

Analiza rada UMTS mreže sa dva radio-kanala korišćenjem NPSW simulatora

Maja Lukić

Sadržaj — U ovom radu je prikazana analiza rada UMTS mreže sa dva radio-kanala na makro nivou mreže. Veliki broj različitih servisa koje treba realizovati u okviru mreže treće generacije zahteva primenu raznih tehnika i alata za projektovanje i planiranje mreže. Kako bi se izvršila analiza rada UMTS mreže sa dva radio-kanala, korišćen je *npsw 5.0.0* (*Network Planning Strategies for Wideband CDMA*) statički simulator za radio planiranje WCDMA mreže, koji je realizovan u Matlab® programskom okruženju.

Razmatrani su uslovi uvođenja drugog radio-kanala u mrežu, kao i prednosti koje se dobijaju ovim postupkom.

Ključne reči — *npsw* statički simulator, radio-kanal, UMTS.

I. UVOD

ZA analizu rada UMTS (*Universal Mobile Telecommunications System*) mreže sa dva radio-kanala, u ovom radu se koristi *npsw 5.0.0* (*Network Planning Strategies for Wideband CDMA*) statički simulator. Zadatak autora rada jeste da u UMTS mrežu sa jednim radio-kanalom, koja je već definisana u okviru simulatora, uvede drugi radio-kanal i pokaže koja su to sve poboljšanja koja se ovim procesom dobijaju, a koja se odnose na performanse mreže.

Prilikom realizacije rada je korišćena literatura koja se odnosi na planiranje i optimizaciju UMTS mreže i uputstvo za rad u korišćenom *npsw* simulatoru [1], [2].

Rad se sastoji iz pet poglavlja. U prvom poglavlju (II.) se opisuju karakteristike *npsw* statičkog simulatora koji je korišćen za analizu rada UMTS mreže. Drugo poglavlje (III.) opisuje parametre i scenario simulacije, a u trećem (IV.) se objašnjava način uvođenja drugog radio-kanala u mrežu. Četvrto poglavlje (V.) se odnosi na analizu rada UMTS mreže sa dva radio-kanala, u odnosu na rad mreže kada ona ima na raspolaganju samo jedan radio-kanal. Na osnovu rezultata dobijenih simulacijom, na kraju rada je iznet zaključak o funkcionisanju UMTS mreže kada ona ima na raspolaganju dva radio-kanala.

II. NPSW STATIČKI SIMULATOR

Postupak planiranja i optimizacije jedne UMTS mreže je urađen korišćenjem *npsw* statičkog simulatora. Za rad ovog simulatora neophodno je oko 130 različitih Matlab® fajlova u kojima se definišu parametri UMTS mreže

korišćeni u simulaciji, kao i načini izračunavanja određenih vrednosti koje se odnose na rad te mreže. Za potrebe ovog rada, ovi fajlovi se uglavnom koriste u obliku u kojem su već inicijalno definisani u okviru simulatora, pa se njihova struktura i naziv ovde ne navode detaljnije. Biće objašnjeni samo oni fajlovi u kojima su vrednosti parametara menjane za potrebe odgovarajuće simulacije.

Kao ulazni parametri simulatora, neophodni su digitalna mapa područja koje se analizira, a koja mora sadržati topografske, morfografske i podatke o zgradama.

U statičkom simulatoru svaki od korisnika može imati različitu brzinu kretanja. Ova brzina, kao i korišćeni servis zajedno definišu zahteve za odnosom signal/šum, E_b/N_0 , različite margine i druge parametre veze.

Funkcionisanje simulatora podrazumeva tri faze rada: fazu inicijalizacije, kombinovane *uplink* (UL) i *downlink* (DL) analize i fazu post-procesiranja.

Faza inicijalizacije podrazumeva definisanje ulaznih parametara simulatora, odnosno sistemske parametre UMTS mreže, vrednosti definisane za bazne stanice (BS, *Base Station*), mobilne stanice (MS, *Mobile Station*), *uplink* i *downlink* smer veze, karakteristike korišćenih antena, kao i karakteristike područja mreže koje se posmatra. Svi ovi parametri se definišu u odgovarajućim Matlab® fajlovima *npsw* simulatora. Nakon faze inicijalizacije sve UL i DL veze se analiziraju za sve MS, i taj proces predstavlja glavnu funkciju simulatora. U poslednjem koraku, kada iteracije dostignu određeni kriterijum konvergencije, rezultati ovih analiza se post-procesiraju, i prikazuju se različite grafičke i brojčane izlazne vrednosti, u vidu mapa, histograma i numeričkih tabela [1].

III. PARAMETRI I SCENARIO SIMULACIJE

Za analizu rada UMTS mreže se koristi scenario koji je već inicijalno definisan u okviru *npsw* simulatora. Reč je o UMTS mreži koja koristi samo jedan radio-kanal za realizaciju saobraćaja.

UMTS mreža definisana u okviru simulatora podrazumeva da je opseg rada mreže na frekvenciji od 2GHz, širina radio-kanala iznosi 5MHz, protok čipova u WCDMA je 3.84 Mc/s, gustina termičkog šuma je -174 dBm/Hz, a visina antene MS je 1.5m iznad zemlje [1].

Definisani su parametri koji se odnose na karakteristike BS i MS, kao i ostali parametri koji se koriste u simulaciji. Neki od korišćenih parametara su navedeni u Tabeli 1.

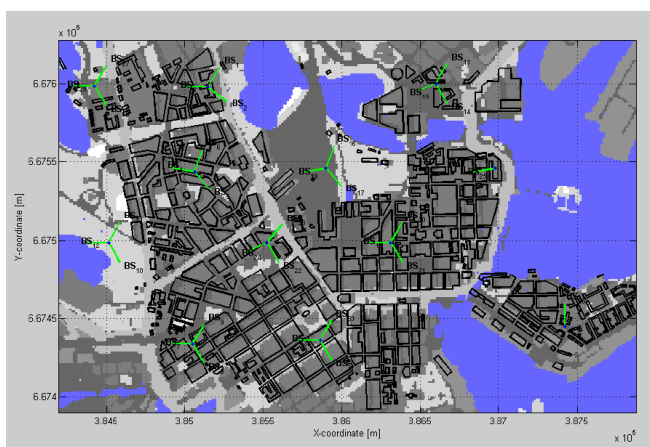
U simulaciji je analizirano 9km² urbane sredine na području centra grada Helsinkija (Finska). Planiranje UMTS mreže na opisanom području je urađeno sa 12 *site*-ova, odnosno 32 sektora (Sl. 1.). U 30 sektora se koriste

Maja Lukić, Elektrotehnički fakultet u Beogradu, Srbija; (telefon: +381-63-201545; e-mail: maja.lukic@ikomline.net).

sektorske antene od 65⁰/17dBi, a u 2 sektora se koriste omni-direkzione antene čiji je dobitak 11dBi. Propagacija signala je računata na osnovu Okumura-Hata modela koji se koristi za makro ćelije u *outdoor* okruženju.

TABELA 1: PARAMETRI KORIŠĆENI U SIMULACIJI.

Parametar	Vrednost
Max predajna snaga BS	43dBm
Max predajna snaga MS	21dBm
Indoor gubitak	12dB
Brzina MS (za podatke)	3km/h
Brzina MS (za govor)	50km/h
BS faktor šuma	5dB
MS faktor šuma	8dB
CPICH snaga	30dBm
Granica UL opterećenja	60%



Sl. 1. Izabrani scenario za simulaciju rada UMTS mreže sa jednim radio-kanalom

Razmatra se prenos mešovitog saobraćaja kroz mrežu, tako da je mreža koja se analizira veoma bliska realnom modelu UMTS mreže. Posmatra se prenos govora, protoka 12.2 kb/s, kao i servisi prenosa podataka kroz mrežu, protoka 64 kb/s, 144 kb/s i 384 kb/s.

Cilj funkcionisanja svake mreže jeste da se opsluži što veći broj korisnika. Opisana mreža, u kojoj se prenosi mešovit saobraćaj, može se smatrati funkcionalnom ako je opsluženo više od 95% ukupnog broja korisnika u mreži. Na osnovu tog zahteva je određen optimalan broj inicijalnih korisnika za posmatranu mrežu, i on iznosi 704.

IV. UVOĐENJE DRUGOG RADIO-KANALA U UMTS MREŽU

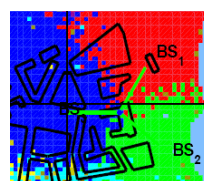
Veoma je redak slučaj da mobilni operator u gustoj urbanoj sredini koristi isključivo jedan radio-kanal za realizaciju saobraćaja, pogotovu što poseban problem predstavlja dalji razvoj i rast mreže. Moguće rešenje navedenih problema jeste uvođenje drugog radio-kanala u mrežu. UMTS mreža sa dva radio-kanala predstavlja mnogo realniju situaciju, blisku stvarnom funkcionisanju današnjih UMTS mreža, nego što je to UMTS mreža sa jednim radio-kanalom.

Jedno od osnovnih poboljšanja *npsw* simulatora verzije 5.0.0 u odnosu na prethodne verzije ovog simulatora se odnosi na mogućnost uvođenja drugog radio-kanala u UMTS mrežu.

Naredna analiza se odnosi na rad UMTS mreže sa dva radio-kanala, pri čemu oba radio-kanala koristi isti mobilni operator. Posmatra se isto područje kao i u prethodnoj simulaciji rada mreže sa jednim radio-kanalom. Reč je o analizi urbane sredine centra grada Helsinkija. Planiranje mreže je urađeno sa 12 *site*-ova (32 sektora) i 704 inicijalnih mobilnih korisnika, na isti način i upotrebom istih BS i MS kao u prethodnom slučaju.

Pre same analize potrebno je odrediti na koji način BS i MS mogu koristiti ove radio-kanale u okviru simulacije.

U okviru *npsw 5.0.0* simulatora, svaka od antena je obeležena kao BS_x (x=1,2,...,32), što znači da simulator svaku od njih smatra baznom stanicom. U okviru realne mreže, tri antene koje se nalaze na istoj poziciji postavljaju se na jednu BS, a sektori koje te antene pokrivaju zajedno čine ćeliju koju pokriva BS. Na primer, bazne stanice BS₁, BS₂ i BS₃ na Sl. 2. u realnoj mreži predstavljaju jednu BS.

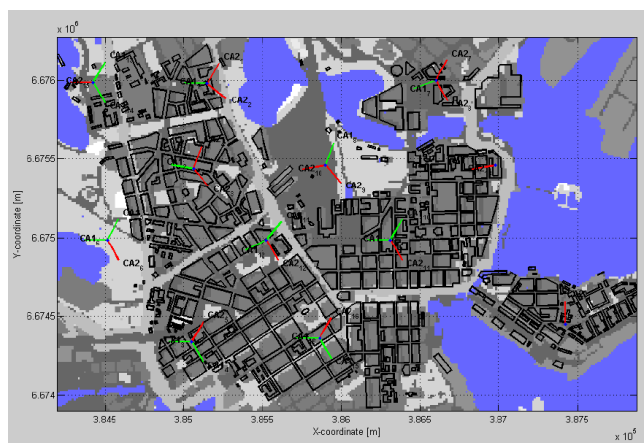


Sl. 2. Ćeliju realne mreže čine sektori u kojima su antene BS₁, BS₂ i BS₃ *best server*-i

U trenutnoj verziji simulatora *npsw 5.0.0*, moguće je definisati samo jedan radio-kanal po BS, jer su BS koje koriste dva radio-kanala definisane kao različite, tj. odvojene BS. U narednim verzijama *npsw* simulatora se očekuje da ovakva definicija BS bude promenjena i da ista BS (odnosno sektorska antena) može imati na raspolaganju dva radio-kanala za prenos podataka [1].

S obzirom na prethodnu definiciju, da jedna BS koristi jedan radio-kanal, postavlja se pitanje na koji način uvesti drugi radio-kanal u mrežu. Ovde se analizira slučaj kada se na svakom *site*-u mreže koriste dva radio-kanala, pri čemu jedna antena koristi prvi, a dve antene drugi radio-kanal, i obrnuto. Kada je reč o omni-direkcionim antenama, izabrano je da obe antene koriste drugi radio-kanal, jer se u tom slučaju opslužuje najveći broj mobilnih korisnika.

Dakle, posmatrano područje mreže sa dva radio-kanala je definisano tako da se na 10 *site*-ova koriste oba radio-kanala, a na 2 *site*-a se koristi drugi radio-kanal (Sl. 3.).



Sl. 3. Scenario simulacije kada se drugi radio-kanal uvodi u sve ćelije UMTS mreže

Svi parametri koji se koriste tokom simulacije rada mreže sa dva radio-kanala ostaju isti kao i u slučaju rada mreže sa jednim radio-kanalom. Jedini parametri koji moraju biti promenjeni se odnose na karakteristike BS, koje su definisane u okviru *bsParamFile*-a, i nekih drugih karakteristika u mreži koje su definisane u *npswini.m* fajlu. Što se tiče karakteristika MS, pretpostavlja se da sve MS inicijalno koriste prvi radio-kanal, a parametrima u okviru *npswini.m* fajla se definiše kada i na koji način MS mogu koristiti drugi radio-kanal. Iz tog razloga, distribucija MS je ista kao i slučaju rada mreže sa jednim radio-kanalom.

Fajl *npswini.m* se odnosi na inicijalne parametre simulacije, i u okviru njega je potrebno načiniti odgovarajuće promene, za slučaj kada se u mreži za realizaciju saobraćaja koriste dva radio-kanala (Sl. 4.).

```
%NPSWINI this file contains all the parameters
needed for the radio link budget calculation
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%% general %%%%%%%%%
%following parameters are fixed but could be as
well BS or MS specific if different classes of
BSs or MSs exist
limitIFHO = 2;
numMStype1 = 704;
numMStype2 = 0;
numBStype1 = 16;
numBStype2 = 16;
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%Simulation mode%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
mode = 1; % 1: 2 Carriers
doInitialCarrierSelection = 1;
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%% MS order method %%%%%%%%%
%for random MS selection from the MS file
randomizeMSfile = 1;
```

Sl. 4. Izmenjeni *npswini.m* fajl za slučaj kada UMTS mreža koristi dva radio-kanala

Parametri čiju je vrednost potrebno izmeniti u *npswini.m* fajlu su sledeći:

- *limitIFHO* – Parametar koji definiše dozvoljen broj inter-frekvencijskih *handover*-a koji MS može da učini pre nego što joj se onemoguću realizacija servisa.
- *mode* – Ovim parametrom se bira mod simulacije. Ako je *mode=1*, reč je o situaciji kada se u mreži koriste dva radio-kanala.
- *doInitialCarrierSelection* – Parametar kojim se definiše način korišćenja drugog radio-kanala MS. Ako je njegova vrednost 1 i *mode=1*, prvo se proverava da li MS može da primi CPICH signal prvog radio-kanala sa zadovoljavajućim odnosom E_c/I_0 , pa ako ne može, MS koristi drugi radio-kanal za realizaciju saobraćaja.
- *randomizeMSfile* – Parametar koji definiše na koji način se iščitavaju MS koje su definisane u okviru *msParamFile*-a. Ako je *randomizeMSfile=1*, MS se iščitavaju slučajnim redosledom.
- *numMStype1* – Parametar koji definiše broj inicijalnih korisnika koji koriste prvi radio-kanal. Analizira se slučaj kada je *numMStype1=704*.
- *numMStype2* – Parametar koji definiše broj inicijalnih korisnika koji koriste drugi radio-kanal. Kao što je već ranije navedeno, prilikom analize rada mreže definiše se da inicijalno sve MS koriste prvi radio-kanal, a zatim da se, ako

nisu u mogućnosti da ostvare servis, prebacuju na drugi radio-kanal. Zbog toga je *numMStype2=0*.

- *numBStype1* – Parametar koji definiše broj BS koje koriste prvi radio-kanal. Analizira se slučaj kada je *numBStype1=16*.
- *numBStype2* – Parametar koji definiše broj BS koje koriste drugi radio-kanal. Analizira se slučaj kada je *numBStype2=16*, odnosno pola BS u mreži koriste prvi radio-kanal, a pola BS koriste drugi radio-kanal. Koja BS koristi koji kanal se definiše u okviru *bsParamFile*-a.

Nakon promene *npswini.m* fajla, može se pristupiti i promeni *bsParamFile*-a. Jedina promena koju je u okviru tog fajla potrebno učiniti, odnosi se na vrednost parametra *usedCarr* kojim se definiše koji radio-kanal BS koristi, odnosno u realnom slučaju, sektorska antena. Ako je *usedCarr=1*, to znači da BS koristi prvi radio-kanal, a ako je *usedCarr=2*, to znači da BS koristi drugi radio-kanal (Sl. 5.). Vrednosti ostalih parametara *bsParamFile*-a ostaju nepromenjene.

<i>xPos</i>	<i>yPos</i>	<i>groundHeight</i>	...	<i>usedCarr</i>
385150.00	6675980.00	12.00	...	2
385150.00	6675980.00	12.00	...	2
385150.00	6675980.00	12.00	...	1
385060.00	6675440.00	19.00	...	1
385060.00	6675440.00	19.00	...	2
385060.00	6675440.00	19.00	...	2
...

Sl. 5. *bsParamFile* za slučaj kada se u UMTS mreži koristi drugi radio-kanal u svim ćelijama

V. ANALIZA RADA UMTS MREŽE SA DVA RADIO-KANALA

UMTS mreža sa dva radio-kanala je definisana na prethodno opisan način. Planiranje je urađeno sa 32 sektora, pri čemu 16 sektora koristi prvi, a 16 sektora drugi radio-kanal, a broj inicijalno definisanih korisnika u mreži je 704.

Analiza rada mreže se odnosi na broj inicijalnih i opsluženih korisnika u mreži, saobraćajno opterećenje u mreži, predajne snage BS i MS, analizu *soft handover*-a (SHO) i na kraju, pokrivanje zajedničkih (*common*) i *dedicated* kanala u mreži.

A. Inicijalni i opsluženi korisnici

Od 704 inicijalno definisanih korisnika u mreži sa jednim radio-kanalom je bilo opsluženo 674 korisnika, odnosno 95.74% ukupnog broja korisnika, a u mreži sa dva radio-kanala koji se uvode u svim ćelijama mreže je opsluženo 700 korisnika, odnosno 99.43% ukupnog broja korisnika u mreži.

B. Saobraćajno opterećenje ćelije

Prosečno saobraćajno opterećenje ćelije, koje potiče od svih korisnika u mreži sa jednim radio-kanalom iznosi 51.38%, a u mreži sa dva radio-kanala prosečno saobraćajno opterećenje ćelije iznosi 48.71%. Uvođenjem drugog radio-kanala u mrežu, prosečno *uplink* saobraćajno opterećenje se smanjuje, zbog postojanja raspodele saobraćaja između dva radio-kanala.

C. Predajna snaga BS

Prosečna predajna snaga BS za slučaj rada mreže sa jednim radio-kanalom iznosi 38.86dBm. Kada je reč o mreži sa dva radio-kanala, prosečna predajna snaga BS koje koriste prvi radio-kanal iznosi 39.5426dBm, a BS koje koriste drugi radio-kanal 33.5737dBm.

D. Predajna snaga MS

Maksimalna predajna snaga MS u mreži sa jednim radio-kanalom iznosi 20.45dBm. Maksimalne predajne snage MS u mreži sa dva radio-kanala su manje, odnosno maksimalna predajna snaga MS koja koristi prvi radio-kanal je 19.66dBm, a MS koja koristi drugi radio-kanal 20.02dBm.

Korišćenjem drugog-radio kanala, kao što je već pokazano, prosečno saobraćajno opterećenje se smanjuje, što uzrokuje smanjenje interferencije, pa MS rade sa manjim predajnim snagama nego što je to bio slučaj u mreži sa jednim radio-kanalom.

E. SHO

Rezultati simulacije pokazuju da se prilikom rada mreže sa jednim radio-kanalom 36.5% ukupnog analiziranog područja nalazi u *soft handover* zoni. Prilikom rada mreže sa dva radio-kanala, za prvi radio-kanal 29.7% područja, a za drugi radio-kanal 31.5% područja se nalazi u SHO zoni.

Više od tri konekcije istovremeno u mreži sa jednim radio-kanalom ima 30 opsluženih korisnika (od ukupno 674), a u mreži sa dva radio-kanala oko 10 opsluženih korisnika (od ukupno 700 opsluženih korisnika).

F. Pokrivanje zajedničkih (*common*) i *dedicated* kanala

Tokom simulacije rada UMTS mreže može se izvršiti analiza pokrivanja zajedničkih i *dedicated* kanala. Analiziraju se zajednički kanali CPICH (*Common Pilot Channel*) i CCPCCH (*Common Control Physical Channel*) za DL i *dedicated* kanali za UL i DL smer veze.

1. CPICH pokrivanje

Tipično, oko 20% ukupne snage BS se dodeljuje kontrolnim kanalima, a 5-10% snage se koristi za CPICH kanal. Preostalih 80% snage BS se koristi za opsluživanje saobraćajnih kanala. Simulacijom se pokazuje da je u mreži sa dva radio-kanala potrebna manja snaga za CPICH signal nego u mreži sa jednim radio-kanalom. Što je manja snaga CPICH signala veći je maksimalni kapacitet BS koji stoji na raspolaganju ostalim kanalima.

2. CCPCCH pokrivanje

Slično kao kod CPICH signala, u mreži sa dva radio-kanala je potrebna manja snaga za CCPCCH signal, nego u mreži sa jednim radio-kanalom.

3. Pokrivanje *dedicated* kanala na UL-u i DL-u

Dva radio-kanala ostvaruju veće pokrivanje *dedicated* kanala na UL i DL smeru veze, nego jedan radio-kanal u analiziranoj UMTS mreži.

VI. ZAKLJUČAK

Većina UMTS operatora ima na raspolaganju do tri radio-kanala pri čemu se jedan radio-kanal koristi za realizaciju saobraćaja na nivou mikro ćelija, a preostala dva radio-kanala se koriste za realizaciju makro ćelijske

mreže. Iz tog razloga, operatori moraju dobro definisati strategiju za distribuiranje ovih radio-kanala kroz hijerarhiju mreže.

Za simulaciju rada UMTS mreže je korišćen *npsw* statički simulator. Iako se statičkim simulatorom analiziraju mobilni korisnici koji se ne kreću realno u vremenu, što i predstavlja najveći nedostatak ovog simulatora, njegovom primenom su dobijeni sasvim zadovoljavajući rezultati koji se odnose na planiranje i analizu rada mreže.

Iz rezultata dobijenih simulacijom rada mreže se uočava da se korišćenjem dva radio-kanala za prenos podataka u svim ćelijama UMTS mreže, smanjuje *uplink* saobraćajno opterećenje ćelije i time se povećava pokrivanje ćelije. S obzirom na to da je saobraćajno opterećenje manje, površina servisne zone ćelije se povećava zbog osobine ćelijskog disanja (*cell breathing*) u UMTS mrežama. Povećanje površine ćelija uzrokuje manji broj *handover*-a. Dakle, u UMTS mreži koja koristi dva radio-kanala na makro nivou, realizacija saobraćaja se obavlja u većim ćelijama i uz manji broj *handover*-a nego što je to slučaj u mreži koja koristi jedan radio-kanal.

Uvođenjem drugog radio-kanala u mrežu povećava se broj opsluženih korisnika, i to jeste osnovni razlog korišćenja dodatnih radio-kanala u UMTS mrežama. Naime, uvođenje dodatnih radio-kanala u UMTS mrežu predstavlja najjednostavniji i najefikasniji način povećanja kapaciteta mobilnog sistema.

ZAHVALNICA

Ovaj rad je deo mog diplomskog rada na temu „Komparativna analiza rada UMTS mreže sa jednim i dva radio-kanala“, te se ovom prilikom zahvaljujem svom mentoru doc. dr Aleksandru Neškoviću na podršci i pomoći koju mi je pružio pri izradi ovog rada.

LITERATURA

- [1] Achim Wacker, Jaana Laiho, Kari Sipilä, Kari Heiska, Kai Heikkinen, "NPSW Matlab implementation of a static radio network planning tool for wideband CDMA," 2002.
- [2] Jaana Laiho, Achim Wacker, Tomaš Novosad, "Radio Network Planning and Optimisation for UMTS," Second Edition, John Wiley & sons, LTD, 2001.

ABSTRACT

This paper presents analysis of UMTS network with two radio-channels on macro layer. Numerous different services that should be realized in third generation networks demand application of many technics and tools for networks planning. Static simulator for radio planning *npsw 5.0.0 (Network Planning Strategies for Wideband CDMA)*, which is realized in Matlab® software, is used for analysis of UMTS network.

Conditions of using additional radio-channel in UMTS network and advantages of that process are also considered in this paper.

ANALYSIS OF UMTS NETWORK WITH TWO RADIO-CHANNELS USING NPSW SIMULATOR

Maja Lukić