, potreba za rješavanjem pokretljivosti, tj. okomitog prekapčanja dobit će na dodatnoj važnosti u bliskoj budućnosti.

4. Svojstva pokretnih sustava iduće generacije

Iz prethodnog razmatranja međudjelovanja WLAN i GSM/WCDMA mreža, jasno je da su postojeći pokretni sustavi još uvijek u velikoj mjeri zatvoreni za međudjelovanje s pristupnim mrežama koje izvorno nije odredio 3GPP. Međutim, trenutačni razvoj tehnologije jamči da će se u budućnosti pojaviti i druge pristupne mreže koje će biti potrebno uklopiti u postojeće okruženje pokretnih sustava. Povijesno gledano, pokretni sustavi doživljavaju promjene svakih deset godina i upravo sada kada smo suočeni s prvim tržišno dostupnim 3G uslugama, istraživanja i rad na 4G mrežama počinju dobivati na zamahu. Najvažnije inicijative vezane su uz udruge poput 3GPP-a, ITU-a, WWRF-a (*Wireless World Research Forum*), IPv6 (*Internet Protocol version 6*) Forum-a, MWIF-a (*Mobile Wireless Internet Forum*). Glavni cilj svih ovih inicijativa predstavlja osmišljavanje okvira razvoja buduće generacije pokretnih mreža. Do sada najozbiljnija inicijativa dolazi iz Japana i nazvana je IP2 (*IP based IMT Platform*). IP2 je u okviru japanskih standardizacijskih tijela ARIB (*Association of Radio Industry and Business*) i TTC (*Telecommunication Technology Committee*) već završila i svoju zasebnu standardizacijsku skupinu. Glavni zadatak ove skupine je završiti rad na prijedlogu

koji će biti iznesen vodećim svjetskim standardizacijskim tijelima u području pokretnih telekomunikacijskih sustava – 3GPP, ITU i IETFWe. Cilj je postići globalni standard prema kojemu će se kretati sve postojeće IMT-2000 mreže.

IP2 određuje ključne zahtjeve koje bi pokretne mreže sljedeće generacije trebale zadovoljiti:

- Mogućnost obrade velikih količina multimedijalnog prometa
- Napredno upravljanje pokretljivošću (*mobility management*)
- Podrška različitim radijskim pristupnim mrežama
- Približno jednaka kvaliteta usluge u svim radijskim pristupnim mrežama
- Napredna podrška za povezivanje s ponuditeljima aplikacijskih usluga.

Sa sadašnje točke gledišta radijske pristupne mreže nove generacije će se zasnivati na kombinaciji postojećih i novih tehnologija ili na isključivoj primjeni novih tehnologija koje će moći do 2013 g. omogućiti brzine prijenosa do 100 Mbit/s. Tako, npr., jedan koncept predlaže kombinaciju EDGE tehnologije s WOFDM (*Wideband Orthogonal Frequency Division Multiplexing*) tehnologijom, dok jedan drugi predlaže isključivu primjenu OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*) tehnike s promjenjivim činiteljem raspršenja, VSF (*Variable Spreading Factor*). Predviđa se da će u okruženju više različitih radijskih pristupnih mreža glavnu ulogu imati koncept tzv. programskog radijskog prijamnika (*software radio*). Programski radijski prijamnik treba imati sposobnost primanja i odašiljanja informacije preko više radijskih sučelja koja su obilježena različitom frekvencijom rada i pristupnom tehnikom.

U temeljnoj mreži IP protokol će voditi glavnu riječ, ali ne onako kako je to slučaj sa sadašnjim IP mrežama. Promjena koncepta je vođena ponovnom raščlambom i ponovnim promišljanjem sadašnjega načina rada i dosadašnjega razvoja Interneta. Naime, Internet je od svojih ranih početaka zamišljen kao mreža u kojoj su funkcije pojedinih mrežnih čvorova pojednostavljene do krajnjih granica. U zadnje vrijeme tim se mrežnim čvorovima (npr. preklapnicima i usmjeriteljima) dodaju naprednije funkcionalnosti poput upravljanja pokretljivošću, upravljanja kvalitetom usluge (QoS - *Quality of Service*), itd. Takav pristup vodi do cijeloga niza problema, pri čemu se na ovome mjestu iznose samo neki od njih. Npr., različiti signalni protokoli poput RSVP (*resource ReSerVation Protocol*) i COPS (*Common Open Policy Service*) protokola moraju biti ostvareni unutar svakog posebnog usmjeritelja. Kako s vremenom mreže postaju sve složenije uz sve više protokola koji moraju biti ostvareni unutar usmjeritelja, njihovo procesorsko

opterećenje postaje značajan problem. S druge pak strane, Mobile IPv6 protokol je u velikoj mjeri spregnut s IP slojem. Problem leži u činjenici da Mobile IPv4 i Mobile IPv6 protokoli ne jamče međusobno uspješan rad. Također, tu je ponovno problem procesorskog opterećenja usmjeritelja koji u slučaju pokretnih sustava i Mobile IP protokola moraju biti u stanju izvršiti veliki broj signalnih operacija vezanih uz vrlo česta prekapčanja.

Zbog toga bi se temeljna mreža sljedeće generacije trebala zasnivati na slojevitoj arhitekturi u sklopu koje bi se signalne funkcije poput upravljanja pokretljivošću, upravljanja kvalitetom usluge i sigurnosti smjestile u poseban sloj nazvan slojem mrežnog nadzora (NCL - *Network Control Layer*). Čvorovi prijenosnoga sloja (preklopnici i usmjeritelji) bi se, u tom slučaju, oslobodili suvišnog opterećenja te bi bili u stanju podnijeti visoka prometna opterećenja. Dakle, NCL sloj bi upravljao prijenosnom mrežom kroz jedinstveno sučelje putem određenoga broja naredbi.

Uslužna mreža sljedeće generacije će također donijeti brojne novosti. Tako će uz cijeli niz sada već prisutnih svojstava, tehnike poput adaptivne multimedije imati značajnu ulogu. Adaptivna multimedija podrazumijeva sposobnost aplikacija da uzmu u obzir vrstu i svojstva korisničkog uređaja, kako bi na najbolji način prilagodile oblik određenog sadržaja krajnjem korisniku. Također, aplikacije će imati mogućnost pregovaranja s drugim mrežnim čvorovima kako bi se pojedina usluga ostvarila preko najdjelotvornijeg komunikacijskog kanala (npr.

odabir WLAN tehnologije u zatvorenim prostorima, tzv. vrućim točkama za multimedijalne aplikacije koje zahtijevaju visoke brzine prijenosa).

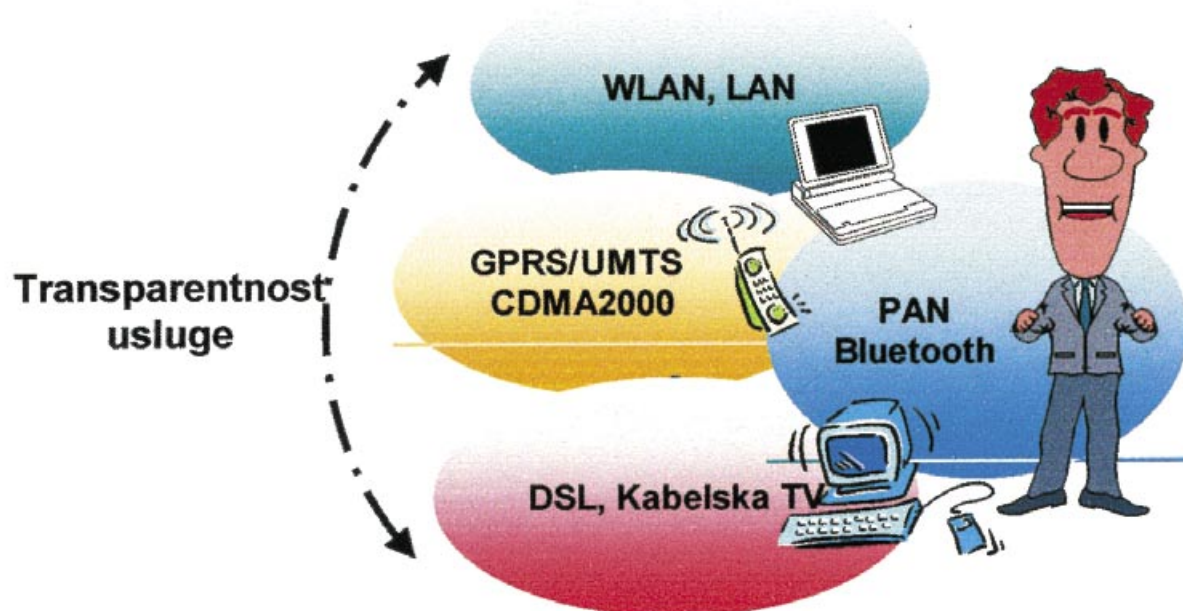
5. Pregled Ericssonovih aktivnosti vezanih uz pokretne mreže nove generacije

Ericssonova vizija buduće generacije pokretnih mreža nazvana je ABC (*Always Best Connected*), a prikazana je na Slici 5. ABC je nastao u suradnji Kalifornijskog sveučilišta i Ericssona i opisuje koncept mrežnoga okruženja budućnosti kroz spregu različitih pristupnih tehnologija iz perspektive krajnjega korisnika.

Zanimljivo je da ABC ne obuhvaća samo različite radijske mrežne tehnologije, nego su u cijeli koncept uključene i žične tehnologije poput digitalne pretplatničke linije (DSL - *Digital Subscriber Line*).

Međutim, do punog ostvarenja ABC koncepta potrebno je napraviti nekoliko tehnološki izrazito zahtjevnih koraka. Ericsson izrazito mnogo polaže na međudjelovanje između GERAN i WCDMA radijskih pristupnih mreža, pa tako u 3GPP standardizacijskom području koje se bavi ovom temom ostvaruje vodeću ulogu. U praktičnom pogledu, Ericsson je prvi pokazao vertikalno prekapčanje između WCDMA i GSM radijskih pristupnih mreža u rujnu 2002. za operatore Hutchinson i Telia-u. Ericsson također ima vodeću ulogu i u združivanju WLAN i GSM/WCDMA mreža. Tako je u svibnju 2003. Ericsson prvi

Slika 5. Ericssonov ABC koncept



pokazao standardizirano rješenje za provjeru vjerodostojnosti WLAN korisnika u GSM/WCDMA mrežama na temelju SIM (*Subscription Identity Module*) kartice.

Od trenutačnih Ericssonovih istraživačkih projekata važno je naglasiti suradnju s tehnološko vodećim svjetskim operatorom, japanskom tvrtkom NTT DoCoMo u osmišljavanju i razvoju IP2 koncepta.

6. Zaključak

Trenutačni razvoj pokretnih sustava se kreće prema združivanju različitih radijskih pristupnih mreža u jedinstveno komunikacijsko okruženje koje će biti potpuno transparentno za krajnje korisnike. Temeljna mreža mora biti dovoljno otvorena kako bi se na što jednostavniji način mogla prilagoditi posebnostima pojedinih pristupnih mreža. Glavni cilj ovih nastojanja je kraće vrijeme potrebno za pojavljivanje pojedinih usluga na tržištu po cijenama koje su prihvatljive za krajnje korisnike.

Put prema budućoj generaciji pokretnih sustava prije će biti kontinuiran nego diskretan proces. Stoga je izrazito bitno da se što prije ostvare različiti načini povezivanja sada raspoloživih GSM/EDGE i WCDMA sustava u punom smislu. Upravo to će biti početak stvaranja pravog okvira u koji će se u bližoj i daljnjoj budućnosti pridodati i druge, dopunske i/ili naprednije tehnologije.

7. Popis kratica

3GPP - 3rd Generation Partnership Project	GTP - GPRS Tunnelling Protocol
AAA - Authentication, Authorization and Accounting	HLR - Home Location Register
ABC - Always Best Connected	HSDPA - High Speed Downlink Packet Access
ARIB - Association of Radio Industry and Business	HSS - Home Subscriber Server
ATC - Adaptive Traffic Control	IEEE - Institute of Electrical and Electronic Engineers
AuC - Authentication Center	IETF - Internet Engineering Task Force
BSC - Base Station Controller	IETF - Internet Engineering Task Force
CCF - Charging Collection Function	IMS - Internet Multimedia Subsystem
CDMA - Code Division Multiple Access	IMT - 2000 International Mobile Telecommunications 2000
CGw - Charging Gateway	IP - Internet Protocol
COPS - Common Open Policy Service	IP2 - IP based IMT Platform
DSL - Digital Subscriber Line	ISDN - Integrated Services Digital Network
EDGE- Enhanced Data Rates for Global Evolution	ITU - International Telecommunication Union
ETSI - European Telecommunications Standard Institute	LAN - Local Area Network
FNR - Flexible Number Register	MGW- Media Gateway
GERAN GSM EDGE - Radio Access Network	MSC - Mobile Switching Center
GGSN- Gateway GPRS Support Node	MWIF- Mobile Wireless Internet Forum
GMSC- Gateway Mobile Switching Center	NCL - Network Control Layer
GPRS- General Packet Radio Service	OFDM- Orthogonal Frequency Division Multiplexing
GSM - Global System for Mobile communications	OGw - Online Gateway

PAN - Personal Area Network
PDC - Personal Digital Cellular
PLMN- Public Land Mobile Network
PS - Pokretna stanica
PSTN- Public Switch Telephone Network
QoS - Quality of Service
RNC - Radio Network Controller
RSVP- Resource Reservation Protocol
SCS - Self Configuring System
SGSN- Serving GPRS Support Node
SGW - Signaling Gateway
SIM - Subscriber Identity Module
SMG - Special Mobile Group
TCP - Transmission Control Protocol
TDMA - Time Division Multiple Access
TTC - Telecommunication Technology Comitee
UMTS - Universal Mobile Telecommunication System
VSF - Variable Spreading Factor
WCDMA - Wideband Code Division Multiple Access
WLAN - Wireless Local Area Network
WOFDM - Wideband Orthogonal Frequency
Division Multiplexing
WWRF - Wireless World Research Forum
WWW - World Wide Web

Literatura

- [1] 3GPP TS 23. 234
- [2] 3GPP TS 23. 934
- [3] E. Gustafsson, A. Jonsson: “ Always Best Connected” - IEEE Wireless Communication, Vol10, Issue 1, February 2003.
- [4] H. Yumiba, K. Imai, M. Yabusaki: “IP-Based IMT Network Platform” – IEEE Personal Communications, October 2001
- [5] Ericssonovi interni materijali

ADRESA AUTORA:

Boris Drilo
e-mail: boris.drilo@ericsson.com
Ericsson Nikola Tesla d.d.
Krapinska 45
p.p. 93
HR-10 002 Zagreb
Hrvatska

Uredništvo je primilo rukopis 1. prosinca 2003.