

Standardizacija IMT-Advanced sistema – pregled aktivnosti pod okriljem ITU-R-a

Elvis Babačić, Boris Jevrić, Zoran Veljović, Igor Radusinović

Sadržaj — U ovom radu dat je pregled aktivnosti na standardizaciji IMT-Advanced sistema pod okriljem Radiokomunikacionog sektora Međunarodne unije za telekomunikacije (ITU-R). Rad pruža presjek aktuelnih ITU-R rezolucija, preporuka i izvještaja koji se odnose na opšte, tehničke i spektralne aspekte IMT-Advanced sistema i identifikuje moguće izazove za nacionalna regulatorna tijela (NRA) vezane za kreiranje regulatornog okvira za uvođenje i dalji razvoj ovih sistema. Posebno su analizirane odluke Radiokomunikacione skupštine (RA-07) i Svjetske radiokomunikacione konferencije (WRC-07) iz 2007. godine koje se tiču koncepta i okvira za dalji razvoj IMT sistema, uključujući i alokacije novih radio-frekvencijskih opsega za mobilnu službu na primarnoj osnovi i njihovu identifikaciju za IMT. Takođe, u radu je detaljno opisan proces razvoja ITU-R preporuka kojima će biti specificirana tehnologija radio interfejsa (RIT) za IMT-Advanced sisteme.

Ključne riječi — alokacija spektra, IMT, IMT-Advanced, ITU-R, standardizacija, tehnologija radio interfejsa

I. UVOD

VELIKI komercijalni uspjeh mobilnih komunikacionih mreža druge generacije (2G), prije svega onih zasnovanih na GSM (*Global Standard for Mobile communications*) standardu, dao je podstrek za razvoj novih tehnologija koje će korisnicima ponuditi napredne, prije svega, *data* mobilne servise. Na krilima takvog optimizma, krajem 1990-tih godina se pojavilo nekoliko radio-pristupnih tehnologija koje je Radiokomunikacioni sektor Međunarodne unije za telekomunikacije (ITU-R) objedinio pod zajedničkim imenom IMT-2000 (*International Mobile Telecommunications in 2000*). U Evropi je kao standard za mobilne mreže treće generacije (3G) usvojen IMT-2000/UMTS (*Universal Mobile Telecommunication System*), kod koga je tehnologija radio interfejsa zasnovana na širokopojasnom CDMA pristupu (WCDMA). Na Radiokomunikacionoj skupštini održanoj 2007. godine (RA-07) odlučeno je da se IMT-2000 familiji doda OFDMA TDD WMAN radio-pristupna tehnologija, zasnovana na OFDMA tehnici pristupa (*Orthogonal Frequency Division Multiple Access*) [1].

Elvis Babačić, Agencija za elektronske komunikacije i poštansku djelatnost Crne Gore, Bulevar Džordža Vašingtona bb (kula C), 81000 Podgorica, Crna Gora (e-mail: elvis.babacic@ekip.me)

Boris Jevrić, Agencija za elektronske komunikacije i poštansku djelatnost Crne Gore, Bulevar Džordža Vašingtona bb (kula C), 81000 Podgorica, Crna Gora (e-mail: boris.jevric@ekip.me)

Zoran Veljović, Elektrotehnički fakultet u Podgorici, Cetinjski put bb, 81000 Podgorica, Crna Gora (e-mail: veljovic@ac.me)

Igor Radusinović, Elektrotehnički fakultet u Podgorici, Cetinjski put bb, 81000 Podgorica, Crna Gora (e-mail: igorr@ac.me)

Iako tehnološki značajno naprednije, mobilne mreže treće generacije nijesu postigle očekivani komercijalni uspjeh, najviše zbog slabijeg servisnog portfolija od onoga kakav se od nove tehnologije očekivao. Međutim, dodatnim tehnološkim unapređenjima, posebno kroz HSPA (*High Speed Packet Access*), kao i obogaćivanjem servisnog portfolija orjentisanog, prije svega, ka širokopojasnim mobilnim servisima, 3G mreže su stvorile komercijalni potencijal za dalji razvoj mobilne industrije. U međuvremenu, kao jedna verzija IMT-2000 OFDMA pristupa specificiran je 3GPP LTE standard, koji omogućava brzine prenosa podataka od čak 100 Mb/s na *downlink*-u i koji se popularno označava kao 3,9G standard.

Sve do 2007. godine, u ITU-R dokumentima, paralelno sa terminom IMT-2000, koji se odnosi na 3G mreže, za mobilne mreže narednih generacija koristio se termin *Beyond IMT-2000* sistemi. Na RA-07 odlučeno je da se termin IMT-2000 odnosi i na sva unapređenja i dalji razvoj tehnologija koje obuhvata, a da se za sisteme zasnovane na novim tehnologijama radio interfejsa, izvan IMT-2000, uvede novi termin *IMT-Advanced*, pri čemu se za IMT-2000 i *IMT-Advanced* može koristiti zajedničko ime IMT [2]. Takođe, u okviru ITU-R Studijske grupe 5 – Zemaljski servisi formirana je posebna radna grupa sa mandatom da razmatra opšte, tehnološke i aspekte vezane za spektar zemaljske komponente IMT sistema, sprovodi studije u cilju daljeg razvoja IMT-2000 i *IMT-Advanced* sistema i da kao vodeće radno tijelo radi na reviziji postojećih i razvoju novih ITU-R preporuka i izvještaja koji se odnose na IMT sisteme (Radna grupa 5D - IMT sistemi). Definisanjem *IMT-Advanced* koncepta ITU-R je započeo proces stvaranja jedinstvene platforme za razvoj mobilnih komunikacionih mreža četvrte generacije (4G).

U ovom radu je dat pregled aktivnosti ITU-R-a na standardizaciji *IMT-Advanced* sistema kroz presjek najznačajnijih ITU-R dokumenata koja se odnose na *IMT-Advanced* sisteme i identifikovani mogući izazovi za nacionalna regulatorna tijela (NRA) vezani za kreiranje regulatornog okvira za uvođenje i dalji razvoj ovih sistema. Rad je organizovan na sljedeći način: u drugom poglavlju dat je osvrt na projektovane zahtjeve u pogledu "količine" spektra neophodne za dalji razvoj IMT sistema, treće poglavlje daje pregled opštih i tehničkih zahtjeva za koje se kod *IMT-Advanced* sistema očekuje da budu ispunjeni, u četvrtom poglavlju je opisan proces specificiranja *IMT-Advanced* radio interfejsa kroz odgovarajuće ITU-R preporuke, u petom poglavlju su identifikovani mogući izazovi za NRA, a na samom kraju je dat zaključak sa osvrtom na trenutno stanje.

II. ZAHTEVI U POGLEDU SPEKTRA

Povećanjem zahtjeva vezanih za kapacitet mreže, koji se u prvom redu odnose na brzinu prenosa podataka u radio-pristupnom dijelu (desetine, pa i stotine Mb/s prema korisniku u uslovima mobilnosti), povećavaju se i zahtjevi za resursima u pogledu radio-frekvencijskog spektra neophodnog za dalji razvoj IMT sistema. Prema ITU-R analizama, pretpostavljene potrebe za razvoj IMT sistema do 2015. godine iznose ukupno 1300 MHz, a do 2020. godine čak 1720 MHz spektra u scenariju višeg tržišta [3], [4]. Zbog propagacionih karakteristika, za pristupni dio mobilnih komunikacionih mreža poželjni su opsezi između 400 MHz i 5 GHz. Ima li se na umu da se upravo ovi opsezi intenzivno koriste od strane drugih radio službi, pitanje spektra postaje značajno složenije.

Uviđajući ozbiljnost ovog izazova ITU-R je na Svjetskoj radiokomunikacionoj konferenciji održanoj 2007. godine (WRC-07) alocirao dodatni spektar u opsezima 450-470 MHz, 790-862 MHz, 2300-2400 MHz i 3400-3600 MHz (za ITU Region 1) za mobilnu radio službu na primarnoj osnovi i identifikovao ukupno osam opsega za upotrebu od strane IMT sistema. U Tabeli 1 je dat pregled opsega koji su na WRC-07 identifikovani za IMT sisteme. Frekvencijski aranžmani za implementaciju zemaljske komponente IMT sistema u opsezima koji su u tabeli namjene ITU-R Pravilnika o radiokomunikacijama (ITU-R *Radio Regulations*) identifikovani za IMT opisani su u [5].

TABELA 1: OPSEZI IDENTIFIKOVANI ZA IMT

Opseg [MHz]	Radio služba (na primarnoj osnovi)	Trenutna upotreba
450-470	MOBILNA	PMR/PAMR
790-862	RADIO-DIFUZNA, MOBILNA izuzev aeronautičke mobilne	TV radio-difuzija
880-960	MOBILNA	E-GSM/GSM
1710-1880	FIKSNA, MOBILNA	DCS1800
1900-2170	FIKSNA, MOBILNA	IMT-2000
2300-2400	FIKSNA, MOBILNA	SAP/SAB
2500-2690	FIKSNA, MOBILNA izuzev aeronautičke mobilne	IMT-2000
3400-3600	FIKSNA, FIKSNA SATELITSKA, MOBILNA	BWA

Opseg 450-470 MHz je i ranije bio namijenjen mobilnoj službi. Ovaj opseg se pretežno koristi za PMR/PAMR (*Private Mobile Radio/Public Access Mobile Radio*) sisteme i njegova upotreba od strane IMT sistema zavisi, prije svega, od značaja PMR/PAMR instalacija za državu i spremnosti da se ti sistemi izmjestu u druge opsege. Slično je i sa opsegom 2300-2400 MHz koji se trenutno koristi za SAP/SAB (*Service Ancillary to Programme making/Service Ancillary to Broadcasting*) aplikacije.

Zbog dobrih propagacionih karakteristika i relativno velike širine posebno je interesantan opseg 790-862 MHz, koji se trenutno koristi za TV radio-difuziju. Ovaj opseg je posebno pogodan za obezbjeđivanje pokrivanja u ruralnim i slabo naseljenim područjima. Međutim, upotreba ovog opsega od strane IMT sistema zavisi od ishoda procesa digitalizacije TV radio-difuzije i opredjeljenja svake države da li da tzv. "digitalnu dividendu" opredijeli za IMT sisteme.

Opsezi 880-960 MHz, 1710-1880 MHz, 1900-2170 MHz i 2500-2690 MHz su bili i ranije namijenjeni mobilnoj radio službi i, kao što je poznato, u njima rade mobilne mreže druge i treće generacije. Upotreba ovih opsega od strane IMT sistema je izvjesna (u zadnja dva opsega već rade IMT-2000 mreže), samo je pitanje trenutka kada će komercijalna računica pokazati da je isplativo zamijeniti stare tehnologije novim u ovim opsezima (*spectrum refarming*).

Opseg 3400-3600 MHz trenutno se koristi od strane fiksne službe za širokopojasne bežične pristupne mreže (BWA - *Broadband Wireless Access*) i njihova upotreba od strane IMT sistema je izvjesna.

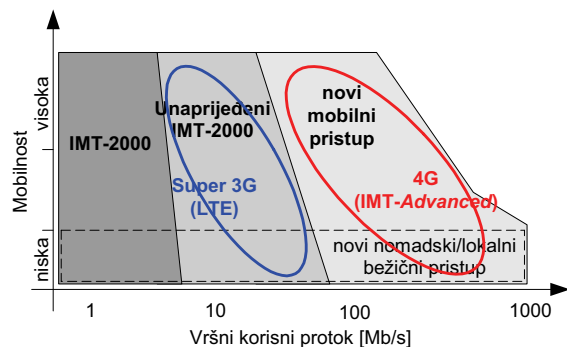
Naravno, prije implementacije IMT sistema u bilo kom opsegu neophodno je sprovesti studije o mogućnostima korišćenja istog, odnosno susjednih opsega od strane tih sistema i sistema ostalih primarnih službi.

III. IMT-ADVANCED KONCEPT I ZAHTEVI

Okvir i opšti ciljevi daljeg razvoja IMT-2000 i *Beyond IMT-2000* sistema, postavljeni još 2003. godine, pretpostavili su potrebu za definisanjem novog koncepta mobilnih komunikacionih mreža u tehnološkom smislu, uključujući i novu tehnologiju radio interfejsa [6]. Zajedno sa definisanjem termina *IMT-Advanced*, za mobilne mreže nove generacije definisani su i opšti zahtjevi koje takve mreže treba da ispune da bi podržale širok spektar naprednih servisa [7]. Najznačajniji *IMT-Advanced* zahtjevi su:

- visok stepen funkcionalne jedinstvenosti širom svijeta uz zadržavanje fleksibilnosti koja omogućava da se podrži širok spektar servisa i aplikacija na komercijalno efikasan način;
- kompatibilnost servisa unutar IMT i sa servisima fiksnih mreža;
- mogućnost *interworking-a* sa drugim radio pristupnim sistemima;
- visoko-kvalitetni mobilni servisi;
- korisnička oprema pogodna za upotrebu širom svijeta;
- "user-friendly" aplikacije, servisi i oprema;
- mogućnost roaminga širom svijeta;
- unaprijeđeni vršni protoci da bi se podržali napredni servisi i aplikacije (100 Mb/s za visoku i 1 Gb/s za nisku mobilnost).

Ovako definisan koncept ilustrovan je na Slici 1.



Sl. 1. IMT-Advanced koncept

U cilju realizacije opisanog koncepta i ispunjenja opštih zahtjeva definisani su tehnički zahtjevi za *IMT-Advanced* radio interfejs [8], koji su objedinjeni u Tabeli 2.

TABELA 2: IMT-ADVANCED TEHNIČKI TAHTJEVI

Testno okruženje	Spektralna efikasnost (b/Hz/čeliji)		Spektralna efikasnost na ivici čelije (b/Hz/čeliji)	
	downlink	uplink	downlink	uplink
Unutra	3	2,25	0,1	0,07
Miktočelija	2,6	1,8	0,075	0,05
Urbano	2,2	1,4	0,06	0,03
Velika brzina	1,1	0,7	0,04	0,015
Vršna spektralna efikasnost	downlink: 15 bit/s/Hz uplink: 6,75 bit/s/Hz			
Širina spektra	skalabilna širina spektra do 40 MHz (dozvoljeno je proširenje do 100 MHz)			
Kašnjenje	Kontrolna ravan: 100 ms Korisnička ravan: 10 ms			
Testno okruženje	Protok na saobraćajnom kanalu (b/s/Hz)		Min. VoIP kapacitet (b/Hz/čeliji)	
Unutra	1,0 pri brzini od 10 km/h		50	
Miktočelija	0,75 pri brzini od 30 km/h		40	
Urbano	0,55 pri brzini od 120 km/h		40	
Velika brzina	0,25 pri brzini od 350 km/h		30	

Jasno je da ovako strogi tehnički zahtjevi iziskuju razvoj novih tehnika prenosa u radio-pristupnom dijelu mreže i nove alokacije spektra.

IV. PROCES RAZVOJA IMT-ADVANCED RADIO INTERFEJSA

U [9] su opisani osnovni principi na kojima se bazira proces razvoja ITU-R preporuka i izvještaja kojim će biti specificirani IMT-Advanced sistemi, uključujući i tehnologiju radio interfejsa. Predviđeno je da se čitav proces realizuje u devet koraka, na način kako je ilustrovano na Slici 2 [10].

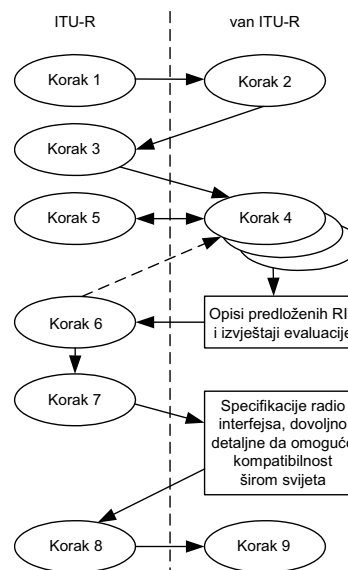
Korak 1: Cirkularno pozivno pismo za podnošenje predloga za tehnologiju radio interfejsa i eksterne evaluacije – Radiokomunikacioni biro (BR) cirkularnim pismom poziva eksterne organizacije da podnesu kandidate za tehnologiju radio interfejsa za zemaljsku komponentu IMT-Advanced sistema. Cirkularnim pismom se takođe pozivaju registrovane evaluacione grupe da po objavljivanju predloga izvrše evaluaciju predloženih kandidata za tehnologiju radio interfejsa i podnesu izvještaje o rezultatima evaluacije, pri čemu inicijalni izvještaj podnosi i predlagač.

Korak 2: Razvoj kandidata za tehnologiju radio interfejsa – Eksterne organizacije razvijaju tehnologiju radio interfejsa (RIT) ili set tehnologija (SRIT) koje će zadovoljiti minimalne IMT-Advanced tehničke zahtjeve i kriterijume evaluacije.

Korak 3: Podnošenje/prijem predloga za tehnologiju radio interfejsa – U ovom koraku eksterne organizacije Radnoj grupi 5D podnose predloge za IMT-Advanced tehnologiju radio interfejsa sa izvještajem o rezultatima inicijalne evaluacije.

Korak 4: Evaluacija kandidata za tehnologiju radio interfejsa od strane nezavisnih evaluacionih grupa – Registrovane evaluacione grupe vrše evaluaciju predloženih RIT ili SRIT kandidata shodno uputstvima, kriterijumima i test modelima definisanim u [11] i [12] i dostavljaju izvještaje o rezultatima evaluacije Radnoj grupi 5D. Pri tome, saradnja različitih evaluacionih grupa je

poželjna u cilju jednoznačnog shvatanja zahtjeva, evaluacionih scenarija i postizanja konsenzusa o nekom predlogu.



Sl. 2. Šematski prikaz procesa razvoja IMT-Advanced radio interfejsa

Korak 5: Praćenje i koordinacija spoljašnjih evaluacionih aktivnosti – Radna grupa 5D koordinira rad različitih eksternih evaluacionih grupa, prati napredak njihovog rada i daje pojašnjenja evaluacionih scenarija i zahtjeva u cilju njihovog jednoznačnog shvatanja i postizanja konsenzusa.

Korak 6: Ponovno razmatranje ocjene usklađenosti sa minimalnim zahtjevima – U ovom koraku Radna grupa 5D razmatra ocjene usklađenosti sa minimalnim tehničkim zahtjevima i kriterijumima evaluacije date u izvještajima evaluacionih grupa i procjenjuje da li su oni zaista ispunjeni. Predlog za IMT-Advanced tehnologiju radio interfejsa za koji se ocijeni da ispunjava minimalne tehničke uslove smatra se kvalifikovanom RIT ili SRIT i ide u sljedeći korak. Svi predlagači, računajući i one čiji predlozi nijesu ispunili minimalne tehničke zahtjeve, mogu ponoviti neki od prethodna dva koraka u cilju dopune, izmjene ili pojašnjenja predloženih rješenja.

Korak 7: Razmatranje rezultata evaluacije, postizanje konsenzusa i donošenje odluke – Radna grupa 5D u ovom koraku razmatra rezultate evaluacije tehnologija radio interfejsa koje su prošle prethodni korak i donosi se odluka. Teži se konsenzusu sa ciljem da se postigne globalna tehnološka harmonizacija i obezbijedi široka podrška industrije, što može dovesti do grupisanja nekoliko tehnologija ili do modifikacije nekih predloga, ukoliko se na taj način dobija RIT ili SRIT koje bolje zadovoljavaju IMT-Advanced ciljeve.

Korak 8: Razvoj preporuka za radio interfejs – Na bazi rezultata dobijenih u Koraku 7, ITU-R razvija set preporuka kojima se specificira tehnologija radio interfejsa za zemaljsku komponentu IMT-Advanced sistema, a koje su dovoljno detaljne da omoguće funkcionalnu kompatibilnost i kompatibilnost opreme širom svijeta, uključujući i međunarodni roaming.

Korak 9: **Implementacija preporuka** – U ovom koraku aktivnosti se realizuju van ITU-a i obuhvataju razvoj suplementarnih standarda, dizajn i razvoj opreme, testiranje, razvoj komercijalnih aspekata i na kraju implementacija *IMT-Advanced* mreža i pružanje usluga.

V. IZAZOVI ZA REGULATORNA TIJELA

Za komercijalni uspjeh javnih mobilnih komunikacionih mreža od presudnog značaja je harmonizacija opsega, tehnologije i načina korišćenja servisa na što većem području. Pri tome, iskustvo pokazuje da će uvođenje 4G mobilnih komunikacionih mreža ići postepeno, preko već implementiranog HSPA i najavljenog LTE standarda. Od nacionalnih regulatora se već u ovoj fazi očekuje da počnu sa kreiranjem okvira koji će omogućiti ispunjenje navedenih ciljeva. Neki od glavnih izazova za NRA i smjernice u kom pravcu može ići njihovo rješenje su:

- **obezbjedivanje neophodnog spektra** – U nacionalnim planovima namjene radio-frekvencija, shodno opredjeljenju države, alocirati i osloboditi nove harmonizovane opsege za mobilnu službu i zajedno sa postojećim opsezima identifikovati ih za IMT sisteme;
- **stvaranje uslova za *spectrum refarming*** – Definirati uslove pod kojima je dozvoljeno u opsezima koji se trenutno koriste za GSM, DCS1800 i IMT-2000/UMTS implementirati sisteme novije generacije, uključujući LTE;
- **harmonizacija tehnologije** – U nacionalni regulatorni okvir ugraditi obavezu primjene harmonizovanih standarda kako bi se obezbijedila kompatibilnost opreme i servisa, prije svega u okviru zemalja članica Konferencije evropskih administracija za poštu i telekomunikacije (CEPT).

VI. ZAKLJUČAK

U ovom radu je dat pregled aktivnosti pod okriljem ITU-R-a na standardizaciji *IMT-Advanced* sistema kao globalno usvojenog koncepta mobilnih komunikacionih mreža četvrte generacije. Poseban akcenat je stavljen na potrebe sa aspekta spektra neophodnog za razvoj ovih sistema. ITU-R je u tom smislu načinio prve korake alociranjem nekoliko novih opsega za mobilnu službu i njihovom identifikacijom za IMT. Kako se proces razvoja *IMT-Advanced* sistema bude bližio kraju, potrebe za spektrom će postajati sve izraženije i na tom polju se moraju tražiti nova rješenja na globalnom nivou.

Proces standardizacije tehnologije radio interfejsa za *IMT-Advanced* sisteme je počeo u martu 2008. godine slanjem cirkularnog pisma od strane Radiokomunikacionog biroa (Korak 1). Predlozi za *IMT-Advanced* RIT predstavljeni su Radnoj grupi 5D u oktobru 2009. godine, zajedno sa evaluacionim izvještajima predlagača (Koraci 2 i 3). Svoje predloge su dostavili 3GPP (*LTE-Advanced* zasnovan na rješenjima iz LTE Rel. 8) i IEEE (802.16m zasnovan na 802.16-2009). U osnovi oba predložena rješenja je radio interfejs zasnovan na OFDMA, koji uz primjenu tehnika za unapređenje performansi prenosa kao što su napredni algoritmi kodiranja, napredni postupci digitalne obrade signala, upotreba više antena na predaji i prijemu (MIMO), kooperativni radio na bazi relearnog

prenosa i sl. ima potencijal da ispuni stroge *IMT-Advanced* zahtjeve.

U junu 2010. godine je okončan proces eksterne evaluacije (Korak 4), a planirano je da se Koraci 5, 6 i 7 kompletiraju u oktobru 2010. godine. Kompletan proces (Koraci 1-8) biće završen na sastanku Radne grupe 5D planiranom za februar 2011. godine.

LITERATURA

- [1] Recommendation ITU-R M.1457 - Detailed specifications of the radio interfaces of International Mobile Telecommunications-2000 (IMT-2000)
- [2] Resolution ITU-R 56 - Naming for International Mobile Telecommunications
- [3] Recommendation ITU-R M.1768 - Methodology for calculation of spectrum requirements for the future development of the terrestrial component of IMT-2000 and systems beyond IMT-2000
- [4] Report ITU-R M.2078 - Estimated spectrum bandwidth requirements for the future development of IMT-2000 and IMT-Advanced
- [5] Recommendation ITU-R M.1036 - Frequency arrangements for implementation of the terrestrial component of International Mobile Telecommunications-2000 (IMT 2000) in the bands 806-960 MHz, 1 710-2 025 MHz, 2 110-2 200 MHz and 2 500-2 690 MHz
- [6] Recommendation ITU-R M.1645 - Framework and overall objectives of the future development of IMT-2000 and systems beyond IMT-2000
- [7] Recommendation ITU-R M.1822 - Framework for services supported by IMT
- [8] Report M.2134 - Requirements related to technical performance for IMT-Advanced radio interface(s)
- [9] Resolution ITU-R 57 - Principles for the process of development of IMT Advanced
- [10] ITU-R WP 5D Document IMT-ADV/2-E – Submission and evaluation process and consensus building
- [11] Report ITU-R M.2133 - Requirements, evaluation criteria and submission templates for the development of IMT-Advanced
- [12] Report ITU-R M.2135 - Guidelines for evaluation of radio interface technologies for IMT-Advanced

ABSTRACT

In this paper an overview of the activities on IMT-Advanced systems standardization within Radio-communication Sector of International Telecommunication Union (ITU-R) is given. The paper provides an overview of the actual ITU-R Resolutions, Recommendations and Reports which are related to general, technical and spectrum aspects of IMT-Advanced systems and identifies possible challenges for National Regulatory Authorities (NRA) in creating regulatory framework for introducing and further development of these systems. Specially, decisions of the Radiocommunication Assembly (RA-07) and World Radiocommunication Conference (WRC-07) held in 2007 related to concept and framework for future development of IMT systems are analyzed, including new frequency bands allocations for mobile services on primary basis and its identification for IMT. In addition, development process for ITU-R Recommendations specifying IMT-Advanced radio interface technology (RIT) is described.

STANDARDISATION OF IMT-ADVANCED SYSTEMS – AN OVERVIEW OF THE ITU-R ACTIVITIES

Elvis Babačić, Boris Jevrić, Zoran Veljović, Igor Radusinović