

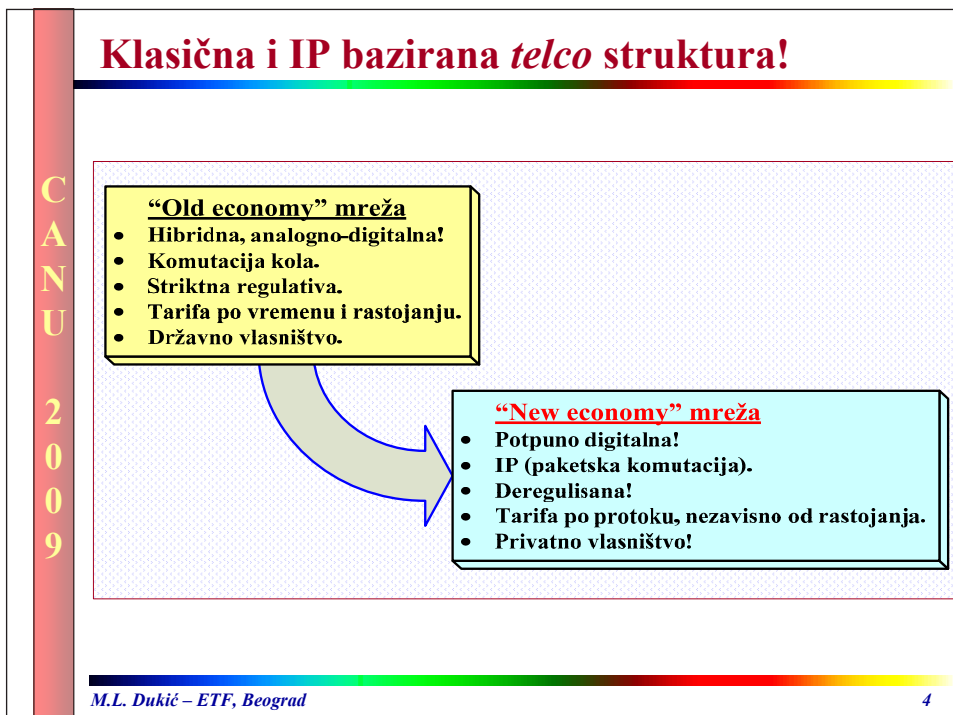
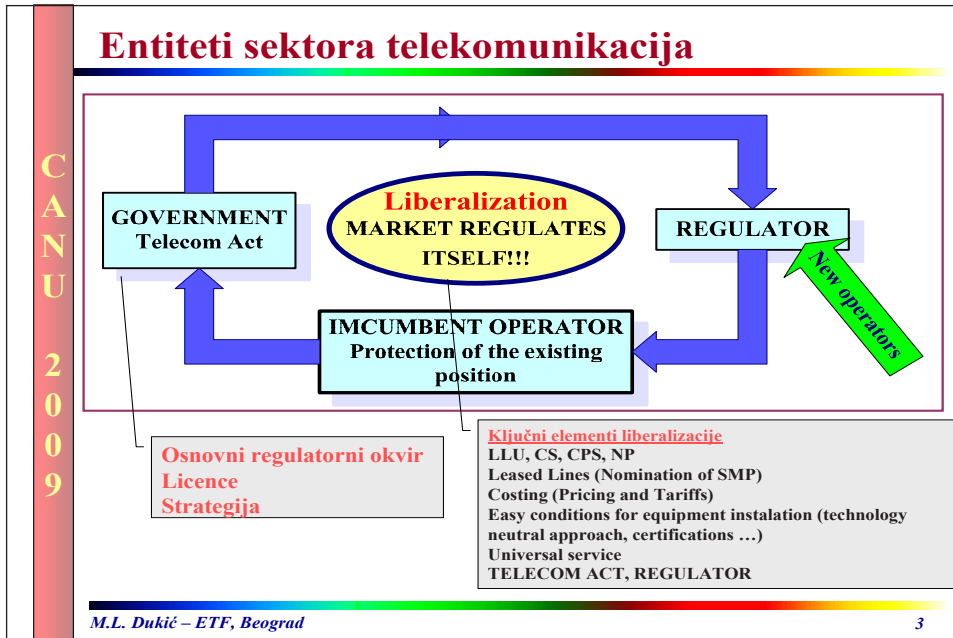
# WiMAX – TEHNOLOGIJA I IZAZOVI

*Miroslav L. Dukić<sup>1</sup>*

C A N U  2 0 0 9	<b>1</b>	<b>Prelude</b>
	2	Širokopojasni pristup i WiMAX
	3	WiMAX – Izbor tehnologije
	4	WiMAX – Crna Gora
	5	Zaključak

M.L. Dukić – ETF, Beograd 2

<sup>1</sup> Miroslav L. Dukić, Elektrotehnički fakultet u Beogradu, Katedra za telekomunikacije i informacione tehnologije



CANU 2009

## IP telco struktura i Konvergencija!

**Danas**  
Jedna mreža – jedan servis!

The diagram shows a central cloud labeled 'Services' with four arrows pointing to four different network types: PSTN/ISDN (represented by a telephone), Cellular PLMN (represented by a mobile phone), Data/IP Networks (represented by a laptop), and CATV (represented by a television). Each network type is connected to a corresponding device icon at the bottom.

**Sutra**  
Multi servisna mreža – Client/Server

The diagram shows a central cloud labeled 'IP Backbone Network' with 'Control and application access services' and 'Media Gateways' above it. 'Content' servers are connected to the network. Below the backbone, three access methods are shown: 'Wireline access' (with a telephone), 'Wireless access' (with a mobile phone and laptop), and 'Cable access' (with a television). Each access method is connected to a corresponding device icon at the bottom.

M.L. Dukić – ETF, Beograd 5

CANU 2009

## Sadržaj

- 1 Prelude
- 2 Širokopojasni pristup i WiMAX
- 3 WiMAX – Izbor tehnologije
- 4 WiMAX – Crna Gora
- 5 Zaključak

M.L. Dukić – ETF, Beograd 6

## Hiperkonektivnost

C  
A  
N  
U  
  
2  
0  
0  
9

- \* **Osoba – Osoba**
  - Evropa – broj mobilnih telef. prevazilazi broj stanovnika (**103% penetracija**),
  - Globalne mobilne IM rastu 33% od 2006. godine,
  - **Laptop za svako dete.**
- \* **Osoba – Mašina**
  - Do 2010, širom sveta
    - *Četvorostruki rast Internet trgovine,*
    - 1-2 milijarde terminala (uređaja) sa A-GPS-om,
    - 100 miliona prodatih iPOD-ova,
    - **iPhone: hiperkonektivnost na aplikativnom sloju.**
- \* **Mašina – Mašina**
  - 98% procesora danas su integrisani (do 2010 –14 milijardi povezanih, integrisanih uređaja),
  - **70%+ svih automobila proizvedenih u SAD 2007. godine podržavaju povezivanje sa iPOD-om,**
  - Senzori u patikama i garderobi.

## Šta korisnici žele?

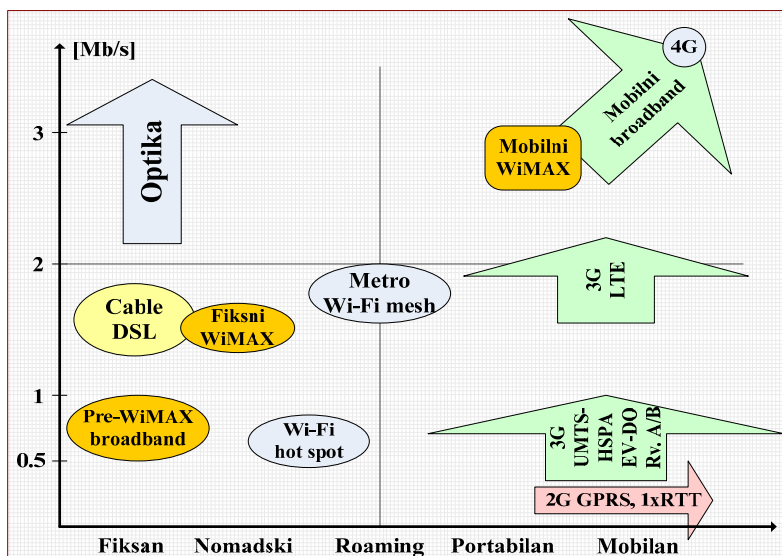
C  
A  
N  
U  
  
2  
0  
0  
9

- \* **Konvergenciju servisa prilagodjenu mobilnosti,**
  - Pojednostavljenu navigaciju i unos teksta
  - Informacije i napomene u sklopu lokacijskih servisa
  - **Sinhronizacija sa fiksnim aplikacijama**
  - Pristup mobilnim verzijama popularnih *website*-ova
  - **Pristup sadržaju koji čuvaju na kućnim računarima**
- \* **Mladja populacija - mogućnosti “socijalnog umrežavanja”,**
  - Sadržaj – *upload/download* sadržaja sa terminala
  - **Personalnu interakciju – napomene ili *stream*-ovane alarme**
- \* **“Digitalnog ormarića”.**
  - **Centralni repozitorijum** – *upload/download/files share/back-up*
  - **Konektivnost u realnom vremenu**
- \* **Novi terminali: PDA+telefon, HHNotebook+telefon**
- \* **Uvodjenje 4G može biti usporeno zbog loših iskustava sa 3G prilikom pružanja multimedijalnih servisa.**

## Šta Vlade žele?

- \* Privredni rast, konkurenciju i stvaranje novih radnih mesta na putu ka digitalnom društvu i ekonomiji zasnovanoj za znanju.
- \* Pristup jeftinoj telekomunikacionoj infrastrukturi i širokom spektru servisa za građane i privredu
- \* Cilj i2010 projekta u EU jeste da se obezbedi građanima, privredi i vladama u EU da iskoriste ICT na najbolji način da,
  - Povećaju privrednu konkurenciju
  - Da podrži privredni rast i stvaranje novih radnih mesta
  - Da se ispune osnovni socijalni izazovi
- \* Razbijanje tehnološkog monopola, sniženje cena servisa i stvaranje objedinjenog konkurentnog tržišta informacija i usluga.
- \* Tranzicija ka novim poslovnim modelima – rast GDP!
  - Specijalizovana ponuda servisa kroz integrisanu platformu
  - Horizontalno objedinjeni Internet servisi

## Mobilni širokopojasan pristup!



## Zemlje u razvoju

- \* **Urbano okruženje,**
  - Izraženi zahtevi za **nomadskim pristupom**
    - Mlada, pokretna populacija
    - Stanovi /iznajmljen poslovni prostor – *Bez fiksne telefonske linije*
  - Zahtev za fiksnim pristupom kao primarna veza ili *back-up* konekcija za preduzeća
- \* **Suburbano okruženje,**
  - Konkurencija DSL-u
  - Više odgovara fiksni pristup
    - **Traži se protok** -postavljanje spoljne antene ne predstavlja problem
- \* **Ruralne sredine,**
  - Tamo gde DSL nije dostupan
  - Tamo gde se zahteva postojanje fiksne konekcije
  - **Upitna ekonomska isplativost**

## Sadržaj

- |   |                               |
|---|-------------------------------|
| 1 | Prelude                       |
| 2 | Širokopolasni pristup i WiMAX |
| 3 | WiMAX – Izbor tehnologije     |
| 4 | WiMAX – Crna Gora             |
| 5 | Zaključak                     |

## Izbor tehnologije – Fiksni WiMAX (.D)

- \* *Worldwide Interoperability for Microwave Access*, WiMAX
- \* Stacionaran pristup (fiksni ili nomadski).
- \* OFDM, 256 podnosilaca.
- \* FDD ili TDD režim rada.
- \* Kanal širine 3.5MHz sa protokom od 18Mb/s na PHY,
  - Od 65 do 110 VoIP razgovora uz 0.1% FER (praktična iskustva)
  - Realni kapaciteti u sektoru od 6-10Mb/s na PHY zbog rasporeda korisnika i propagacionih uslova
  - Konkurentan ADSL-u u ruralnim sredinama po protocima a za manji broj korisnika i po ceni
- \* Nema MIMO, beamforming....
- \* Planovi za dalji razvoj ... ?
- \* Pogodan za *backhauling* kao ispitana i pouzdana verzija standarda.

## Izbor tehnologije – Mobilni WiMAX (.E)

- \* Uvodjenje nove servisne klase (ert-PS).
- \* OFDMA, 128, 512, 1024, 2048 podnosilaca.
- \* TDD režim rada - FDD profil se očekuje 2010. godine kao odgovor na pojavu LTE-a koji koristi FDD.
- \* Kanali širine 5MHz i 10MHz.
- \* MIMO, beamforming (slabo prisutni).
- \* Protok do 60Mb/s na PHY (kanal 10MHz, 2×2 MIMO).
- \* Celokupan razvoj i sertifikacija opreme usmereni su ka mobilnom WiMAX-u.
- \* Iskustva iz prakse (Xohm),
  - DL 2-4Mb/s kao srednja vrednost (peak > 7Mb/s)
  - UL 0.5-1.5Mb/s kao srednja vrednost (peak >3.5Mb/s)
  - Kašnjenje 133ms kao srednja vrednost (UMTS 200-250ms)

## Napredak tehnologije

- \* Unapredjeni mobilni WiMAX (.E) predstavlja medjufazu ka sledećoj generaciji WiMAX sistema.
- \* Podrška za 4×2 MIMO sa zatvorenom petljom.
- \* Veći kapacitet za VoIP – preko 100 VoIP poziva u opsegu širine 10MHz.
- \* Do 5 istovremenih H.264/AVC IPTV stream-ova (+VoIP)
- \* Unapređena kooperativnost sa 2G/3G.
- \* Unapredjen multicast, broadcast i LBS servisi.
- \* Povećan domet i kapacitet u odnosu na .E standard za 35% do 40%.
- \* TDD i FDD (od 2010.) režimi rada.
- \* Kompatibilnost sa osnovnom verzijom .E.

## Sledeća generacija - .M (4G?)

- \* Povećana mobilnost do 350km/h.
- \* Novi radio-interface,
  - Širina kanala od 5 do 20MHz
  - Antenski sistemi: minimalno DL 2×Tx i 2×Rx, UL 1×Tx i 2×Rx
- \* Visoka spektralna efikasnost,
  - DL: minimalno 8b/s/Hz za 2×2, ciljano 15b/s/Hz za 1×2,
  - UL: minimalno 2.8b/s/Hz za 4×4, ciljano 5.6b/s/Hz za 2×4
- \* Protok u sektoru do 300Mb/s (2×20MHz, 4×4 MIMO).
- \* Samoorganizujuće bazne stanice i mreže. Femto ćelije.
- \* Uvodjenje efikasnijeg protokola - posebnim VoIP,
  - Persistent scheduling za VoIP, 30 VoIP poziva po MHz po sektoru
- \* Kompatibilnost sa prethodnom verzijom mobilnog WiMAX.
- \* Integracija sa LTE i Wi-Fi (beyond .11n).



## Mrežno planiranje

- \* **Fiksne mreže,**
  - Relativno jednostavno radio-planiranje uz postojanje LoS,
  - Jednostavno kontrolisati kvalitet mreže,
  - **Skupe izmene (nadogradnja) sa porastom mreže.**
- \* **Nomadski pristup,**
  - **Mora se planirati kao da je mobilna mreža,**
  - Teže je kontrolisati kvalitet korisničkih konekcija,
  - Traži se priličan napor da se optimizuje mreža i uravnoteži protok,
  - Traži se veće usaglašavanje sa prodajom i marketingom
- \* **Mobilni WiMAX,**
  - Neophodno planiranje *indoor* pokrivanja i kontinuiranog pokrivanja oblasti i prostora u ključnim oblastima,
  - Velika očekivanja korisnika zasnovana na iskustvima iz mobilne telefonije,
  - **Složenije frekventijsko planiranje i planiranje kapaciteta,**
  - Veći zahtevi da podaci o performansama mreže budu brzo i stalno dostupni
- \* **Alati za planiranje, optimizaciju i izveštavanje.**

## Core IP mreža

- \* **Fiksna mreža,**
  - Jednostavna *All IP* arhitektura
  - Jednostavna IP adresna šema
- \* **Nomadski pristup,**
  - DHCP IP adresiranje,
  - Implementacija AAA/Radius (Authentication, Authorization, and Accounting /Remote Authentication Dial In User Service)
- \* **IP core evoluiru,**
  - Visoko otporan (žilav)
  - *MPLS enabled*
- \* **Mobilni WiMAX,**
  - IP core evoluiru u NGN/IMS
  - Neophodna podrška za IP mobilnost i roaming
  - Bezbednost i autentifikacija
  - Podrška za servise za veliki broj korisnika



**Potrebe i ciljevi**

**CANU 2009**

- \* *Doprinos društvenom razvoju* kroz razvoj moderne infrastrukture kao preduslova ekonomskog razvoja.
- \* *Državni prihod ostvaren kroz prodaju licenci.*
- \* *Efikasno iskorišćenje prirodnih resursa* primenom standarda i implementacijom novih tehnoloških rešenja.
- \* *Praćenje globalnih tokova i integracija* u šire okruženje kroz poštovanje standarda i važećih regulativa u EU.
- \* *Uvažavanje postojeće nacionalne, evropske i svetske regulative* u cilju harmonizacije sa drugim sistemima i državama.
- \* *Efikasno iskorišćenje spektra* primenom novih tehnologija i koegzistencija sa postojećim sistemima.
- \* *Efikasna konkurencija - jaki i nezavisni konkurenti!*

M.L. Dukić – ETF, Beograd 21

**Planirana izgradnja!**

**CANU 2009**

- \* **Petogodišnji plan izgradnje WiMAX sistema,**
  - 30,000 korisnika na kraju pete godine
  - 90 lokacija i 140 sektora.
    - I(23/38), II(44/68), III(71/102), IV(86/129), V(90/140)
- \* **Jedinstvena okosnica mreže sa GSM/UMTS, bazirana na IP/MPLS tehnologiji i paralelna izgradnja pristupne mreže sa GSM/UMTS zbog povećanja brzine i uštede u izgradnji.**
- \* **Fazna izgradnja sa ciljem da se u 3 godine pokrije celokupna teritorija od interesa a zatim da se radi na povećanju kapaciteta u pokrivenim zonama.**
- \* **Predstoji faza optimizacije mreže.**

M.L. Dukić – ETF, Beograd Podgorica 2009 222

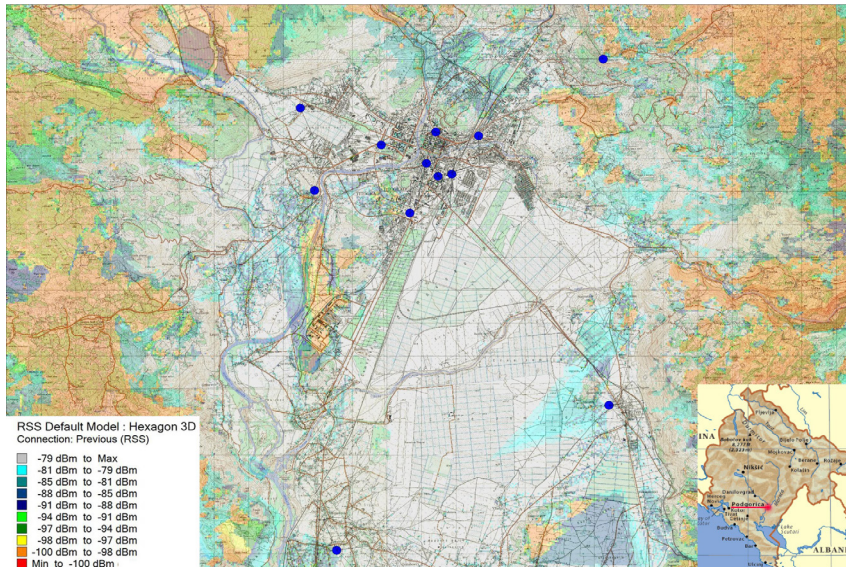
## Ostvareno posle 2 godine!

- \* Inicijalna izgradnja mreže i pokrivanje teritorije
  - 41 lokacija za bazne stanice
  - 75 sektora – Podgorica (limitirana kapacitetom a ne dometom)
  - 7,000 aktivnih i 10,000 zainteresovanih, potencijalnih, korisnika.
- \* Prisustvo u svim većim gradovima i široj okolini,
  - Bar sa 4 sektora (3 lokacije) uključujući Virpazar
  - Budva sa 7 (4)
  - Berane sa 5 (3)
  - Bijelo Polje sa 3 (2)
  - Cetinje sa 2 (1)
  - Herceg Novi sa 4 (2) i Kotor sa 6 (4) uključujući Tivat
  - Nikšić sa 7 (3)
  - Podgorica sa 33 (16) uključujući Kolašin i Mojkovac
  - Ulcinj sa 3 (2)
  - Pljevlja sa 1 (1)

M.L. Dukić – ETF, Beograd

Podgorica 2009 233

## Podgorica!



M.L. Dukić – ETF, Beograd

Podgorica 2009 224

Sadržaj	
1	Prelude
2	Širokopoljasni pristup i WiMAX
3	WiMAX – Izbor tehnologije
4	WiMAX – Crna Gora
5	<b>Zaključak</b>

M.L. Dukić – ETF, Beograd 25

Zaključak	
* Širokopoljasni pristup – važan preduslov za razvoj zemlje! Razvoj zavisi od okruženja!	
* Širokopoljasni servisi kroz angažovanje nacionalnog regulatora i nadležnog ministarstva, u cilju razvoja savremenog društva.	
* Evaluacija FWA tehnologije u pravcu vrlo brze realizacije pristupne mreže + širokopoljasni servisi.	
* Integracija Wi-Fi i WiMAX sistema!	
* Izgradnja paralelne infrastrukture – IP orijentisane!	
* Stvaranje i povećanje zdrave i realne konkurencije - samoregulišuće tržište. Prodaja licenci u atraktivnim opsezima.	
* Uvođenje novih tehnologija sa realnim pretpostavkama o budućem razvoju.	
* Uvođenje standardizovanih rešenja - ekonomična rešenja.	
* <b>Crna Gora, izuzetno pozitivna iskustva!</b>	

M.L. Dukić – ETF, Beograd 26

