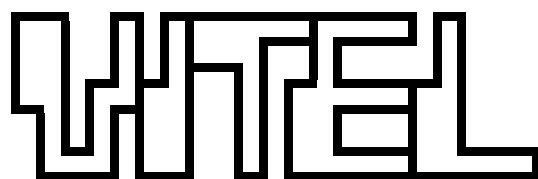
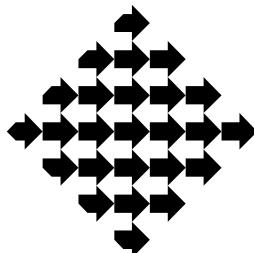


*ELEKTROTEHNIŠKA ZVEZA SLOVENIJE  
SLOVENSKO DRUŠTVO ZA ELEKTRONSKE KOMUNIKACIJE*



## **Devetindvajseta delavnica o telekomunikacijah**

**INFRASTRUKTURA ZA IZPOLNITEV  
DIGITALNE AGENDE IN KAJ PO TEM  
– PRIMER SLOVENIJE**

## **ZBORNIK REFERATOV**

**27. in 28. maj 2013**

**Brdo pri Kranju, Slovenija**



© 2013 Elektrotehniška zveza Slovenije  
Stegne 7  
1521 Ljubljana, Slovenija

**Organizira:**

Elektrotehniška zveza Slovenije  
<http://www.ezs-zveza.si>  
Slovensko društvo za elektronske komunikacije  
<http://www.sikom.si>

**Pokrovitelj:**

IEEE Communications Society

**Uredil:** Nikolaj Simič

**Priprava za tisk:** Nikolaj Simič

**Oblikovanje naslovnice:** Filip Samo Balan in Aleksander Vreža

**Izdajatelj:** Elektrotehniška zveza Slovenije

**Tisk:** Borut Verhovec s. p., Ljubljana

**Število izvodov:** 100

**ISSN 1581–6737**

# Kazalo

---

<b>Kazalo</b>	iii
<b>Zgodovina delavnic VITEL in mednarodnih simpozijev VITEL</b>	v
<b>Uvodna beseda</b>	vi
<b>Programsko – organizacijski odbor delavnice</b>	vii
<b>Programski odbor dogodkov VITEL</b>	vii

---

Ponedeljek, 27. maj 2013

---

<b>DIGITALNA AGENDA</b>	2
<i>Nikolaj Simič, Slovensko društvo za elektronske komunikacije SIKOM</i>	
<b>PRIMERI DOBRIH PRAKS GRADNJE ODPRTIH ŠIROKOPASOVNIH OMREŽIJ – PROJEKT ENGAGE</b>	7
<i>Andrej Kos, Maša Isaković, Blaž Peternel, Fakulteta za elektrotehniko, Laboratorij za telekomunikacije</i>	
<b>OPEN ACCESS NETWORKS AND SWEDISH MARKET IN 2013</b>	11
<i>Marco Forzati, Crister Mattsson and Claus Popp Larsen, Acreo Swedish ICT, Stockholm, Sweden</i>	
<b>EVOLUTION OF FTTH NETWORKS IN FINLAND</b>	15
<i>Elina Koivisto, Network cooperative Kuuskaista</i>	
<b>»OPEN ACCESS« ON FTTH NETWORKS</b>	17
<i>Matthias Nass, Hartwig Tauber, FTTH Council Europe, Brussels</i>	
<b>VECTORING DELIVERS ON ITS PROMISE</b>	20
<i>Stefaan Vanhastel, Marketing Director Fixed Networks, Alcatel-Lucent</i>	
<b>OPTIMAL MODEL FOR DIGITAL AGENDA BROADBAND TARGETS FULFILMENT IN RURAL AREAS OF SLOVENIA</b>	23
<i>Matjaž Pogačnik, Telekom Slovenije</i>	
<b>VLOGA REGULATORJA PRI RAZVOJU INFRASTRUKTURE</b>	24
<i>Tanja Muha, Agencija za pošto in elektronske komunikacije Republike Slovenije</i>	
<b>ŠIROKOPASOVNI DOSTOP V SLOVENIJI IN DILEME NJEGOVE REGULACIJE</b>	26
<i>Damir Cibic, Ekonomski fakulteta, Univerza v Ljubljani</i>	
<b>OPTIČNA OMREŽJA – BLIŽNJA ALI DALJNA PRIHODNOST EVROPE?</b>	32
<i>Špela Kern, Iskratel, Kranj</i>	
<b>TO FIBRE OR NOT TO FIBRE</b>	37
<i>Univ.dipl.ekon.Goran Živec, MBA, Vahta d.o.o., Gorjansko, FTTT</i>	

MOŽNOSTI ZAGOTAVLJANJA CILJEV DIGITALNE AGENDE .....	41
<i>Mag. Katja Mohar Bastar, Agencija za pošto in elektronske komunikacije Republike Slovenije</i>	
POUPORABA OBSTOJEČE INFRASTRUKTURE ZA DOSEGanje CILJEV DIGITALNE AGENDE .....	44
<i>Mag. Vesna Prodnik Pepevnik, Vafer d.o.o.</i>	
VLOGA VDSL V DOSTOPOVNIH OMREŽJIH NASLEDNJE GENERACIJE .....	48
<i>Anton Umek, Fakulteta za elektrotehniko, Univerza v Ljubljani</i>	
POSPEŠEVANJE PRENOSNIH HITROSTI Z VEKTORINGOM – OVIRE PRI IMPLEMENTACIJI .....	52
<i>Rok Čotić, Telekom Slovenije, Ljubljana</i>	
MULTIPLEKSIRANJE OPTIČNIH SIGNALOV V MESTNIH DOSTOPOVNIH OMREŽJIH .....	56
<i>Klaus Samardžić, Smart Com d.o.o., Ljubljana</i>	
KABELSKA OMREŽJA KOT NGN .....	60
<i>Vasja Krotko, Telemach d.o.o., Ljubljana</i>	
BREZIČNE ALTERNATIVE ZA PREMОСТИЕV ŠIROKOPASOVNE VRZELI .....	62
<i>Tomi Mlinar, Boštjan Batagelj, Fakulteta za elektrotehniko, Ljubljana</i>	
LTE: PRVE IZKUŠNJE IN PRIČAKOVANJA .....	66
<i>Iztok Saje, Telekom Slovenije</i>	
BROADBAND SATELLITE ACCESS .....	70
<i>Stefano Zara, Europe Professional Data Network Sales &amp; Channel Manager, Milan</i>	
OMREŽJA 21. STOLETJA .....	75
<i>Darko Gradišnik, GVO, d.o.o.</i>	
VEČ KOT SAMO INTERNET .....	78
<i>Boštjan Tavčar, Uprava RS za zaščito in reševanje, Ljubljana</i>	
TV-WEB – ALI KAKO LAHKO HBBTV STANDARD PRIPOMORE K CILJEM DIGITALNE AGENDE .....	81
<i>Miha Krišelj, Matevž Pogačnik, Rok Žurbi, Jože Guna,         Klemen Pečnik; Fakulteta za elektrotehniko v Ljubljani</i>	

## Zgodovina delavnic VITEL

- 1993: 1. *ISDN omrežja in storitve v Sloveniji*, Brdo pri Kranju  
1994: 2. *Mobilne in brezvrvične telekomunikacije*, Brdo pri Kranju  
1995: 3. *Podatkovna omrežja in storitve v Sloveniji*, Brdo pri Kranju  
1995: 4. *Načrtovanje, upravljanje in vzdrževanje komunikacijskih omrežij*, Brdo pri Kranju  
1997: 5. *Varnost in zaščita v telekomunikacijskih omrežjih*, Brdo pri Kranju  
1997: 6. *Zbliževanje fiksnih in mobilnih omrežij ter storitev*, Brdo pri Kranju  
1998: 7. *Telekomunikacije in sprejetje Slovenije v Evropsko unijo*, Brdo pri Kranju  
1999: 8. *Omrežja IP, internet, intranet, ekstranet*, Brdo pri Kranju  
1999: 9. *Upravljanje omrežij in storitev*, Brdo pri Kranju  
2000: 10. *Mobilnost v telekomunikacijah*, Brdo pri Kranju  
2001: 11. *Dostop do telekomunikacijskih storitev*, Brdo pri Kranju  
2002: 12. *Poslovne telekomunikacije*, Ljubljana  
2002: 13. *Kakovost storitev*, Brdo pri Kranju  
2003: 14. *Varnost v telekomunikacijskih sistemih*, Brdo pri Kranju  
2003: 15. *Mobilni internet*, Brdo pri Kranju  
2004: 16. *Pametne stavbe*, Brdo pri Kranju  
2005: 17. *Telefonija IP (VoIP)*, Brdo pri Kranju  
2005: 18. *Storitev trojček = Triple play*, Ljubljana  
2007: 19. *Brezžični širokopasovni dostop*, Brdo pri Kranju  
2007: 20. *Optična dostopovna omrežja*, Brdo pri Kranju  
2008: 21. *Povsem IP–omrežja*, Brdo pri Kranju  
2009: 22. *Širokopasovna mobilna omrežja*, Brdo pri Kranju  
2009: 23. *Konvergenčne storitve v mobilnih in fiksnih omrežjih*, Brdo pri Kranju  
2010: 24. *Prehod na IPv6*, Brdo pri Kranju  
2011: 25. *Internet stvari*, Brdo pri Kranju  
2011: 26. *Komunikacije in računalništvo v oblaku*, Brdo pri Kranju  
2012: 27. *Telekomunikacije in zasebnost*  
2012: 28. *Pametna mesta*

## Zgodovina mednarodnih simpozijev VITEL (International Telecommunications Symposium)

- 1992: *VITEL*, Ljubljana  
1994: *Subscriber Access*, Ljubljana  
1996: *Broadband Communications Prospects and Applications*, Ljubljana  
1998: *Mobility and Convergence Communication Technologies*, Ljubljana  
2000: *Technologies and Communication Services for the Online Society*, Ljubljana  
2002: *NGN and Beyond*, Portorož  
2004: *Next Generation User*, Maribor  
2006: *Content and Networking*, Ljubljana  
2008: *DVB-T and MPEG4*, Bled  
2010: *Digital Television Switchover Process*, Brdo pri Kranju

## Uvodna beseda

Spoštovani bralci zbornika 29. delavnice o telekomunikacijah VITEL,

trdno sem prepričan, da je tema letošnje delavnice in prispevki, ki jo obravnavajo z več zornih kotov, tako zanimiva in v koraku s časom, da jih je vredno prebrati prav vse. Vsak avtor se na svoj način ukvarja z določenim delom *Digitalne agende* in skuša pokazati pot do tja, mogoče pa še kakšno leto po tem. Verjamem, da vsi koščki posebej sestavljo celoto, ki vam bo dala, če ne že recepta za rešitev vseh vaših izzivov, pa vsaj kak namig, kako izpeljati določeno idejo.

Evropska unija je pred tremi leti (maja 2010) sprejela program *Digitalna agenda 2020*, v katerem je postavila smernice razvoja informacijsko-komunikacijske infrastrukture do leta 2020. Ta dokument zavezuje države članice Evropske unije, da zagotovijo svojim državljanom (gospodinjstvom) osnovno širokopasovno povezavo do konca leta 2013, priključek s hitrostjo 30 Mbit/s za vsa gospodinjstva do leta 2020 in možnost priključka s hitrostjo 100 Mbit/s za več kot polovico gospodinjstev. Ocena potrebnih finančnih sredstev za dosego postavljenih ciljev v vseh državah Evropske unije se giblje okrog 200 milijard evrov, samo v Sloveniji pa na okoli 400 milijonov evrov.

Če primerjamo cilje *Digitalne agende* s telekomunikacijsko razvitostjo nekaterih azijskih držav (npr. Južne Koreje in Japonske), vidimo, da so te države takšno razvitost dosegle že danes in bodo razkorak do Evrope v naslednjih sedmih letih le še povečale. Ker pa je razvita telekomunikacijska infrastruktura dokazano gibalo ekonomskega napredka, bo ta razkorak vplival tudi na ekonomsko umeščanje Evrope za delom razvite Azije (ne smemo pozabiti tudi rastoči gospodarstvi Indije in Kitajske), da o Severni Ameriki niti ne govorimo.

V Sloveniji dobri dve tretjini gospodinjstev uporablja osnovne širokopasovne povezave (cilj *Digitalne agende* za leto 2013 je širokopasovni priključek za vsa gospodinjstva!), dobrih 10 odstotkov gospodinjstev pa uporablja zelo hitre optične povezave (kar omogoča 30 Mbit/s in več). Po teh podatkih je Slovenija v povprečju Evropske unije, vendar v zadnjih letih ni pravega napredka. Pa tudi sicer, zakaj bi se morali v Sloveniji zadovoljiti s cilji Evropske unije, če že danes vidimo, da ti niso ravno ambiciozni in da je predvsem Daljni vzhod že daleč pred nami. Evropska komisija razmišlja o enotni vseevropski informacijsko-komunikacijski infrastrukturi, s sofinanciranjem že nekaj let spodbuja gradnjo odprtih širokopasovnih omrežij, ampak še vedno se pojavlja vprašanje enotnega standarda, združljivosti, regulacije in dolgoročne vzdržnosti takih omrežij. Slovenija je lahko s svojo majhnostjo in geografsko razgibanostjo, ob upoštevanju vseh robnih pogojev, izgradnji inovativnega poslovnega modela in ustrezni (računalniški) tehnološko-ekonomski simulaciji nedvomno dober (tudi cenovno ugoden) primer za Evropsko unijo.

V tem zborniku o 29. delavnici o telekomunikacijah VITEL je zajetih 25 prispevkov, ki obravnavajo zgoraj omenjene teme – širokopasovno telekomunikacijsko infrastrukturo in rešitve – osvetljene z različnih zornih kotov: strateškega, tehnološko-razvojnega, poslovno-ekonomskega in poslovno-organizacijskega. Z organizacijo te delavnice smo predvsem želeli preveriti, ali je Slovenija lahko motor napredka v Evropski uniji in kot taka njen vzor na področju telekomunikacijske razvitosti. Iz izkušenj vemo, da se infrastruktura (omrežja) gradi za uporabo več desetletij v naprej in da je sedem let občutno premalo, da bi naše cilje naravnali na tako kratek čas.

Uvodni prispevek je namenjen seznanitvi z vsebino *Digitalne agende*, sklop prispevkov, ki sledijo, pa obravnava primere dobrih praks gradnje optičnih in drugih širokopasovnih omrežij v nekaterih evropskih državah. Drugi sklop prispevkov obravnava strategijo razvoja elektronskih komunikacij v Sloveniji, vlogo nacionalnega regulatorja pri razvoju infrastrukture, gradnjo odprtih omrežij ter trenutno stanje širokopasovnega dostopa v Sloveniji in Evropi. V tretjem sklopu dajejo prispevki vpogled v to, kakšne so v Sloveniji sploh možnosti za zagotovitev ciljev *Digitalne agende* in kako to doseči tudi z uporabo in nadgradnjo obstoječe infrastrukture in tehnologij (VDSL2, vektoring, kabelska omrežja, DOCSIC 3.x ...). Četrti sklop prispevkov obravnava brezzične tehnologije kot alternativo hitrim optičnim omrežjem (LTE, hitri satelitski dostop ...). V zadnjem sklopu so prispevki, ki lahko z določenimi reštvami in njihovo standardizacijo močno pripomorejo k doseganju ciljev *Digitalne agende* (npr. kabelska omrežja 21. stoletja in TV-WEB).



Tomi Mlinar

Predsednik programskega odbora delavnice

# Programsko – organizacijski odbor delavnice

Tomi Mlinar, predsednik

Boštjan Batagelj

Tom Erjavec

Alojz Hudobivnik

Marko Jagodič

Janez Keršmanc

Pavel Meše

Ana Robnik

Nikolaj Simič

Jože Unk

Boštjan Vlaovič

# Programski odbor dogodkov VITEL

Alojz Hudobivnik, predsednik

Andrej Andoljšek

Janez Anžič

Boštjan Batagelj

Janez Bešter

Matjaž Blokar

Marko Bonač

Marjan Bradeško

Zmago Brezočnik

Tom Erjavec

Bogomir Horvat

Iztok Humar

Marko Jagodič

Avgust Jauk

Gorazd Kandus

Andrej Kos

Anton Kos

Ivo Kranjčevič

Miha Krišelj

Savo Leonardis

Pavel Meše

Ana Robnik

Nikolaj Simič

Jaka Sodnik

Rudolf Sušnik

Mitja Štular

Sašo Tomažič

Anton Umek

Boštjan Vlaovič

Aleksander Vrež

Miroslava Zupančič

Drago Žepič

Ponedeljek, 27. maj 2013

# Digitalna agenda

Nikolaj Simič, Slovensko društvo za elektronske komunikacije SIKOM

**Povzetek** — Prispevek obravnava zgodovinski in aktualni pregled aktivnosti v Evropski uniji na področju informacijskih in komunikacijskih tehnologij (IKT), kot to določata strategija Europe 2020 in njena ključna pobuda Digitalna agenda za Evropo.

**Ključne besede** — Lizbonska strategija, i2010, Europe 2020, Digitalna agenda, Evropska unija, Evropska komisija, IKT

**Abstract** — Paper deals with the historical and contemporary activities within the European Union in the field of information and communication technologies (ICT) as drafted in the Europe 2020 strategy and its key initiative Digital Agenda for Europe (DAE), VITEL.

**Keywords** — Lisbon strategy, i2010, Europe 2020, Digital Agenda, European Union, European Commission, ICT, VITEL

## I. UVOD

Ko se je konec drugega tisočletja Evropska unija (EU) znašla pred ključnimi vprašanji nadaljnega razvoja in povečevanja svoje konkurenčnosti v globalnem gospodarstvu, hkrati pa je pred vratim uniije stala vrsta držav kandidatov za vstop v unijo, je Evropska komisija kot glavni operativni organ unije pripravila vrsto analiz stanja v gospodarskih dejavnostih držav članic in kandidatov in unije kot celote.

Rezultati niso bili vzpodbudni. Pokazali so, da unija ni homogena, da zaostaja na nekaterih ključnih področjih gospodarstva in razvoja, da obstajajo velike razlike med posameznimi državami, da so vlaganja v raziskave in razvoj majhna v primerjavi z drugimi svetovnimi velesilami, kot so ZDA, Japonska, Južna Koreja, Kitajska, Indija itd. Vsi ti pokazatelji so jasno kazali na to, da je ustvarjalnost v državah unije opešala in da so potrebeni odločni ukrepi, da se stanje izboljša.

### A. Lizbonska strategija

Zato so se voditelji držav članic Evropske unije marca leta 2000 dogovorili o strateških ciljih EU<sup>1</sup>. Sklenili so, da mora EU "do leta 2010 postati najbolj konkurenčno, dinamično in na znanju temelječe gospodarstvo na svetu"<sup>2</sup>.

Določili so naslednje glavne cilje Lizbonske strategije:

- ustvarjanje delovnih mest zaradi gospodarske rasti kot posledice večje konkurenčnosti, strukturnih reform in zmanjšanja obsega birokracije;
- vzpostavitev enotnega in delajočega notranjega trga z enakimi pogoji za vsa podjetja, registrirana v EU;
- vzpostavitev učinkovitih in preglednih finančnih trgov ter finančnih storitev;
- ustvarjanje prijaznega okolja za poslovanje, predvsem za mala in srednja podjetja (SME) kot enega glavnih nosilcev gospodarstva;
- razvoj informacijske družbe<sup>3</sup> kot temelja za družbo znanja in visokih tehnologij;

- izdelava paketa enotnih makroekonomskih politik za doseganje uravnoteženega razvoja gospodarstva;
- povečanje vlaganj v raziskave in izobraževanje kot ključnih elementov gospodarstva, temelječega na znanju, s posebnim poudarkom na vlaganjih v človeške vire, povečevanju strokovnih spremnosti (skills) in vseživljenskemu učenju kot pogoju za povečevanje in ohranjanje zaposljivosti in zaposlenosti.

V skladu s temi cilji Lizbonske strategije so voditelji držav EU predložili sedem vodilnih pobud za doseganje teh ciljev<sup>4</sup>:

- inovativna Evropa,
- mladi v gibanju,
- digitalno poslovanje,
- učinkovita raba virov,
- nova industrijska politika,
- novo znanje za nova delovna mesta,
- evropski boj proti revščini.

Cilji in pobude so bili zasnovani hrabro in odločno, vendar se je že pri sprejemanju teh dokumentov, še bolj pa ob izvajanju strategije, pokazalo, da je Lizbonska strategija bolj deklarativne kot zavezujče narave.

### B. Prenovljena Lizbonska strategija

V petletnem obdobju izvajanja Lizbonske strategije EU ni dosegla ciljev, ki si jih je zastavila. Zato je Evropska komisija leta 2005 pripravila, Evropski svet pa je marca 2005 potrdil predlog reforme Lizbonske strategije.

Reforma je bila pripravljena na osnovi sporočila, ki ga je pripravila Evropska komisija Evropskemu svetu [2]. S to reformo je Evropska komisija želela spodbuditi aktivnosti pri izvajanju Lizbonske strategije. Da bi to dosegla, je pripravila vrsto ukrepov za rast in povečevanje števila delovnih mest, ki sta po njenem mnenju najpomembnejša dejavnika za uspeh Lizbonske strategije:

- vzpostavljanje evropskega partnerstva za rast in zaposlovanje,
- ukrepi za rast in delovna mesta,
- širitev in poglabljanje enotnega trga,
- zagotavljanje odprtih in konkurenčnih tgov,
- izboljšanje evropskih in nacionalnih predpisov,
- širitev in izboljšanje infrastrukture,
- povečanje naložb v raziskave in razvoj,
- povečanje ustvarjalnosti ter uporabe informacijskih in komunikacijskih tehnologij,
- vzpostavitev močne industrijske osnove v Evropi.

<sup>1</sup> Lizbonska strategija. <http://www.evropa.gov.si/si/strategija-evropa-2020/lizbonska-strategija/>

<sup>2</sup> ibid

<sup>3</sup> V celotnem članku so cilji, naloge, iniciative itd., ki se nanašajo na temo delavnice, označeni polkrepko.

<sup>4</sup> <http://www.evropa.gov.si/si/strategija-evropa-2020/vodilne-initiative/>

Ključnega pomena za uspeh Lizbonske strategije so vsekakor bile trdnejše zaveze in obveznosti držav članic za izpolnjevanje ukrepov strategije, ki jih je sprejel Svet Evrope.

Komisija je po eni strani poenostavila poročanje o uspehu in napredku in uvedla eno samo mesto za poročanje namesto kopice dotedanjih poročil, ki so se često prekrivala.

Komisija je potem redno pripravljala sporočila za Svet Evrope in v njih prilagajala in izpopolnjevala Lizbonsko strategijo. Na osnovi teh sporočil je predsedstvo Sveta Evrope marca 2006 sprejelo vrsto sklepov za oživitev Lizbonske strategije [3], povečalo zaveze članic in pozvalo k čim hitrejšemu sprejemu 7. okvirnega programa za raziskovanje in razvoj, v okviru katerega je tudi Slovenija izvajala svoj program gradnje odprtih širokopasovnih omrežij (GOŠO).

V letu 2008 je predsedstvo v pričakovanju gospodarske recesije pripravilo predvsem sklepe in ukrepe, ki so se nanašali na finančno in fiskalno konsolidacijo držav članic [4]. Poleg tega je ponovno poudarilo pomen naložb v znanje in ustvarjalnost.

## II. EVROPA 2020

V letu 2009, ko je gospodarska kriza zajela tudi Evropo, je postalo tudi jasno, da se brez resne izhodne strategije Evropa ne bo zlahka izvlekla iz krize. Ko so v Evropski komisiji in parlamentu obravnavali področja, kjer bi bilo potrebno vložiti največji del prizadevanj, je postalo jasno, da lahko vlaganja v informacijske in komunikacijske tehnologije ključno prispevajo k oživitvi gospodarstva.

### A. i2010

Evropska komisija je že v juniju 2005 pripravila sporočilo Evropskemu svetu, Evropskemu parlamentu in dvema odboroma s pomenljivim naslovom "i2010 – A European Information Society for growth and employment" [6].

V tem sporočilu Komisija sporoča, da si je nujno potrebo potrebo prizadevati za enoten evropski informacijski prostor, ki naj bi povečal odprtost in konkurenčnost notranjega trga v EU, okreplil inovacije in vlaganja v IKT ter doseči večjo vključenost vseh prebivalcev v vključujočo evropsko informacijsko družbo.

#### i. si2010

Program dela, ki ga predlaga to sporočilo, je bolj znano pod popularnim imenom i2010, v katerega je bila vključena tudi Slovenija. V Sloveniji smo na osnovi tega programa pripravili in izvajali Strategijo razvoja informacijske družbe v Republiki Sloveniji – si2010 [7], ki jo je potrdila Vlada RS junija 2007.

Strategija si2010 se ukvarja predvsem z izzivi razvoja informacijske družbe in sicer z medoperabilnostjo in odprtimi standardi, varnostjo in zasebnostjo na internetu, ter vprašanji avtorskih pravic na internetu, dostopnostjo in vključenostjo (inclusion) in ne nazadnje z uporabo slovenskega jezika in ohranjanja kulturne identitete, kar je pri tako majhni skupnosti, kot je slovenska, še posebej pomembno.

Drugi del strategije obravnava uvajanje enotnega evropskega informacijskega prostora in sicer s pomočjo gradnje širokopasovnih dostopovnih omrežij, prehoda z analogne na digitalno radiodifuzijo ter uvajanja E-poslovanja.

Tretji del obravnava vprašanja inovacij in naložb v informacijsko družbo, zadnji del pa storitve za izboljšanje

vključujoče informacijske družbe (n.pr. e-vsebine, e-izobraževanje, e-kultura, e-zdravje, e-uprava, e-pravosodje, e-promet, e-vključenost, e-dostopnost, ...) in kakovosti življenja.

### B. Evropa 2020

Evropska komisija je kot nadaljevanje programa i2010 marca izdala Sporočilo komisije Evropa 2020 [8]. Pod močnim pritiskom gospodarstva in politike za izhod iz gospodarske krize in ob čedalje hitrejšem staranju prebivalstva je Komisija v sporočilu nakazalo vizijo socialnega tržnega gospodarstva. Ta vizija naj bi Evropo popeljala iz gospodarske krize, po drugi strani pa poskrbel, da predvsem ogrožene skupine prebivalstva (starejši, mladi, nezaposleni itd.) ne bi nosile prehudega bremena reševanja gospodarskih in finančnih težav.

Zato je Komisija navedla *tri prvine razvoja*:

- pametna rast, temelječa na znanju in inovacijah,
- trajnostna rast s spodbujanjem konkurenčnega in zelenega gospodarstva,
- vključujoča rast z visoko stopnjo zaposlenosti in močno socialno in teritorialno kohezijo.

V želji, da se ne bi ponovila napaka iz Lizbonske strategije, ki je bila bolj deklarativne narave, je v Komisija v strategiji Evropa 2020 določila pet jasnih in predvsem merljivih krovnih ciljev, ki jih namerava doseči EU do leta 2020:

- 75 % prebivalstva od 20 do 65 let mora biti zaposlenih;
- 3 % BDP v EU je treba nameniti raziskavam in razvoju;
- doseči je treba cilje 20/20/20<sup>5</sup> na področju podnebnih razmer in energetike;
- največ 10 % mladih se sme predčasno odločiti za opustitev šolanja in vsaj 40 % mladih mora zaključiti terciarno izobraževanje;
- število socialno ogroženih pod pragom revščine se mora zmanjšati vsaj za 20 milijonov.

V skladu s temi krovnimi cilji je Komisija določila tudi sedem vodilnih pobud:

- Unija inovacij
- Mladi in mobilnost
- **Evropski program za digitalne tehnologije**
- Evropa, gospodarna z viri
- Industrijska politika za dobo globalizacije
- Program za nova znanja in spretnosti ter delovna mesta
- Evropska platforma za boj proti revščini

Te vodilne pobude zavezujejo tako EU kot celoto kot posamezne države članice. Komisija z rednimi pregledi, statističnimi analizami ter letnimi poročili izvaja nadzor izvajanja teh pobud in v primeru odstopanja od začrtanih ciljev takoj pripravi popravljalne ukrepe, v primeru hujših kršitev pa tudi ukrepa proti državam članicam.

Posebej se posvetimo tretji pobudi, to je Evropskemu programu za digitalne tehnologije. V okviru te pobude je Komisija postavila cilje tako na ravni EU kot na ravni držav članic.

Cilji na ravni EU:

<sup>5</sup> Cilji 20/20/20 do leta 2020 pomenijo: 20 % zmanjšanje toplogrednih plinov, 20 % povečanje proizvodnje energije iz obnovljivih virov, 20 % izboljšanje energetske učinkovitosti, vse glede na leto 1990.

- priprava stabilnega pravnega okvira, ki bo spodbudil **naložbe v odprto in konkurenčno infrastrukturo za hitri internet** in v podobne storitve;
- razvoj **učinkovite politike radiofrekvenčnega spektra**;
- omogočanje **uporabe strukturnih skladov EU** za izvajanje teh programov;
- uresničitev **enotnega trga za spletne vsebine in storitve**;
- preoblikovanje skladov za raziskave in inovacije ter povečanje podpore na področju IKT;
- spodbujanje **dostopa do interneta** in njegove uporabe pri vse državljanih EU.

Države članice morajo na nacionalni ravni:

- pripraviti **strategije delovanja hitrega interneta** in **omogočiti uporabo državnih sredstev, vključno s sredstvi iz strukturnih skladov** na področjih, kjer ni komercialnega zasebnega interesa;
- uveljaviti **pravni okvir za koordinacijo javnih del** z namenom omejevanja stroškov postavitve omrežij;
- spodbujati **razširitev in uporabo sodobnih dostopnih spletnih storitev**, kot so e-uprava, e-zdravje, pametni dom, povečati digitalne kompetence, zagotoviti varnost itd.;

Kompetence in zadolžitve za izvajanje programa Evropa 2020 so natančno razporejene med organe EU in držav članic. Evropski svet je odgovoren za izvajanje programa, pa tudi za usmerjanje, usklajevanje in povezovanje politik posameznih držav članic. Svet ministrov si bo prizadeval za izvajanje programa na področju svojih pristojnosti, Evropski parlament pa deluje tako kot zakonodajalec kot usklajevalec demokratičnih interesov državljanov ter nacionalnih parlamentov.

Evropska komisija ima zelo pomembno operativno vlogo, saj na osnovi vsakoletnega spremljanja ključnih kazalnikov izdaja letna poročila o napredku ter pripravlja priporočila za čim hitrejše doseganje zastavljenih ciljev. Komisija po potrebi pripravlja tudi sprembe politik in jih predlaga ustreznim organom, predvsem Evropskemu svetu.

### III. DIGITALNA AGENDA

Program Evropa 2020 je bil osnova za hitro ukrepanje na področjih sedmih vodilnih pobud, ki jih določa program. Še preden je bil program Evropa 2020 uradno potrjen, so se začele aktivnosti za udejanjanje predlaganih ukrepov.

#### A. Visby Agenda

Tako je Švedska, takratna predsednica država EU, že novembra 2009 organizirala v Visby-ju na Švedskem Konferenco o informacijski družbi z delovnim naslovom "Visby Agenda – Creating Impact for an eUnion 2015". Na tej konferenci so predstavniki držav članic, pristojni za izvajanje politik informacijske družbe, sprejeli skupno deklaracijo<sup>6</sup> v 17 točkah, v katerih so opredelili smernice za prihodnjo "Evropsko IKT agendo".

V tej deklaraciji so se predstavniki držav zavzeli za vzpostavitev "zelene družbe na osnovi znanja". Zavezali so se, da bodo prispevali h gospodarski rasti, odpiranju novih delovnih mest in razvoju evropskega socialne, kulturnega in demokratičnega življenja z uporabo interneta in IKT.

<sup>6</sup> Swedish Presidency of the European Union: Presidency Conclusions, Creating impact for an eUnion 2015 – "The Visby Declaration", Visby, 10.11.2009.

Posebej so poudarili, da mora internet ostati orodje za demokracijo, odprte razprave in svobodo izražanja v skladu z mednarodnimi merili za zaščito človekovih pravic, hkrati pa prispevati k razvoju medijske pluralnosti, povečanju učinkovitosti podjetij in državnih organov z namenom nudenja boljših storitev za državljanе.

Zavzeli so se tudi za skupne napore za preobrazbo v družbo na osnovi znanja, ki naj jo omogočijo internet in informacijsko komunikacijske tehnologije ob upoštevanju zahtev za varovanje človekovega bivanjskega okolja.

Na osnovi teh usmeritev je predsedstvo predlagalo sedemnajst smernic za bližajočo se "Evropsko IKT agendo" [9].

#### B. Digitalna Agenda

Delo na pripravi programa na področju IKT je po konferenci v Visbyju hitro steklo in že 19. maja 2010 je Evropska komisija izdala Sporočilo Komisije Evropskemu parlamentu, Svetu, Evropskemu ekonomsko-socialnemu odboru in Odboru regij z naslovom Evropska digitalna agenda [10]. Digitalna agenda je prva od sedmih vodilnih pobud strategije Evropa 2020.

Svet je 30. maja 2010 soglasno potrdil Digitalno agendo in s tem se je začelo obdobje resnejšega uvajanja IKT v skladu s cilji in smernicami, ki jih podaja Digitalna agenda.

Evropska komisija je 26.8.2010 izdala Corrigendum Digitalne agende [11], ki je postal končni veljavni dokument te ključne pobude.

##### i. Predpostavke in izhodišča

Komisija je med analizo stanja v EU zaznala vrsto ovir za počasen razvoj IKT v EU. Opredelila jih je v sedmih glavnih pomanjkljivostih [11]:

- razdrobljeni digitalni trgi
- pomanjkanje medoperabilnosti
- naraščanje kibernetičkega kriminala in tveganje nizkega zaupanja v omrežja
- **pomanjkanje naložb v omrežja**
- nezadostni naporji pri raziskavah in inovacijah
- pomanjkanje digitalne pismenosti in znanja
- zamujene priložnosti pri spopadanju z družbenimi izzivi

Glede na te ovire Digitalna agenda določa 7 prioritet ter 16 ključnih politik in aktivnosti za pospešitev razvoja.

##### ii. Glavni cilji Digitalne agende

Digitalna agenda postavlja pred države članice vrsto ciljev. Deli jih na bližnje in daljne cilje:

- bližnji cilj je uspešen izhod iz gospodarske krize,
- daljnoročni cilj je zagotovitev stabilne in vzdržne prihodnosti Evropske unije.

Za spodbujanje izvajanja operativno usmerjenega akcijskega načrta agenda izpostavlja zelo konkretne cilje:

- do leta 2013 naj bi imeli dostop do širokopasovnih omrežij vsi prebivalci EU, do leta 2020 vsi s hitrostjo vsaj 30 Mb/s in vsaj polovica gospodinjstev s hitrostjo vsaj 100 Mb/s,
- do leta 2015 naj bi 50 % prebivalcev EU kupovalo preko spletja,
- do leta 2015 naj bi se delež rednih uporabnikov interneta dvignil na 75 %,

- do leta 2015 naj bi se delež prebivalcev, ki niso še nikoli uporabljali internet, znižal na 15 %,
- do leta 2015 naj bi polovica državljanov EU uporabljala spletne javne storitve,
- do leta 2020 naj bi države članice EU podvojile javne izdatke za raziskave in razvoj IKT.

Gre za ambiciozne cilje, ki jih bo težko izpolniti. Najbolj znani in citirani je prvi cilj, ki pa je le predpogoji za izpolnitve vseh ostalih ciljev. Zato je seveda še toliko bolj pomemben in ga uvrščamo na prvo mesto med nalogami, ki jih postavlja Digitalna agenda.

### *iii. Področja ukrepov Digitalne agende*

Izvajanje Digitalne agende naj bi močno prispevalo k gospodarski rasti EU, koristi digitalne dobe pa naj bi uživala celotna družba.

Agenda na osnovi ugotovljenih sedmih glavnih skupin pomanjkljivosti določa sedem prednostnih področij ukrepanja [11]:

- vzpostavitev enotnega digitalnega trga,
- izboljšanje medoperabilnosti,
- povečanje zaupanja v internet in okrepitev internetne varnosti,
- **občutno povečanje hitrosti spletnega dostopa**,
- povečanje naložb v raziskave in razvoj,
- širjenje digitalne pismenosti, znanj in vključevanja ter
- uporaba informacijskih in komunikacijskih tehnologij za odziv na družbene izzive, kot so podnebne spremembe in staranje prebivalstva.

### *iv. Ključni ukrepi Digitalne agende*

V okviru področij ukrepov Komisija v Digitalni agendi določa še bolj natančno konkretnе ukrepe. Ukrepi so razdeljeni v ključne in dodatne ukrepe. Ker skupno število ukrepov presega število 100, se bomo omejili le na 16 ključnih ukrepov [11]:

#### 1. Področje: Enoten digitalni trg

- *Ključni ukrep 1:* poenostavitev prenosa in upravljanja avtorskih pravic ter čezmejnega izdajanja licenc
- *Ključni ukrep 2:* Do leta 2010 zagotoviti, da se enotno območje plačil v evrih (SEPA – Single Euro Payment Area) izpelje do konca s tem, da se z zavezujočimi pravnimi ukrepi določi končni datum prehoda, ter olajšanje nastanka interoperabilnega evropskega okvirja za e-račune s sporočilom o e-računih in ustanovitvijo foruma več zainteresiranih strani;
- *Ključni ukrep 3:* V letu 2011 pripraviti predlog za revizijo Direktive o elektronskem podpisu z namenom določitve pravnega okvira za zagotavljanje čezmejnega priznavanja in medoperabilnosti varnih sistemov za e-avtentikacijo;
- *Ključni ukrep 4:* V letu 2010 pripraviti revizijo regulativnega okvira EU o varstvu podatkov, da se okrepijo zaupanje ljudi v elektronsko poslovanje in njihove pravice.

#### 2. Področje: Medoperabilnost in standardi

- *Ključni ukrep 5:* predlagati pravne ukrepe v zvezi z medoperabilnostjo na področju IKT, s katerimi se bodo reformirala pravila o izvajaju standardov IKT v Evropi, da se omogoči uporaba določenih standardov forumov in konzorcijev IKT do leta 2010.

#### 3. Področje: Zaupanje in varnost

- *Ključni ukrep 6:* V letu 2010 predstavitev ukrepov, katerih cilj je okrepljena politika varnosti omrežij in informacij na visoki ravni, vključno z zakonodajnimi pobudami, kot je posodobljena agencija za varnost omrežij in informacij (ENISA – European Network and Information Security Agency), ter ukrepi, ki omogočajo hitrejše odzivanje na kibernetske napade, vključno s skupinami CERT (Computer Emergency Response Team) za institucije EU;

- *Ključni ukrep 7:* Do leta 2010 predstavitev ukrepov, vključno z zakonodajnimi pobudami, za borbo proti kibernetskim napadom na informacijske sisteme, do leta 2013 pa še predstavitev s tem povezanih pravil o pristojnostih v kibernetskem prostoru na evropski in mednarodni ravni.

#### 4. Področje: Hitri in ultrahitri dostop do interneta

- *Ključni ukrep 8:* V letu 2010 sprejetje sporočila o širokopasovnih povezavah, ki bo podlaga skupnemu okviru za ukrepe na ravni EU in držav članic, da se dosežejo cilji v zvezi s širokopasovnimi tehnologijami iz strategije Evropa 2020; v okviru tega se bo:
  - okreplilo in racionaliziralo financiranje zelo hitrih širokopasovnih povezav z uporabo instrumentov EU (npr. ERDF – European Regional Development Fund, ERDP – European Rural Development Plan, TEN – Trans-European Networks, CIP – Community Initiative Programme itd.) v tem okviru do leta 2014 in proučilo, kako pritegniti kapital za naložbe v širokopasovne povezave z izboljšanjem kreditne kakovosti (ob podpori EIB in skladov EU);
- predlagalo ambiciozen program evropske politike spektra v letu 2010, o katerem bosta odločala Evropski parlament in Svet, in ki bo določil usklajeno in strateško politiko spektra na ravni EU, da se poveča učinkovitost upravljanja radijskega spektra in maksimirajo koristi za potrošnike in industrijo;
- v letu 2010 izdalо priporočilo za spodbujanje naložb v konkurenčna dostopovna omrežja naslednje generacije (NGN) z jasnimi in učinkovitimi regulativnimi ukrepi.

#### 5. Področje: Raziskave in inovacije

- *Ključni ukrep 9:* spodbujanje več zasebnih vlaganj s strateško uporabo predkomercialnega naročanja in javno-zasebnih partnerstev ter z uporabo strukturnih skladov za raziskave in inovacije ter vzdrževanjem 20-odstotnega letnega povečevanja proračuna za raziskave in razvoj na področju IKT, vsaj v obdobju trajanja 7OP.

#### 6. Področje: Digitalna pismenost, veščine in e-vključenost

- *Ključni ukrep 10:* Predlog, da se digitalna pismenost in veščina uvrsti kot prednostni nalogi v Uredbi o Evropskem socialnem skladu (2014–2020);
- *Ključni ukrep 11:* Do leta 2012 razvoj orodij za opredeljevanje in priznavanje usposobljenosti strokovnjakov in uporabnikov IKT, povezanih z evropskim ogrodjem kvalifikacij in EUROPASS, ter razvoj evropskega okvira za strokovnost na področju IKT, da se poveča usposobljenost in mobilnost strokovnjakov za IKT po vsej Evropi.

#### 7. Področje: Koristi za družbo, ki jih omogočajo IKT

- *Ključni ukrep 12:* Do leta 2012 ocena, ali se je sektor IKT pravočasno prilagodil na enotno metodologijo za merjenje

- lastne energetske učinkovitosti in emisij toplogrednih plinov, ter po potrebi predlog za pravne ukrepe.
- *Ključni ukrep 13:* Prek pilotnih dejavnosti do leta 2015 omogočiti evropskim državljanom varen spletni dostop do podatkov o njihovem zdravju, do leta 2020 pa na široko uvesti storitve telemedicine;
  - *Ključni ukrep 14:* Predlagati priporočila, v katerem bo določen minimalni skupen nabor podatkov o pacientih, na podlagi katerega bo dostopna oziroma med državami članicami elektronsko izmenljiva zdravstvena dokumentacija bolnikov.
  - *Ključni ukrep 15:* Do leta 2012 predlagati trajnostni model financiranja digitalne javne knjižnice EU Europeane in digitalizacije vsebin.
  - *Ključni ukrep 16:* Do leta 2012 predlagati Svetu Evropi in Evropskemu Parlamentu, da sprejmeta sklep, s katerim se bo zagotovilo medsebojno priznavanje e-identifikacije in e-avtentikacije po vsej EU, na podlagi spletnih storitev avtentikacije, ki bo na voljo v vseh državah članicah (ki lahko uporabijo najprimernejše uradne osebne dokumente, izdane v javnem ali zasebnem sektorju);

#### v. Ključne ciljne zmogljivosti

Komisija je v Digitalni agendi na osnovi podatkov iz primerjalnih analiz pripravila tudi ciljne zmogljivosti za posamezne storitve oziroma ukrepe. Omenimo le ciljne zmogljivosti na področju širokopasovnega dostopa, kjer Digitalna agenda uvaja tri kategorije – osnovni, hitri in ultrahitri širokopasovni dostop:

- Osnovni širokopasovni dostop do leta 2013: osnovna pokritost s širokopasovnim dostopom za 100 % državljanov EU.
- Hitri širokopasovni dostop do leta 2020: širokopasovno omrežje s hitrostjo 30 Mb/s ali več za 100 % državljanov EU.
- Ultrahitri širokopasovni dostop do leta 2020: Pri 50 % evropskih gospodinjstev bi morala biti hitrost povezav nad 100 Mb/s.

Te ciljne zmogljivosti sovpadajo z zahtevami prvega glavnega cilja Digitalne agende.

#### IV. KAKO NAPREJ?

Delo na nalogah Digitalne agende se je torej šele komaj začelo. Veliko nalog je že opravljenih, vendar je Komisija na osnovi analize že opravljenih nalog 18. decembra 2012 objavila nov seznam "digitalnih nalog" za obdobje 2013 do 2014 [12].

Glavni poudarki teh nalog so:

- ustvariti novo in stabilno zakonodajno okolje za širokopasovne storitve;
- **nove javne infrastrukture za digitalne storitve** na podlagi mehanizma za povezovanje Evrope (Connecting Europe Facility);
- začeti veliko koalicijo za digitalno znanje in večine ter delovna mesta;
- predlagati strategijo EU in direktivo na področju kibernetske varnosti;
- posodobitev okvira EU za avtorske pravice;
- pospeševanje računalništva v oblaku prek kupne moči javnega sektorja;
- začeti novo elektronsko industrijsko strategijo.

Komisija redno objavlja poročila o napredku ter kazalnike po posameznih državah EU, tudi Slovenije [15].

Zagotavljanje širokopasovne digitalne infrastrukture torej še zdaleč ni edina naloga, ki jo pred Slovenijo in druge članice postavlja Digitalna agenda. Vsekakor pa je infrastruktura osnovni pogoj za izvajanje večine drugih nalog. Zato je pravočasna gradnja širokopasovnih dostopovnih in hrabteničnih omrežij, še posebej na ruralnih področjih, kjer ni komercialnega interesa za gradnjo takih omrežij, ključnega pomena za napredek Slovenije na področju informacijske družbe.

#### LITERATURA

- [1] Communication from the Commission: Europe 2020, A strategy for smart, sustainable and inclusive growth, COM(2010) 2020 final, Brussels, 3.3.2010
- [2] Evropska komisija: Rast in delovna mesta – Nov začetek za Lizbonsko strategijo, Sporočilo spomladanskemu Evropskemu svetu, Luxembourg, 2005. ISBN 92-894-8707-0.
- [3] Svet Evropske unije: Sklepi predsedstva za Evropski svet v Bruslu 23. in 24. marca 2006, 7775/1/06 Rev1, Bruselj, 18.5.2006.
- [4] Svet Evropske unije: Sklepi predsedstva za Evropski svet v Bruslu 13. in 14. marca 2008, 7652/08, Bruselj, 14.3.2008.
- [5] Evropska komisija: Sporočilo komisije, Evropa 2020 – Strategija za pametno, trajnostno in vključujočo rast, COM(2010) 2020 konč., Bruselj, 3.3.2010.
- [6] European commission: Communication from the Commission to the Council, the European parliament, the European economic and social committee and the Committee of the regions, i2010 – A European Information Society for growth and employment, COM(2005) 29 final, Brussels, 1.6.2005.
- [7] Vlada Republike Slovenije: Strategija razvoja informacijske družbe v Republiki Sloveniji – si2010, Ljubljana, junij 2007.
- [8] Evropska komisija: Sporočilo komisije Evropa 2020, Strategija za pametno, trajnostno in vključujočo rast, COM(2010) 2020 končno, Bruselj, 3.3.2010.
- [9] Swedish Presidency of the European Union: Presidency Conclusions, Creating impact for an eUnion 2015 – "The Visby Declaration", Visby, 10.11.2009.
- [10] Evropska komisija: Sporočilo Komisije Evropskemu parlamentu, Svetu, Evropskemu ekonomsko-socialnemu odboru in Odboru regij, Evropska digitalna agenda, COM(2010) 245 konč., Bruselj, 19.5.2010
- [11] Evropska komisija: Sporočilo Komisije Evropskemu parlamentu, Svetu, Evropskemu ekonomsko-socialnemu odboru in Odboru regij, Evropska digitalna agenda, COM(2010) 245 konč./2, Bruselj, 26.8.2010
- [12] Evropska komisija: Seznam „digitalnih nalog“: nove digitalne prednostne naloge za obdobje 2013 – 2014, Bruselj, 18.12.2012.
- [13] <http://ec.europa.eu/digital-agenda/>
- [14] <http://ec.europa.eu/digital-agenda/en/news/digital-do-list-new-digital-priorities-2013-2014>
- [15] [https://ec.europa.eu/digital-agenda/en\(scoreboard](https://ec.europa.eu/digital-agenda/en(scoreboard)



**Nikola Simič** je diplomiral na Fakulteti za elektrotehniko v Ljubljani leta 1973. Delal je na Inštitutu Jožef Stefan kot načrtovalec digitalnih krmilnih sistemov, v Iskri Elektrozveze, kjer je načrtoval digitalne prenosne sisteme za telekomunikacije in taktične radijske naprave, v Iskri Telematiki pa je vodil oddelek za mikroelektroniko. Kasneje je v lastnem podjetju PROCOM Inženiring vodil projektiranje in inženiring zasebnih ISDN telekomunikacijskih sistemov. Kot prvi direktor Agencije za telekomunikacije in radiodifuzijo (sedaj APEK) je vzpostavil delovanje tega nacionalnega regulatorja trga elektronskih komunikacij, do upokojitve pa je bil kot generalni direktor Direktorata za informacijsko družbo med drugim odgovoren za izvajanje nalog Digitalne agende in vzpostavljanja storitev informacijske družbe. Trenutno je predsednik Slovenskega društva za elektronske komunikacije – SIKOM.

# Primeri dobrih praks gradnje odprtih širokopasovnih omrežij – projekt ENGAGE

Andrej Kos, Maša Isaković, Blaž Peternel,  
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, Laboratorij za telekomunikacije

**Povzetek** — V prispevku so predstavljene dobre prakse in primeri razvoja širokopasovne infrastrukture v manj poseljenih regijah Evrope. Projekt ENGAGE združuje 12 partnerjev iz 10 evropskih držav. Cilj projekta je pomagati podeželskim območjem v Evropi, bolje razumeti in reševati vprašanja stroškovno učinkovite izgradnje širokopasovnih omrežij visokih hitrosti na podeželskih območjih. Predstavili bomo izbrane dobre prakse različnih evropskih regij, ki vključujejo različne primere souporabe infrastrukture, širokopasovnega kartiranja infrastrukture ter izvedbe gradnje.

**Ključne besede** — Širokopasovna infrastruktura, ruralna področja, projekt ENGAGE

**Abstract** — The paper presents the best practices and examples of broadband infrastructure development in less populated areas of Europe. The ENGAGE project [1] consists of 12 partners from 10 different European countries. The goal of the project is to help rural areas in Europe better understand and address the issues of cost effective broadband network rollout. We will present the chosen best practices of different European regions that include examples of infrastructure sharing and broadband mapping as well as transparency and coordination of civil engineering works.

**Keywords** — Broadband infrastructure, rural areas, ENGAGE project

## I. UVOD

Po ocenah Evropske Komisije lahko 10-odstotno povečanje širokopasovne penetracije ustvari letno povečanje BDP za od 1 do 1,5 odstotka ter povečanje produktivnosti dela za 1,5 odstotka, medtem ko inovacije, ki jih v podjetjih spodbudi širokopasovna infrastruktura, ustvarjajo delovna mesta in imajo potencial, da do leta 2020 ustvarijo 2 milijona novih delovnih mest [2]. Gradnja visokohitrostnih širokopasovnih povezav ustvarja nove vidike produktivnosti in s tem spodbuja ekonomske razvoj. Za razvoj vsake države pa je pomembno, da le-ta ni omejen le na urbane predele. Zato je treba poskrbeti, da ruralna področja ne zaostajajo v razvoju digitalne infrastrukture in v razpoložljivosti storitev. Informacijsko komunikacijska tehnologija lahko igra ključno vlogo pri zagotavljanju zahteve po vzdrževanju ali celo krepitvi lokalnega prebivalstva in gospodarskih dejavnosti. Države Evropske Unije so k problemu ruralne širokopasovne pokritosti pristopile na različne načine. Naloga projekta ENGAGE je pregled teh pristopov, identifikacija najboljših praks in poglobitev razumevanja z organiziranjem tematskih delavnic ter izmenjav – s ciljem prenosa pridobljenega znanja in aktiviranja regionalnih/lokalnih strategij za gradnjo širokopasovne infrastrukture ter s tem povezanih storitev.



Slika 1: Logotip projekta ENGAGE

## II. POMEN ŠIROKOPASOVNE INFRASTRUKTURE

Visokokakovostna digitalna infrastruktura podpira vse sektorje sodobnega in inovativnega gospodarstva. Je hrbtenica enotnega trga, ki je velik in še vedno v precejšnjem obsegu neizkoriščen vir rasti ter ključni dejavnik konkurenčnosti EU [3]. Hitre širokopasovne povezave so postale nujne pri spodbujanju gospodarskega razvoja države, kar pa je v današnjih razmerah ključnega pomena. Širokopasovne tehnologije igrajo podobno vlogo, kot so jo v prejšnjem stoletju ceste in železnice.

Prednosti širokopasovnega dostopa ne smejo biti omejene izključno na urbane predele države, saj slednji podpira vse sektorje sodobnega in inovativnega gospodarstva ter je strateškega pomena za socialno in teritorialno kohezijo. Vsi državljanji in podjetja morajo imeti priložnost sodelovati v digitalnem gospodarstvu. Ker Evropska zveza na zagotavljanje širokopasovnosti gleda kot na izhod iz ekonomske krize in zagotavljanje vzdržnosti gospodarstva, je predstavila strategijo, imenovano Digitalna agenda 2020, s katero naj bi, med drugim, vsem gospodinjstvom v državi do leta 2020 zagotovili širokopasovno povezavo s hitrostjo vsaj 30 Mbit/s, polovica prebivalstva pa bi uporabljala povezave s hitrostjo 100Mbit/s [4]. Cilj je zagotovitev dostopa do hitrih širokopasovnih povezav vsem državljanom in s tem poleg spodbuditve gospodarskega razvoja izboljšati tudi družbeno kohezijo in odpraviti digitalno ločnico med urbanim in ruralnim okoljem.

Ker se tudi evropska komisija zaveda ovir pri izgradnji visokohitrostnih širokopasovnih omrežij, je izdala predlog o ukrepih za znižanje stroškov gradnje visokohitrostnih elektronskih komunikacijskih omrežij [2]. Pobuda obravnava naslednja štiri področja, na katerih se pojavljajo glavni problemi:

- neučinkovitosti, povezane z uporabo obstoječe fizične infrastrukture (kot so npr.: kanali, vodi, vstopni jaški, omarice, drogovi, stebri, antene, stolpi in drugi podporni objekti),
- neučinkovitost, povezana z neizkoriščenimi možnostmi za skupno izgradnjo,
- neučinkovitosti pri izdaji dovoljenj in s tem povezanimi birokratskimi postopki ter
- problemi, povezani z izgradnjo omrežij v stavbah.

Vsi partnerji projekta ENGAGE imajo veliko izkušenj na področju iskanja učinkovitih modelov za premoščanje širokopasovne vrzeli (predvsem na podeželju) in zato lahko podajo koristne informacije o prej naštetih izzivih – s praktičnega, tehničnega, upravnega in tudi zakonodajnega vidika.

Glavna cilja projekta ENGAGE v prvem letu trajanja (leto 2012), ki sicer predstavlja tretjino projekta, sta bila:

- pripraviti skupni odgovor partnerjev na javni poziv Evropske komisije za zbiranje predlogov v okviru pobude za zmanjšanje stroškov gradnje širokopasovnih omrežij ter [5]
- izdelati dokument z opisom dobrih praks sodelujočih regij [6].

Oba dokumenta smo uspešno sestavili, ter ju ustrezno predstavili tudi predstavnikom Evropske komisije. Projekt ENGAGE se je tako znašel v nekaj referencah zadnji objavljenih dokumentov komisije, ki so povezani z obravnavano problematiko.

### III. »ENGAGE PREDLOGI« ZA ZMANJŠANJE STROŠKOV GRADNJE ŠIROKOPASOVNIH OMREŽIJ

Partnerji projekta ENGAGE so se v okviru odziva na javno razpravo Evropske komisije o načinu zmanjšanja stroškov gradnje širokopasovnih omrežij poenotili predvsem v naslednjih pomembnih točkah [5]:

- Souporaba infrastrukture je ključnega pomena za znižanje stroškov gradnje. Telekomunikacijska infrastruktura se mora graditi koordinirano z ostalo javno infrastrukturo, upravljavci obstoječe javne infrastrukture (predvsem elektrika, plin, voda) pa bi morali dati le to pod določenimi pogoji na razpolago za izgradnjo širokopasovnih omrežij.
- Kartiranje infrastrukture in transparentna, koordinirana gradnje celotne javne infrastrukture, skupaj s širokopasovno infrastrukture.
- Standardizirana gradnja novih objektov, ki bodo primerni tudi za »priklop« na širokopasovna omrežja.

### IV. IZBRANE DOBRE PRAKSE »ENGAGE REGIJ«

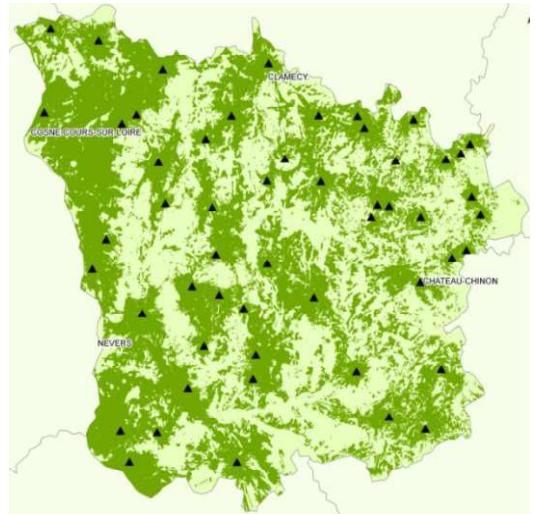
Predstavljeni projekti vključujejo različne primere souporabe in kartiranja širokopasovne infrastrukture kot tudi preglednost in koordinacijo gradbenih inženirskih objektov. Pristopi se razlikujejo z več vidikov, od obsega izvedenih projektov in načina financiranja do uporabljenih tehnologij. V sklopu projekta ENGAGE je bilo v bazo zbranih 31 dobrih praks, pri čemer jih precejšnje število prikazuje različne prakse souporabe infrastrukture [6].

#### A. Francija

Nièvre je francoski departma v Burgundija velikosti okoli 6.800 km<sup>2</sup>, kjer živi 220.000 prebivalcev. Leta 2006 je imelo na področju Nièvra manj kot 50 odstotkov prebivalcev dostop do interneta s hitrostjo najmanj 2 Mbit/s. Cilj projekta imenovanega Nièvre Numérique je zagotovitev visokokvalitetne, tehničko nevtralne javne storitve, ki bi omogočila več kot 98 odstotkom prebivalstva 2 ali več-megabitni prenos podatkov in tako pomagala uravnotežiti

ruralna ter urbana področja. Da bi pokrili celoten okraj, so se odločili za kombinacijo različnih tehnologij. V najbolj nedostopnih krajinah so se odločili za tehnologijo WiMAX v povezavi z optičnim hrbeničnim omrežjem.

V celoten projekt je bilo vloženih 40 milijonov evrov, od tega je bilo 15 milijonov privatnih in 25 milijonov javnih sredstev. Uporabljen je bil model skupnega vlaganja (angl. joint venture).



Slika 2: WiMAX pokrivanje v regiji Nievre [11]

#### B. Finska

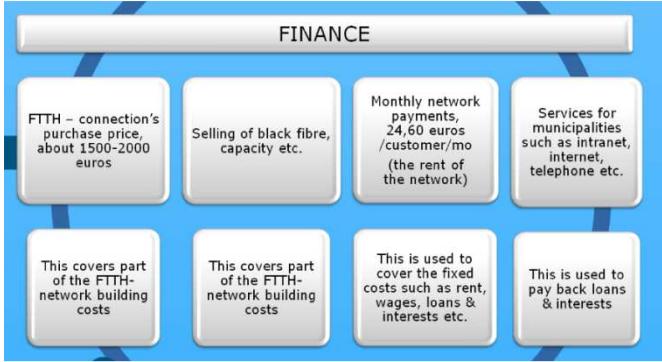
Na Finskem so se občinski politiki in lokalni prebivalci lotili izgradnje lastne telekomunikacijske infrastrukture, ker so se, tako kot je praksa v večini držav Evropske Unije, nacionalna telekomunikacijska podjetja izgradnji novih širokopasovnih omrežij na podeželju izogibala.

Suupohjan Seutuverkko Oy (SSV) [7] je delniška družba in neprofitna organizacija v lasti šestih občin, ustanovljena leta 2005. Upravlja območje velikosti približno 5.000 km<sup>2</sup> (55 vasi s 50–500 ljudmi), kjer živi približno 44.000 prebivalcev. Povprečna gostota poseljenosti na kvadratnem kilometru je 8,8 samo prebivalca!

Omrežje je večinoma zgrajeno s tehnologijo FTTH. ADSL in ADSL2+ sta sicer uporabljeni v nekaj vaseh, vendar bodo tudi te povezave nadomeščene z FTTH tehnologijo, ker lastnik obstoječega bakrenega omrežja odstranjuje vse bakrene žice na podeželju. V nekaterih vaseh so kabli položeni v jarke skupaj z vodovodnimi ali kanalizacijskimi cevimi, kar se je na Finskem izkazalo za zelo zahtevno in je tudi finančno precej velik zalogaj. Največ sodelovanja je bilo zato s ponudniki električne energije, kjer so hkrati kopali jarke za električne in optične povezave hkrati.

Proračun celotnega projekta znaša več kot 10 milijonov evrov, od tega je okoli 7,5 milijonov privatnih in 2,5 milijonov javnih sredstev. Uporabljeni investicijski model je t.i. Bottom-up pristop, kar pomeni, da se omrežje načrtuje s stališča potreb uporabnikov.

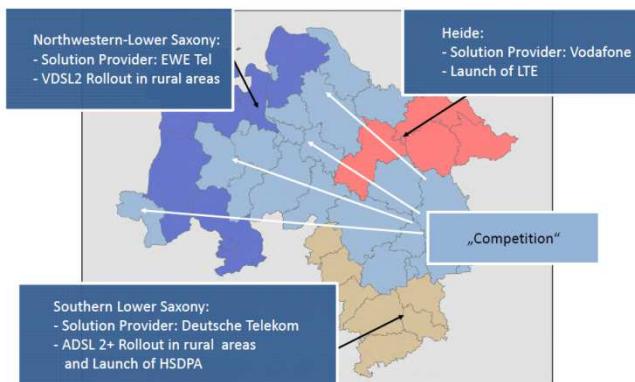
Trenutno je v zgrajeno optično omrežje priključenih nekaj več kot 2.000 gospodinjstev, dolgoročni cilj pa je priključitev vseh gospodinjstev v regiji. Osnovna cena za storitev trojček znaša okoli 43 evrov. Večina uporabnikov je naročena na hitrosti med 10 in 150 Mbit/s.



Slika 3: Finančni model v regiji Suupohja [7]

### C. Nemčija

Spodnja Saška je zvezna dežela v Nemčiji, ki se nahaja na severozahodu države in ima velikost 47.624 km<sup>2</sup> za 8 milijonov prebivalcev. Leta 2009 je bila penetracija širokopasovnih povezav v ruralnih območjih Spodnje Saške zelo nizka. 40 odstotkov celotnega območja Spodnje Saške ni imelo dostopa do širokopasovnega interneta. S pomočjo sredstev iz drugega stimulacijskega paketa (Konjunkturpaket II) [8] se je ponudila priložnost 50 milijonov evrov visoke investicije samo za razvoj interneta visoke hitrosti v podhranjenih regijah. Do leta 2012 so tako dosegli hitrosti do minimalno 2 Mbit/s po gospodinjstvu. Uporabili so inovativen način financiranja, saj so v programu financiranja predpostavili dva varianti: varianto, kjer si posamezne občine konkurirajo pri pridobitvi sredstev in varianto, kjer so občine nastopajo v združbi in se skupaj prijavijo na večji regionalni razpis. Več o zanimivem pristopu si lahko preberete v virih [9].

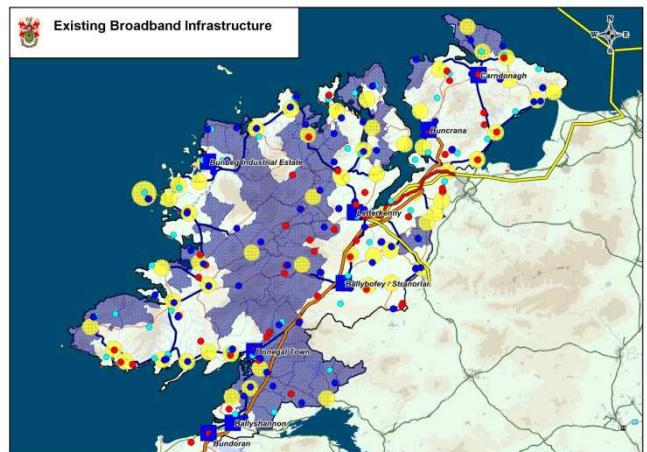


Slika 4: Spodnja Saška in različni modeli dostopa [10]

### D. Irska

Donegal je regija, ki se nahaja na severozahodu Irske in pokriva ozemlje velikosti 4.841 km<sup>2</sup> z 161.137 prebivalci. Donegal se razlikuje od večine ostalih irskih okrajev v tem, da do 80 odstotkov prebivalcev živi izven urbanih središč. To v kombinaciji z nizko gostoto poseljenosti, velikostjo ozemlja in goratim terenom, telekomunikacijskim operaterjem otežuje opravičevanje vlaganja v širokopasovno infrastrukturo.

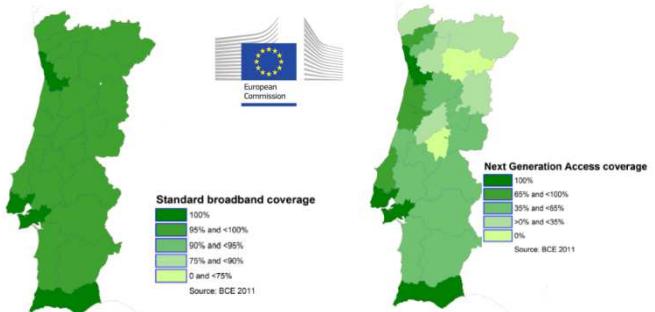
Dostopovno omrežje omogoča domovom in podjetjem hitrosti med 1 in 8 Mbit/s in pokriva 90 odstotkov prebivalstva. Uporabljena je tehnologija WiMAX.



Slika 5: Primer karte obstoječe infrastrukture (Donegal) [1]

### E. Portugalska

Alentejo je regija na Portugalskem velikosti 31.551 km<sup>2</sup> s 758.739 prebivalci. Ker so v regiji razvoj širokopasovne infrastrukture identificirali kot nujo za spodbuditev lokalnega gospodarstva, so se odločili izpeljati širokopasovni projekt, katerega rezultat je 640 km dolgo optično omrežje. To omrežje povezuje vseh 14 mest v regiji. V regiji so se odločili, da bodo odprli tehnološke parke v vsakem izmed teh mest, ki bodo spodbudili potrebo prebivalstva po širokopasovnih storitvah. To je namreč en izmed možnosti, ki lahko »popravi« poslovni model investorjev v širokopasovna omrežja regije. Zgrajeno omrežje je odprto hrbtenično optično omrežje s prenosno kapaciteto 10 Gbit/s.



Slika 6: Primerjava pokrivanja z osnovnimi širokopasovnimi hitrostmi in visokohitrostnimi povezavami (Portugalska) [1]

### F. Španija

Extramadura je španska regija, ki pokriva področje velikosti 41.633 km<sup>2</sup> z nekaj več kot milijon prebivalci. Skupnost se sooča z nizko gostoto poseljenosti prebivalstva (26 preb./km<sup>2</sup>) in visoko stopnjo nezaposlenosti (~ 29 %). Te okoliščine so zelo zmanjšale možnost za vlaganje privatnega sektorja v telekomunikacijsko infrastrukturo. Zaradi tega je regionalna uprava sklenila izpeljati svojo strategijo za omogočanje univerzalnega širokopasovnega dostopa vsem prebivalcem in zagotovitev globalne povezljivosti. Hkrati so se, podobno kot Portugalci, odločiti za načrtno spodbujanje digitalne pismenosti in s tem premoščanja digitalne ločnice ter dvigovanja potreb po uporabi širokopasovne infrastrukture.

## V. ZAKLJUČEK

Vsi predstavljeni projekti se izvajajo na področju celotnih regij. To pomeni, da je dosežena regionalna skladnost v smislu uporabljenih tehnologij in same implementacije na področju celotne regije. Slovenija ima v tej primerjavi velikost manjše evropske regije z nesorazmerno veliko občinami (več kot 200 občin!). To lokalnim skupnostim predstavlja težavo, saj se morajo povezovati, če hočejo doseči kritično maso človeških virov s primernim znanjem za izpeljavo takšnih projektov.

Hkrati bo lahko v prihodnosti nastal problem zaradi potencialne tehnične nedorečenosti grajenih odprtih omrežij, saj je nevarno, da bi določeni ponudniki storitev imeli težave pri ponujanju storitev na teh omrežjih. Pri tem namigujemo na izzive, ki jih predstavljajo enotni tehnični pogoji za uporabo ter povezovanje omrežij, standardizirano upravljanje z omrežji ter zagotavljanje primerne kakovosti storitev. V Sloveniji namreč gradimo, v primerjavi z Evropo, veliko majhnih porazdeljenih odprtih omrežij, z veliko operaterji, kar bo med drugim lahko tudi izziv za poslovni model upravljavcev v prihodnosti. Ravno zaradi tega Slovenija čim prej potrebuje novo strategijo razvoja širokopasovnih omrežij!

Skoraj nemogoče bi bilo vzeti eno od predstavljenih rešitev in jo na enak način uporabiti na nekem drugem področju. Ker ima vsaka država oziroma regija znotraj države različna tehnološka izhodišča in svojevrstne geografske posebnosti, ne obstaja neka univerzalna rešitev, ki bi ustrezala vsem. Potrebno je poiskati način, ki je za določene potrebe najbolj ustrezен in lahko vključuje tudi kombinacijo različnih pristopov, nato pa je treba znotraj te regije poskrbeti za enoten pristop k implementaciji, ki bo dolgoročno preprečil morebitne tehnološke neskladnosti.

## ZAHVALE

Projekt ENGAGE se izvaja v okviru Operativnega programa INTERREG IVC, ki je financiran iz Evropskega sklada za regionalni razvoj, ter s strani Ministrstva za gospodarski razvoj in tehnologijo Republike Slovenije.



Slika 7: Logotip OP Interreg IVC in Evropske zvezze

## LITERATURA

- [1] Spletna stran projekta ENGAGE: <http://www.engage-interreg.eu>
- [2] Uredba evropskega parlamenta in sveta o ukrepih za znižanje stroškov za izgradnjo visokohitrostnih elektronskih komunikacijskih omrežij, COM(2013) 147 final, 2013/0080 (COD), Bruselj, 26.3.2013
- [3] Delovni dokument služb komisije, Ocena učinka, SWD(2013) 73 final, Bruselj, 26.3.2013
- [4] Spletna stran predstavitev Digitalne agende za Evropo: <https://ec.europa.eu/digital-agenda/en>
- [5] ENGAGE Response to Public Consultation on an EU Initiative to Reduce the Cost of Rolling Out High Speed Communication Infrastructure in Europe, <http://www.engage-interreg.eu/index.php/downloads-footer/56-common-response>, januar 2013
- [6] ENGAGE High Speed Broadband Good Practices: <http://www.engage-interreg.eu/index.php/downloads-footer/57-practices>, januar 2013
- [7] [http://www.suupohjanseutuverkko.fi/site?node\\_id=94&language=en](http://www.suupohjanseutuverkko.fi/site?node_id=94&language=en), maj 2013
- [8] Konjunkturpaket II: [http://de.wikipedia.org/wiki/Konjunkturpaket\\_II](http://de.wikipedia.org/wiki/Konjunkturpaket_II), maj 2013
- [9] Spodnja Saška, odobren model financiranja s strani EK: [http://ec.europa.eu/competition/state\\_aid/register/ii/doc/N-243-2009-WLWL-en-14.08.2009.pdf](http://ec.europa.eu/competition/state_aid/register/ii/doc/N-243-2009-WLWL-en-14.08.2009.pdf), maj 2013
- [10] Širokopasovni kompetenčni center Spodnje Saške: <http://www.breitband-niedersachsen.de/>, maj 2013
- [11] <http://www.niverlan.fr/>, maj 2013



**Andrej Kos** (andrej.kos@fe.uni-lj.si) graduated from the University of Ljubljana, Slovenia in 1996 and was awarded his Ph. D. degree in telecommunications in 2003. At present, he works as an Associate Professor at the Faculty of Electrical Engineering in Ljubljana. He has extensive research and industrial experience in the analysis, modeling and design of advanced telecommunications systems and services. His current work and research focuses on broadband networks and converged service.



**Maša Isaković** (masa.isakovic@ltfe.org) graduated from the University of Ljubljana, Slovenia in 2011 and is currently employed by Digid d.o.o. and the Faculty of Electrical Engineering, Laboratory of Telecommunications. Her current work and research is mainly focused on broadband solutions for rural areas, eHealth and eLearning.



**Blaž Peternek** (blaz.peternel@ltfe.org) graduated from the University of Ljubljana, Slovenia in 2003. He received his Master's degree in 2005 and was awarded his PhD in telecommunications in 2011. He works as a senior researcher at the University of Ljubljana, Faculty of Electrical Engineering. His research interests include wired and wireless broadband access networks optimisation.

# Open Access Networks and Swedish market in 2013

Marco Forzati, Crister Mattsson and Claus Popp Larsen, Acreo Swedish ICT, Stockholm, Sweden

**Abstract** — In the open access network model, the roles of the service provider and the network owner are separated, and the service providers get access to network and the end customers on fair and non-discriminatory conditions. This should be compared to the traditional vertically integrated business model where the service provider and the network operator are the same. A large number of open access networks have been deployed in Sweden over the last 15 years. In this paper we give an overview of such networks, draw conclusions from the Swedish experiences with open access, and outline the perspectives for future deployments both within and outside of Sweden. This paper is an updated version of a paper published in 2010.

**Keywords** — broadband access, open networks, business models, fibre networks, FTTH, FTTP

## I. INTRODUCTION

The basic idea behind the open access model is to promote the highest degree of competition in order to maximise the freedom of choice for the end users, and avoid monopoly [1]. An important underlying principle of open networks, however, is that of building an infrastructure for the society [1][3][4], not merely a revenue-driven system, and there is a strong political interest in open access networks across Europe. Another important driver has been the failure of traditional large operators to provide broadband access at sustainable prices in remote areas. This is a reason why many rural communities e.g. across Sweden have deployed open access networks. Today it is estimated that 85% of the 150 municipality networks and 42% of the housing companies with FTTx currently operate according to an open access model [5].

In this paper we give an overview of the open access model in its various flavours (with openness at different levels). For each variant, we will review some major examples, highlight achievements and challenges from those experiences, and identify development trends.

This paper is an updated version of a paper published in 2010 [6], where fresh figures and facts are used instead. Please also note that terms for the different business actors (PIP, NP and SP) are modified to adhere to increasingly accepted nomenclature in Europe.

## II. FROM VERTICAL INTEGRATION TO OPEN NETWORKS

The traditional telecom model is based on “vertical integration”, in which one entity delivers the service, operates the network, and owns the network infrastructure. Originally, the available services were mainly limited to telephony, radio, and television. This justified dedicated infrastructures, each optimised to transmit information carried by a specific physical signal, and with inherently different traffic patterns.

Technology has evolved dramatically since. Today the amount of available services is booming: from well established ones such as telephony (mobile or fixed), web access, emailing, television (standard quality and HDTV) to rapidly growing ones such as video conferencing, video and music streaming and sharing, online gaming, e-health, to new

and emerging ones such as 3D TV, grid computing, etc. For all these services information is stored and transmitted digitally, and it is increasingly delivered using the IP protocol. Moreover, the end user is no longer just a consumer of contents but has also become a producer of e.g., photos and video material using a variety of applications. A vertically integrated model with a dedicated network infrastructure for each service is therefore highly inefficient. Some degree of convergence has taken place during the past 15 years, but this has been a slow and incomplete process, hampered in great part by the resistance from the traditional vertical-integration business model. Ideally, there is no reason today, why telecommunication services should be delivered by a network infrastructure that is optimised to the type of end-user termination (urban vs. rural dwelling, heavy-vs-light user, mobile-vs-fix, etc.) rather than the services being delivered.

The open network model, in which services are provided on a fair and non-discriminatory basis to the network users, is enabled by conceptually separating the roles of the **service provider (SP)**, and the **network provider (NP)**. Due to the different technical and economic nature of the different parts of the network, different roles and actors can be identified. A fibre access network broadly consists of a *passive infrastructure* (implying right-of-way acquisition, trenching, cable duct laying, local-office premises), and *active equipment* (transponders, routers and switches, control and management servers). The passive infrastructure is typically characterised by high CAPEX, low OPEX, low economies of scale, and is highly local, hard to duplicate and inherently subject to regulation. The active equipment is characterised by high OPEX, economies of scale, and is subject to limited regulation. These factors justify a further role separation between a **physical infrastructure provider (PIP)**, which owns and maintains the passive infrastructure (typically real estate companies, municipalities, utilities); and the **network provider**, which operates (and typically owns) the active equipment (incumbent operators, new independent operators, broadband companies).

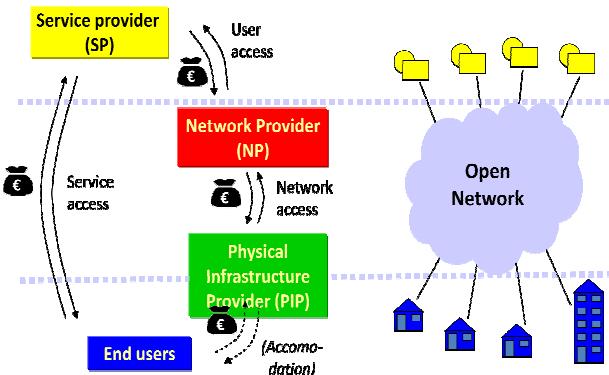


Figure 1 – The open network model and typical open access value chain

### III. BUSINESS MODELS FOR OPEN NETWORKS

Depending on which roles different market actors take up, the network will be open at different levels and different business models will arise, as illustrated in Figure 2. A single actor may act as PIP and NP (a), in which case the network is open at the service level. If the roles of NP and PIP are separate (c, d), then openness at infrastructure level is achieved. Generally, one PIP operates the infrastructure, while one or several NP can be allowed to operate the active infrastructure generally over a fixed period of time, at the end of which the contract may or may not be renewed (in which case a new NP is designated and active equipment may need to be replaced). Most often, economies of scale make it impractical to have a truly multi-NP network (although larger networks may assign the operation of different geographical parts of the network to different NP). Independently of the specific model, however, the NP should offer different service providers access to the network (and therefore the users) on non-discriminatory conditions. The end users typically purchase services directly from the service providers. The NP receives revenue from the SP and pays a connection fee to the PIP for network access. This value chain is illustrated in Figure 1.

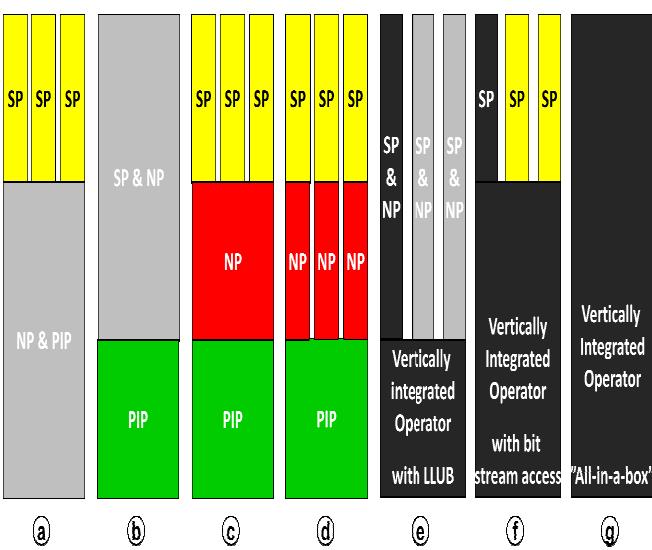


Figure 2 – Access network business models.

If the NP also acts as SP (b) the network cannot be described as being really open according to the definitions here, but it is still “more” open than the conventional

vertically integrated model in (g) which most incumbents worldwide follow today. In case of local loop unbundling (LLUB), a vertically integrated operator is still present, but there can be multiple actors working as combined NP and SP. In case of bit stream access the vertically integrated operator assumes the role of NP, but there can be multiple SPs offering their services in the networks.

Observe that some of the roles in Figure 2 can be subdivided into more roles and that the limit between the different roles is not always as clear as in the figure. However, the figure should give a pretty good idea of which kinds of business models (in particular with respect to open access) are used in Sweden today. The definition of “open” may vary a lot depending on the type of actor and which level in the network is regarded. It may for instance be claimed that Figure 2b is also a truly open network. On the other hand, one could argue that if there is only one entity owning the fibre infrastructure the network is not open – despite the fact that all NPs get access to the fibre on equal terms.

### IV. EXAMPLES OF OPEN NETWORKS IN SWEDEN

Many of the Swedish open networks have started as a locally driven effort to build an infrastructure for the society, and often further motivated by the lack interest of traditional large operators to provide broadband access at sustainable prices in remote areas. However, even national operators are increasingly finding open access networks profitable and stepping up their business with such networks. In this section we give an overview of Swedish access networks operating different business models.

#### A. Stokab

In Stockholm the passive fibre network is owned and administered by Stokab [7], a company owned by the City of Stockholm. Stokab was founded 1994 and was one of the first company worldwide who embraced the idea of an operator neutral ICT infrastructure in a larger scale. The historical reason for this has been twofold: to avoid uncoordinated trenching in the city and to create a foundation for the future IT society. It is today a huge dark fibre network comprising more than one million fibre kilometres. Stokab also owns fibre in parts of the Stockholm metropolitan area which include neighbour municipalities and the Stockholm archipelago.

The network supports both public and local administrations, enterprises, and operators. Stokab's fibre network is operator neutral in the sense that all operators get access to the dark fibre, points of presence, and antenna sites on equal terms. The operators include both communication operators serving an open access network as well as vertically integrated operators. Apart from owning the dark fibre network Stokab also acts as a communication operator for the city administration and internal communication. Stokab would correspond to the role of the NO in Figure 2. All the models a, b, c, d coexist in Stokab's network.

#### B. Svenska Bostäder, Stockholm Hem, Familjebostäder

These three companies are 100% owned by the City of Stockholm and together own more than 70,000 homes (following a recent sale of 20,000 apartments) [8]. All apartments have today access to a fibre optic broadband

connection, and most of them have a home network with two broadband outlets in every room. Svenska Bostäder (SB) has chosen an open access model with different service providers and different services to choose from for the end users. SB is connected to Stokab's fibre network but owns the *passive* infrastructure within the multi dwelling units, MDU's. This is typically single mode fibre between the communications room (serving one or several MDU's) and the apartments. The *active* equipment in the access network, the communication rooms, and the gateway in the apartments is owned and operated by a network provider, and the money flow is according to Figure 1 where the dashed line indicates that the tenants are paying rent to the housing company which is also the network owner. The NP role is procured by each company independently: currently Zitius is NP for Svenska Bostäder and Familjebostäder, and TeliaSonera is NP for Stockholm Hem. That is, only one NP operates a company's network and the NP has a contract for a limited number of years, which can be renegotiated by the end of the period.

Many other municipal housing companies across Sweden are using a similar model. Generally a housing company would be the NO in Figure 2c.

### C. Mälarenergi Stadsnät

Mälarenergi Stadsnät is a company owned by Mälarenergi [9], a local power utility owned by the City of Västerås. It is now a large municipality network and among the most successful in Sweden, with 40,000 homes connected. Mälarenergi Stadsnät owns the fibre infrastructure and acts as communication operator in the network, a role which covers being a service broker. Interestingly, ME Stadsnät has recently entered the municipality network of neighbouring Eskilstuna as NP [10]. Referring to the business models in Figure 2, Mälarenergi is the combined PIP and NP in Figure 2a in their own network in Västerås, but they act as the NP in Figure 2c in Eskilstuna.

### D. Säkom

Another example of a municipality network following model (c) is Säffle municipality (in Värmland County) with a population of 15,800, a significant part of which scattered over a large rural area. The municipality only owns the fibre infrastructure (through the wholly owned company Säkom [11] acting as PIP), while a separate company acts as NP with a five-year contract. What makes Säkom interesting is that currently the incumbent TeliaSonera acts as NP. It is noteworthy that TeliaSonera, a former monopolistic telecom operator exclusively operates as NP without owning the network infrastructure. Initially TeliaSonera was banned from delivering its own services, but this is currently not the case anymore. TeliaSonera acts as NP in a few other municipalities in Sweden.

### E. TeliaSonera

TeliaSonera is Sweden's incumbent and originally operated as a typical vertically integrated operator only. However, TeliaSonera also embraces the open access model in different ways. The company functions as NP in some networks, as in the Säkom case and also in one of the three housing companies in Stockholm, as described above. TeliaSonera also acts as a service provider in several

municipality and housing company networks (e.g. Mälarenergi and in Stockholm), in competition with other service providers. That is, TeliaSonera is active in all the business models (b) to (g) in Figure 3.

## V. EXPERIENCES AND TRENDS IN SWEDISH OPEN NETWORKS

The first optical access networks in Sweden were built around the turn of the century by Bredbandsbolaget, TeliaSonera and a number of municipality networks. While Bredbandsbolaget and TeliaSonera are vertically integrated operators, owning the whole value chain from fibre infrastructure to services, for the municipality networks the situation was different. In most cases a municipal company both owned and operated the network. However, although situations with only external ISPs existed, in many cases, they even acted as ISP, (albeit often in competition with other ISPs) in the network. This was due to it being difficult to attract external ISPs for several reasons: limited number of subscribers, connection procedures (both technical and administrative) varying from network to network, thereby hindering economies of scale for the ISPs, a limited number of ISPs (much smaller than today), lack of business actors taking the role of NP, to handle the contact to ISPs, etc.

The market place has matured considerably during the past ten years. The process of connecting ISPs is now much simpler, there are communication operators that take care of ISP handling, the number of ISP is now much higher, technology has improved, etc. Also, many municipalities have come to the conclusion that they should focus more on providing infrastructure for the citizens rather than competing with commercial companies.

The market is not yet fully mature but all in all municipality networks in general have moved downwards in the value chain – increasingly closer to just owning the fibre infrastructure – while network operation and service delivery is left to other players (other municipality networks or even telcos like TeliaSonera). Despite the clearer roles, many smaller municipality networks struggle economically, due to the reduced revenue share in a market place with many players. This has led to a consolidation process in some parts of Sweden where municipality networks have been either acquired by competitors or have started to closely collaborate. This consolidation process is still ongoing.

Another recent trend has been for major SP to acquire NP. Currently only one independent NP is left in Sweden, which is seen as worrying by many municipalities.

## REFERENCES

- [1] Battiti et al., "Global Growth of Open Access Networks: from WarChalking and Connection Sharing, to Sustainable Business," WMASH '03, New York, NY, USA: ACM, 2003, pp. 19-28.
- [2] M. Forzati, C. Mattsson, K. Wang, C. P. Larsen, The uncaptured values of FTTH (invited), proceedings of the International Conference on Transparent Optical Networks (ICTON), Stockholm, 2011.
- [3] N. Czernich et al., Broadband Infrastructure and Economic Growth (December 2009). CESifo Working Paper Series No. 2861. Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=1516232>
- [4] M. Forzati and C. P. Larsen, Broadband Access and its Impact on the Economy, a Swedish Perspective, in *proc. ICTON 2008*, p. 190-193, Athens, Greece.
- [5] Swedish Urban Network Association (SSNf), market report 2012.
- [6] M. Forzati C. P. Larsen C. Mattsson Open access networks the Swedish experience (invited) proceedings of the International Conference on

Transparent Optical Networks (ICTON) 2010 Munich Germany paper  
We.A4.5.

- [7] [www.stokab.se](http://www.stokab.se)
- [8] [www.svenskabostader.se](http://www.svenskabostader.se)
- [9] [www.malarenergi.se/en/sub/products/broadband](http://www.malarenergi.se/en/sub/products/broadband)
- [10] Mälarenergi press release, 21 Aug. 2009,  
<http://www.malarenergi.se/sv/om-malarenergi/pressrum/nyheter-fran-malarenergi/nyheter-stadsnat/Malarenergi-Stadsnat-och-Eskilstuna-Energi-och-Miljo-i-samverkan/>
- [11] Säkom (Säffle municipal network operator) [www.sakom.se](http://www.sakom.se)



Marco FORZATI holds a Laurea degree in Telecommunication Engineering from Politecnico di Milano, Italy, as well as a M.Sc. and a Ph.D. degree in Electrical Engineering from Chalmers University of Technology, Gothenburg, Sweden, and a B.Sc. degree in Economics from Stockholm University. He currently holds the position of Senior Scientist and Project Manager at research firm Acreo Swedish AB in Stockholm, Sweden, where he has

initiated and is responsible for research on socio-economic impact of telecommunications technologies.

Dr. Forzati has held various R&D positions at Saab Space and Ericsson, as well as visiting scientist positions at TRLabs, and France Telecom R&D. He has authored or co-authored more than 80 papers, conference contributions and book chapters, and 3 patent applications. He has been managing a number of projects at Acreo, and he has been involved in several European research projects in areas as diverse as fibre transmission, optical access, technoeconomics and business modelling. Dr. Forzati has recently been selected as broadband expert for the European Commission's Directorate General for Regional and Urban Policy, Smart and sustainable growth.



Crister Mattsson is Senior Advisor at Acreo Swedish ICT. Mr. Mattsson specializes in open networks and strategies for municipal networks, including policies and business models. Prior to Acreo, Mr. Mattsson was Senior Advisor at Ericsson, and before that, Market and Information Director at STOKAB, the municipal network organization in Stockholm, the first open access and most fibred City in Europe.

C.Mattsson have also been Advisor to Erisa, Europeans Regions Information Society Association in Brussels, and Director of the Industry organization, Sweden Broadband Alliance, Mr. Mattsson has written a large number of articles and participated in several Swedish and European research projects on subjects like open networks, business-models and regulatory issues. Mr. Mattsson is also engaged in research on the socio-economic impact of FTTH. Mr. Mattsson has recently been selected as broadband expert for the European Commission's Directorate General for Regional and Urban Policy, Smart and sustainable growth.

# Evolution of FTTH networks in Finland

Elina Koivisto, Network cooperative Kuuskaista

There are many similarities with the development of FTTH-networks and copper networks. In Finland the first telephone network was built to Helsinki in 1877 and five years later there were networks in biggest cities. In the rural area of for example South Ostrobothnia there were small networks being established into villages in 1890 and they were originally founded by people themselves.

The ownership model was normally co-operative, organization or a small company where each customer owned one vote or share of the network company and these models were used all over Finland. Therefore you can say that the networks were built by people who needed the services delivered through these networks. There were hundreds of these small network companies with one switchboard covering one to two villages and up to 50 subscribers.

## I. MONOPOLY WAS CREATED IN COPPER

After the World War II there was a structural change when these little networks started to merge into bigger and bigger companies. In the end there were so many merges that there was one big national company and few middle size regional networks and the whole country was divided among these players meaning that each network was the incumbent in their own region. This meant that the monopoly was created in these regions which later on have meant that for example the development in broadband has been slow. Why? Because they have monopoly and they can control the infra. The copper networks have been regulated for many years now and one aspect of the regulation is that the telcos are forced by law to rent the last mile copper connection to any other service provider.

But in reality the telcos use pricing and “difficulties” in connecting the last mile connections to outside service providers’ networks to make it impossible. Just as an example in the capital of South Ostrobothnia, Seinäjoki, the local network owner used the tools described above to get rid of other service providers. As a result there is a huge digital gap between the capital and the surrounding rural area meaning that the surrounding rural area has open access FTTH-networks and Seinäjoki does not.

## II. BAD DECISION FORM THE GOVERNMENT

Back to the history. The evolution of telephone networks is in many ways similar to the new trend in Finland where local municipalities and people have started to build fiber networks. This is the result of the Finnish government’s decision 10 years ago to let commercial forces build the whole ICT-infra. At the same time Swedish government took another kind of approach and started to fund local fiber networks and the current situation is that Sweden is a light year ahead of Finland and is actually the most fibered non-Asian country in the world.

Now ten years later the Finnish government has realized that the commercial forces are actually taking the networks

away from the rural area instead of building them. The national telco is literally collecting the copper cables away and reselling them! They claim that wireless solutions are just as good as fixed ones and still at the same time they are investing heavily on fiber backbones and also last mile networks in 10 biggest cities. The government program Broadband for everyone 2015 is giving 66% funding to backbones in rural area and still the telcos are not interested!

## III. MUNICIPALITIES AND PEOPLE AS FTTH-NETWORK OWNERS

Due to this development many municipalities have now realized that in order to stay alive and stay vital they have to do something themselves. Therefore there have been new dynamic municipality owned and co-operative network companies being founded and they are repeating the history again. Only this time the evolution period is much faster and actually there are some villages and customers who have been able to skip directly from nothing or ISDN to fiber! No more playing around with the temporary solutions such as ADSL, VDSL, Wimax, cable modem etc.

When the Finnish government decided to leave the ICT-infra to the hands of commercial telcos and not follow Sweden, fortunately there were areas in Western Finland that did follow the dear neighbor. Co-operative Kuuskaista was founded into county of Kuusiokunnat and started to build FTTH-network in the beginning of 2000. Back then telcos refused to deliver services via other parties’ networks so Kuuskaista was forced to buy one big internet pipe or connection from service provider and resell it to its end-customers.

A few years later municipalities of Suupohja county decided to found their own limited company for building and operating FTTH-network and then there were already few telcos willing to sell their services directly to the end-customers via municipality owned infra. Nowadays there are several service providers selling services in both networks. The FTTH customers such as normal households and businesses are totally free to choose and change their service provider from a variety of choices.

## IV. INCREASE IN QUALITY, DECREASE IN PRICES

The providers do not rent the cable or bandwidth and they do not have to pay anything for the infra. They are given the possibility to carry their vlan through the network for free. The network owner charges the “rent” (or right to use the network) from the end-customer. This makes it possible for the end-customer to have many different service providers at the same time using same fibre.

This also has led to free competition among service providers and can be seen in decreasing prices and increasing quality. In addition, these local networks build fiber connection to every 3G/4G base station and sell black fibre or

capacity to wireless operators. In other words, local fiber networks have also improved local wireless coverage!

## V. WESTERN FINLAND IS SETTING THE EXAMPLE

In the Western Finland there are currently several local FTTH-networks operating like described above. They have enabled all the public places such as schools, hospitals, libraries, day care etc. to have fibre. Also most of the villages in the area have FTTH-network where anyone can join it. Many customers in little villages are already using symmetrical connections above 100Mbps! Many of these networks are physically connected and do many different types of cooperation from marketing and raising awareness to actual building process and service delivery.

The fear of being left behind in the digital battle and also awareness of some region's different solutions were probably partly influencing in the government's decision to launch funding program called Broadband for everyone 2015. The aim is that by the end of 2015 practically all (more than 99 percent of population) permanent residences and permanent offices of business or public administration bodies will be no more than within two kilometres' reach to an optical fibre network permitting 100 Mbit/s connections. The subsidized projects will be subject to competitive tendering and implemented in 2010–15. The telecom operator responsible for a project will pay at least one third of the project costs. The responsibility for the public aid –two thirds – will be divided between the state, municipalities and the EU.

The government has revealed that the aid was tailored to big telcos but they have shown practically no interest. Instead, they tried to force government to change the rules and allow also wireless solutions to get funding. One interesting detail is that in one municipality commercial telco made an offer including fiber backbone to its base stations and wireless solution to the last mile. This offer was more expensive than the offer from municipality owned network including FTTH.

## VI. MANY PROBLEMS WITH NATIONAL AID

The aid includes aid only for the backbone and the aid has many different restrictions. The network being built with the aid must be open access. But the closed networks such as commercial telcos are going around this requirement by making it impossible for outside service providers to reach the "open access" part of the network. With municipality owned and cooperative networks this is not a problem because the entire network is open access allowing all the service providers to use it. The paper work for getting the funding is massive and the whole aid decision process is very complicated and also confusing.

There are many regions who tried tendering two three times without getting any offers. Now many of those regions are following the Western Finland example and founding their own FTTH-companies. The result is that there will be dispersed little networks all over Finland. The good thing is that rural area will have fixed network. The danger is that if these little networks do not do close co-operation with each other, the history will repeat itself and big telcos will buy these networks with low price. And there would be another monopoly all over again!

Thanks to the new trend of rural networks the digital gap in Finland is moving from rural areas to sub-urban area. In big

city centers commercial telcos are building FTTC, FTTB and FTTH where as in rural areas the fixed networks are owned by little players. But what about the area in between? The midsize towns and sub-urban areas of big cities? They are in danger of being without stable future data network. They are expensive to be built, copper networks are old and are being taken away, there are not as much paying end-customers as in big cities and yet, the government treats them as "commercial" areas and leaves them without any aid.

## VII. ULTIMATE SOLUTION?

So what happens if things are done correctly and the whole Europe skips the irrelevant and unnecessary middle stages of adsl and vdsl moving directly to the end solution which is fiber all the way to the end customer? There is fiber in every household and also 100% wireless coverage because there is fiber to every base station. All the data is totally in the cloud and thanks to proper networks, moving files from device to cloud and back is as fast as inside the device. Also all the intelligence of the networks is in the cloud.

In an ideal world, all operators share one back core network. Also there is only one physical cable connecting even the biggest apartment houses in the biggest cities and all the service providers can use the same cable just as in the electricity world nowadays. Both the core and access networks are totally open access networks, whether they are owned by the same or different parties. There is one joint venture company connecting all the different networks into one big network and this joint venture company acts like a broker between physical infra and service layer. All the service providers only need to bring their service and make agreement with one party (the broker) who is in charge of delivering the signal to the end-customers.

In an ideal world when the end-customer in every single corner of the globe, connects his device into the network the first time, he gets a portal where all the services from every single service provider are represented. He doesn't care or even have to know who owns what part of the process. He chooses the services he wants and within a second the service is functioning, every necessary switch has been configurated and the billing has started! The whole process was automatically on within a blink of an eye!

# »Open Access« on FTTH Networks

Matthias Nass, Hartwig Tauber, FTTH Council Europe, Brussels

**Abstract** — This article gives a brief overview on “open access” on FTTH Networks and discusses the technical and economic implications of the different implementations of open access.

**Keywords** — FTTH, fibre access, open access, network

## I. INTRODUCTION

The term »open access« is frequently used to describe a fibre access network that is designed in a way to be used by more than one operator. But it is not a technical term that is standardised somehow and just outlines the overall concept. Therefore many different interpretations of »open access« exist today leading to misunderstandings and wrong assumptions on technical and economic level.

To define a specific implementation of open access, at least the following parameters of the network need to be defined:

- Technical implementation: open access can be offered on all levels of the network: e.g. empty ducts, dark fibre, activated fibre or bit stream access
- Business model: depending on the technical implementation there are several different options on the business model. They include preferred or non-discriminated access, access for a limited or unlimited number of operators, different levels of providers, etc.

There are numerous different implementations of open access networks realised today. Two examples show the huge differences: StockAB in Stockholm offers open access on dark fibre basis. While it is open to any operators, they are at the same time forced to use the fibres of StockAB as building new networks is not allowed by the City Council. On the other hand, MalarEnergi, the utility company of City of Västerås in Sweden offers open access on bit stream basis.

While the business model and the technical implementation are different, the basic idea of all open access networks is the same: to allow more than one operator to access the fibre infrastructure and therefore to avoid the need to build different parallel networks.

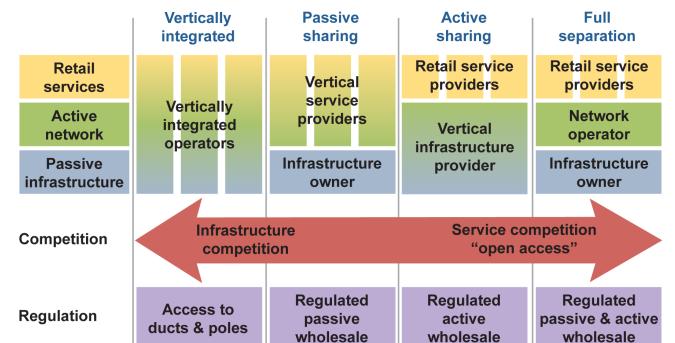
This approach makes perfectly sense in rural and semi-rural areas where there is no business-case for more than one fibre network. In these areas it ensures competition and avoids a re-monopolisation of the broadband access. At the same time it can make the business case for the passive network itself more viable as the connection rate on the (only) networks increases and therefore also the income out of the passive infrastructure.

If it comes to cities and dense areas, there is an on-going discussion if open access only has advantages. Because in those areas there might be a business case for more than one infrastructure and the open access approach could stop the competition on this infrastructure level leading to a re-monopolisation of the passive layer.

## II. DIFFERENT LAYERS OF OPEN ACCESS

Picture 1 outlines the different types of open access in a simplified way. It splits the players of the network in three layers:

- Passive Infrastructure: the pure passive fibre network without any active components. The owner of this asset does not offer any kind of services. The only offering is access to the dark fibre.
- Active Network: this layer includes the active components that allow data transfer and traffic management on the network. On this level bit stream access is offered to service providers.
- Retail Services: the services that are used by end users and business are on this layer. It includes any kind of broadband service starting from basic internet access to IPTV-service, eHealth offerings, cloud products etc.



Picture 1: Different Layers of Open Access

Based on those three layers, there are four simplified business models possible. All of them can be called »open access«, even the meaning is very different:

- Vertically integrated: all three layers are owned and operated by one company. This company owns the passive network, the active components and exclusively offers its own services. This is the usual approach of cable operators and non-regulated incumbents. Even on this »closed« approach, there is an open access solution possible. It is an option to offer »open access« to existing ducts, poles, sewers and other options to put the fibre in.
- Passive sharing: the owner of the passive infrastructure offers access to the network to two or more operators who build up their own active equipment and offer services on it. The StockAB network in Sweden is a typical example. But also incumbents that do local loop unbundling partly fall in this category as they have to give access to the last

mile infrastructure. The model of passive sharing does not necessarily imply a multi-fibre network. If there is only one fibre to each customer there can still be several vertical service providers – but the end customer can only subscribe to one of them.

- Active sharing: this is the typical bit stream open access model. An operator owns the infrastructure and runs the active network on it. Based on this he offers a (guaranteed) bit stream product to service providers. It is important to keep in mind that it is up to the vertical infrastructure provider to decide if he does a non-discriminating offer or if he gives privileges to specific providers. Many Swedish networks use this active sharing option. The most famous one is MalarEnergi as they already implemented this approach 10 years ago.
- Full separation: this is the most open approach. All three layers are operated by different players. The infrastructure owner only concentrates on the passive assets and contracts a network operator to manage the active network. This network operator offers bit stream access – similar to the active sharing model – to two or more service providers. A typical implementation is the degewo/Vattenfall real estate FTTH network in Berlin. The full separation approach could even be driven one step further if the infrastructure owner contracts more than one network operator to operate the active network (e.g. on a multiple fibre installation).

### III. ECONOMIC IMPLICATIONS

Looking at the different models, it becomes obvious that the different models imply different business models and different economic implications.

While the fully vertically integrated model has a strong focus on infrastructure competition, the full separation builds on one single infrastructure and has an emphasis on service competition.

Building on the fact that well designed fibre access networks offer a nearly unlimited bandwidth to each customer, the full separation model seems to be the best choice from the economic point of view. It guarantees the maximum use of the fibre infrastructure and puts the emphasis on the added value of innovative services.

Retail service providers can only differentiate through innovative products and services. This should trigger a positive competition on developing sophisticated offerings in any kind of services: eHealth, teleworking, cloud services, home security, customer focused content, etc.

On the other hand, this approach is limited by the offering of the network operator (or the vertical infrastructure provider in the active sharing model). If a specific retail service provider asks for extended parameters (e.g. higher guaranteed bandwidth, a specific and very special latency or another quality of service parameter) he can only implement his service if the network operator is willing or capable to offer those extended requests.

At the same time such an approach makes it very difficult to build a parallel network if another fibre network is already in place. Why should a consumer switch his physical fibre connection if he has access to a large variety of services already?

The FTTH Council Europe has developed a very pragmatic way to solve this difficult issue: our approach is to

ask for competition on the lowest level possible that makes economic sense. This leads to the following overall solutions which are only a framework and can vary on the specifics of the environment and networks:

- In dense areas, in particular in large cities, the optimal approach is infrastructure competition. There is a business case for multiple fibre access networks. Open access is optimal on an infrastructure basis meaning on access to ducts, poles, sewers, etc. There is still room for bit stream open access networks in this environment – but they will have to compete with other networks.
- In rural areas, there might only be a business case for one single fibre network. In this case it makes sense to go for open access on bit stream level. It allows end users to access a good variety of services and still keeps the business case for the passive infrastructure viable.
- In between those two extremes there is still room for flexible solutions that fit into the specific situation of a region. There might be areas where two vertically integrated networks (cable operator and incumbent) compete with a bit stream open access network (e.g. utility company) and there is still a business case for all three of them.

Based on the discussed scenarios, there is not one reference model that fits all and has the most positive economic implications. While a forced bit stream open access in a big city could lead to a sub optimal service offering and service development, a forced infrastructure competition in a rural area could block any deployment of fibre access networks.

Supporters of the bit stream model often use the argument that only this approach ensures a maximum use of the passive infrastructure. But they often forget that this maximum use of the passive infrastructure is just one parameter on the economic side. Others might be the largest possible variety of specific services or the healthy competition on the infrastructure level.

### IV. CONCLUSIONS

The term “open access” includes several different models starting from open access to ducts and poles on one side to open access on pure bit stream on the other side. Each of those models has very specific advantages and disadvantages on the business case and the competition on infrastructure.

Therefore there is a clear need to investigate the most suitable model for each region where fibre access networks are deployed. But no matter which open access model is identified as the most suitable – any of those models have a clear advantage compared to a pure broadband access monopoly.



Hartwig Tauber is Director General of the FTTH Council Europe since 2007. He has more than 15 years of experience in the broadband and ICT fields. Hartwig Tauber managed several national and international broadband projects in Austria and holds a professor-title for e-business management at the IMC University of Applied Sciences in Krems. In his senior position as Director General of the FTTH Council Europe Hartwig Tauber is involved in several European

and global projects to accelerate the adoption of fibre to the home. Since 2011 Hartwig Tauber also chairs the FTTH Council Global Alliance Group which coordinates the activities of the five global FTTH Council industry organisations.



Matthias Nass was elected Board member and Treasurer in April 2012, and re-elected for the same positions March 2013.

# Vectoring Delivers On Its Promise

Stefaan Vanhastel, Marketing Director Fixed Networks, Alcatel-Lucent

**Abstract** — Fiber deployment is underway, but it will require years to complete — while copper infrastructure is widely available. Very-high-speed Digital Subscriber Line 2 (VDSL2) vectoring offers one powerful, cost-effective way to satisfy individual subscribers' bandwidth demands and meet government goals for universal broadband access — while leveraging existing copper assets. Vectoring cancels interference between copper lines, which is one of the most significant factors limiting the achievable bit rate of DSL. In a dynamic process, vectoring continually measures and cancels this "crosstalk," so that all lines can operate at much higher capacity. Results from recent Communication Service Provider (CSP) trials confirm that VDSL2 vectoring boosts copper speeds to 100 Mbps and beyond!

## I. INTRODUCTION

By providing cutting-edge noise-cancellation, vectoring enables VDSL2 lines to approximate their theoretical maximum speed in real-world conditions — offering cost-effective high bandwidth and very fast build-out.

Because widespread installation of fiber is a lengthy process, service providers need additional technology options for delivering high bandwidth over the next 5 to 10 years. Very-high-speed Digital Subscriber Line 2 (VDSL2) vectoring offers one powerful, cost-effective way to satisfy individual subscriber demands and meet government goals for universal broadband access.

It takes full advantage of existing resources by making conditions in the field as close to ideal as possible, so each VDSL2 line can operate at its best — and deliver higher bit rates. Downstream speeds of 100 Mbps can be achieved at distances of up to 400 m, and 40 Mbps can be supported with loops as long as 1000 m. In field trials since 2010 with leading service providers including Belgacom, A1 Telekom Austria, Orange, P&T Luxemburg and Türk Telekom, vectoring improved previous downstream bit rates by 90% to 150%.

Vectoring enables these gains by canceling interference between copper lines, which is one of the most significant factors limiting the achievable bit rate. In a dynamic process, vectoring continually measures and cancels this "crosstalk," so that all lines can operate at much higher capacity, as shown in Figure 1.

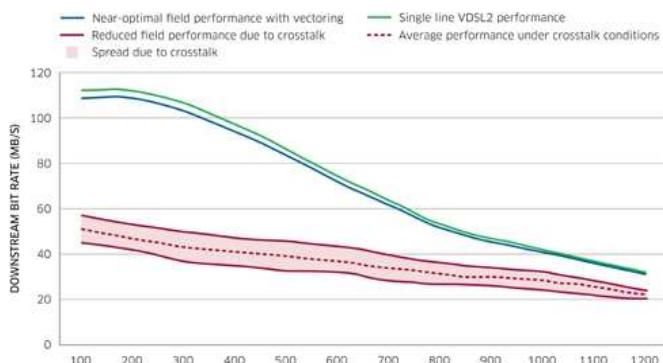


Figure 1: Typical vectoring gains

Because sophisticated noise cancellation is Central Processing Unit (CPU)-intensive, vectoring works best for the smaller number of lines (few hundred) typically found in Fiber to the x (FTTx) deployments — and where measurements are available from all lines. This means that

the lines all need to be under full control of a single service provider for optimal performance gains. In these scenarios, vectoring technology allows service providers to deliver significantly higher speeds, with faster time to market and faster return on investment.

## II. HOW VECTORING WORKS

Vectoring is not a method for raising the theoretical maximum transport speeds. Instead, this noise-cancellation technology addresses the gap between the theoretical maximum rate and the speeds that service providers can deliver in typical field conditions.

In most deployments, telephone lines that carry VDSL2 signals are part of cables (sometimes partitioned in smaller cable bundles) that contain 10 to a few hundred lines positioned very closely together. This close proximity results in crosstalk, and the higher the number of lines in a cable (bundle), the more crosstalk is generated. Crosstalk is the main reason why lines in the field perform significantly lower than their theoretical maximum. Vectoring enables each line to perform as if it is alone, that is, without crosstalk.

In concept, vectoring is comparable to the noise-cancelling technology used in headphones. It produces a clean signal for each line by measuring the crosstalk from all other lines and generating anti-phase signals to cancel the crosstalk signals out, resulting in almost zero noise. This concept sounds simple, but its execution can be highly complex, depending on the environment in which it is deployed.

The noise cancellation technology in headphones, for example, has few variables to address as it suppresses interference in the audio band (20 kHz). Vectoring, on the other hand, often deals with the crosstalk generated by a few hundred VDSL2 lines and signals that span a wide frequency band (e.g. 17.6 MHz for 17a VDSL2).

## III. BENEFITS OF NEXT-GENERATION XDSL

As service providers make the gradual transition to fiber, they can benefit from reliable, cost-effective options that allow high bandwidth to be delivered on a faster schedule. As shown in Figure 2, next-generation x Digital Subscriber Line (xDSL) technologies, such as VDSL2, bonding and vectoring, are providing a growing number of ways to satisfy subscriber demands for bandwidth for the foreseeable future, using existing copper resources. With more than 1.2 billion of the world's households currently connected to a copper line, these technologies can also help governments meet their

goals for universal broadband, which is critical for e-health, e-learning and socio-economic development.

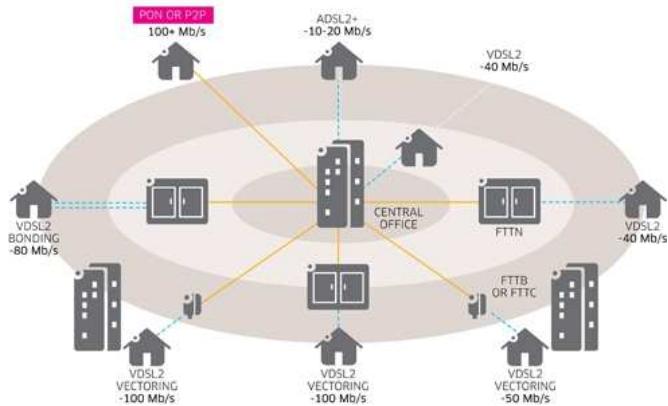


Figure 2: Delivering higher speeds over copper — today

Next-generation xDSL advances began in 2007, when FTTx deployments combined deep fiber with VDSL2 to provide speeds up to 40 Mbps at distances up to 400 m. In 2010, VDSL2 bonding combined 2 copper pairs to deliver twice the bit rate (80 Mbps over 400 m) or serve longer loops (40 Mbps over 1,000 m). Now vectoring has pushed the rate even further, up to 100 Mbps over 400m.

Recent research has produced even higher speeds — 300 Mbps over two 400 m lines in the Alcatel-Lucent lab — by combining VDSL2 bonding, vectoring and Phantom mode.

Fiber deployment is now underway, but it will require years to complete — while the copper infrastructure is widely available. These existing resources can be leveraged to help many countries meet their timelines for universal broadband, and service providers can use the copper infrastructure to deliver higher speeds, in less time, with faster return on investment.

Results from recent Communication Service Provider (CSP) trials confirm that VDSL2 vectoring boosts copper speeds to 100 Mbps and beyond.

#### IV. THE MAGIC NUMBER: 100 MBPS

The first thing every CSP wants to know is: “Can we really achieve 100 Mbps”? That’s no surprise, as many of them are faced with fierce cable competitors who typically advertise very high speeds, although shared. Rates of 100 Mbps allow CSPs to deliver a competitive service for the foreseeable future — and to meet various national broadband targets, which typically call for 100 Mbps by 2020.

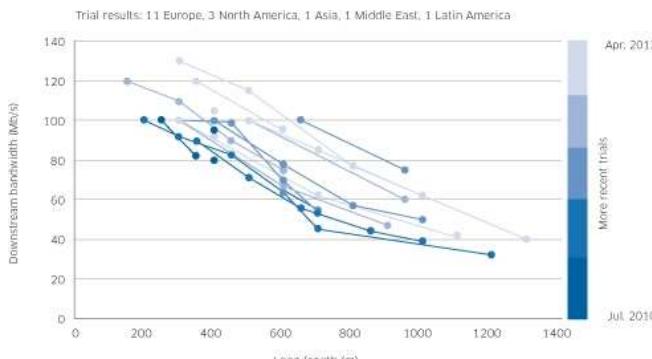


Figure 3: Downstream bit rate results from 17 trials (Dark blue = earliest trials; light blue = most recent trials)

Seventeen very high speed digital subscriber line 2 (VDSL2) vectoring trials, conducted by Alcatel-Lucent with various CSPs around the world, have demonstrated that 100 Mbps is achievable over copper at 400 m — and even up to 500 m. These trials focused mostly on 300 m to 600 m loop lengths, reflecting the typical fiber to the node (FTTN) topologies that CSPs are considering for vectoring. Because trial results improved significantly in a short time with technology and product evolution, Figure 3 uses color coding to indicate when specific downstream bit rates were recorded. Some of the early trials, beginning in July 2010, were capped at 100 Mbps due to technology and prototype limitations. But the most recent trials in April 2012 achieved bit rates between 100 Mbps and 130 Mbps.

These improvements are partly explained by the switch from prototypes to commercial hardware and software. In addition, G.inp coding now provides a retransmission-based error-handling mechanism for VDSL2 vectoring which results in significantly lower overhead. By replacing the Forward Error Correction (FEC) mechanism, G.inp avoids the FEC-associated fixed overhead of about 12 percent, and G.inp only kicks in when there's actually an error to correct.

Cable diameter does have an impact on the results and accounts for most of the variation (between trials performed in the same timeframe) in Figure 3. In general, CSPs can expect to see very good vectoring gains whatever cable type they use. The good news is vectoring delivers greater gain on poorer cable that is heavily impacted by crosstalk, because the crosstalk can be canceled by vectoring.

#### V. UPSTREAM BANDWIDTH BEATS CABLE

The second question CSPs ask is: “What about upstream bandwidth?” Not only does this enable more upstream-intensive services such as cloud applications or online storage, it can also be a key differentiator in the competition with cable. So, given a downstream bit rate of 100 Mbps, what upstream rates can CSPs expect with VDSL2 vectoring?

Figure 4 shows upstream and downstream bit rates from ten CSP trials, representing loop lengths from 200 m to 500 m. Typical performances were up to 40 Mbps, with downstream bit rates at 100 Mbps.

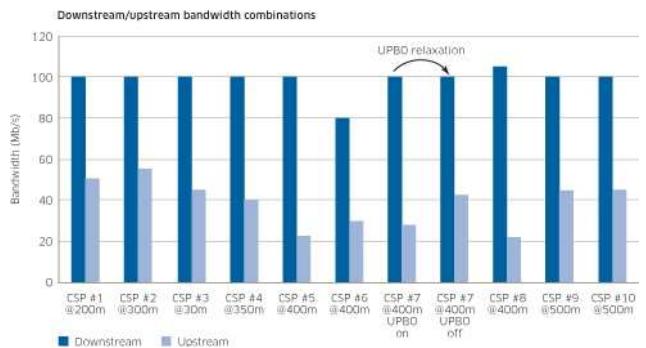


Figure 4: Upstream and downstream VDSL2 vectoring bit rates

Upstream bit rates benefit twice from VDSL2 vectoring. First, VDSL2 vectoring cancels the crosstalk in the upstream direction, which increases the bit rate. In addition, VDSL2 vectoring allows CSPs to relax their upstream power back off (UPBO) settings, which can boost upstream bit rates from the 20 Mbps-range to the 40 Mbps-range. This second benefit is illustrated in Figure 4 by tests performed with CSP 7. All the

20 Mbps-range results in Figure 4 involve tests with traditional UPBO settings, while the 40 Mbps-range results represent tests with UPBO relaxed.

Using UPBO is standard in today's VDSL2 networks as it is necessary to manage upstream crosstalk. As the name implies, UPBO works by reducing the transmit power on very short VDSL2 lines so they don't interfere with weaker signals on longer loops. However, because VDSL2 vectoring eliminates crosstalk, UPBO settings can be relaxed.

## VI. COMBINING VECTORING & BONDING

CSPs with two pairs available for at least some of their subscribers are thinking about combining VDSL2 vectoring and bonding. Bonding gives CSPs a choice: They can double the bit rate for an existing subscriber, or they can deliver the same target bit rate over longer distances, thus reaching more subscribers.

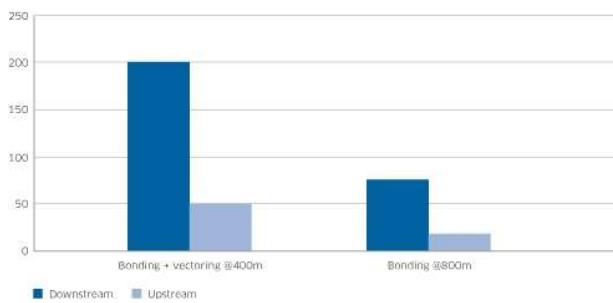


Figure 5: Bonding and vectoring upstream/downstream bit rate combinations

Figure 5 shows results from a bonding-only test, as well as bonding plus vectoring. This particular CSP, interested in extending its reach and connecting more subscribers, managed to deliver 75 Mbps downstream and 17 Mbps upstream at 800 m. The results at 400 m reflect the combined gain from bonding plus VDSL2 vectoring — an astonishing 200 Mbps downstream and 50 Mbps upstream at 400 m. Note that this CSP was still using normal UPBO settings during these tests – relaxing these settings would result in additional upstream bandwidth as explained in the previous section.

Bonding is largely a tactical solution. It does require multiple pairs to each subscriber and is, therefore, not universally applicable. Even with only 1.3, 1.5 or 1.8 pairs (on average) available per household, bonding can still allow additional, more remote subscribers to be connected to a cabinet. As a result, there is strong interest in bonding, even from CSPs who don't have two pairs for every subscriber. And this interest is reflected in the wider availability of VDSL2 bonding CPEs.

The combination of bonding and VDSL2 vectoring obviously paves the way for Phantom Mode, which can create an additional virtual pair on top of two physical pairs, for example. However, Phantom Mode isn't required to make the bonding and vectoring combination work.

## VII. EQUALIZING PERFORMANCE

The main benefit of VDSL2 vectoring is to boost bandwidth on copper lines. However, a side benefit of VDSL2 vectoring is that it equalizes performance across lines. By cancelling cross-talk (no matter how severe), it brings all lines very close to the single line rate. As such, VDSL2 vectoring is a very "equitable" technology: Poor

lines gain the most, and all lines end up performing at more or less the same level.

VDSL2 vectoring delivers consistent and predictable performance across all lines by removing unpredictable cross-talk and making loop attenuation (and thus accurately measurable loop lengths) the determining factor. This allows operators to market and deliver very high bitrates to all subscribers – a significant advantage compared to asymmetric digital subscriber line (ADSL) and VDSL technology, where line performance could vary greatly depending on the amount of cross-talk each line was subjected to.

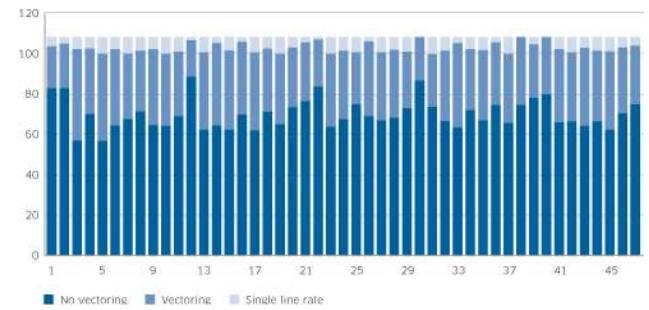


Figure 6: Downstream bitrates @350m, showing consistent performance across all lines

Figure 6 shows downstream bitrates across all lines in a cable bundle. Without vectoring, downstream bitrates on the VDSL2 lines exhibit a significant spread – from 57 Mbps to 88 Mbps (at 350m). With vectoring all lines consistently reach between 101 Mbps and 107 Mbps. Vectoring will allow this service provider to increase their advertised bitrates from 55 Mbps to 100 Mbps (for users at up to 350m) – and confidently deliver this bitrate to all subscribers.

## VIII. BUILDING ON THE PROMISE

VDSL2 vectoring delivers as promised: 100 Mbps and more downstream, with 40 Mbps upstream. These rates provide DSL service providers with strong differentiators in their competition with cable, while enabling them to reach the broadband targets defined in various national broadband agendas and plans.

With more than enough bandwidth available for the foreseeable future, the most pressing challenge is now mass deployment of VDSL2 vectoring. High-density system-level vectoring solutions supporting up to 192 ports are already available — enabling CSPs to upgrade existing cabinets. And the combination of bonding and vectoring allows them to deliver higher speeds over longer loops, reaching more subscribers.



Ghent in Belgium.

**Stefaan Vanhastel** is the Director, Fixed Networks Marketing at Alcatel-Lucent, responsible for the global marketing of fixed access (fiber and copper) products and technology. He previously held various roles in marketing, pre-sales, and research in Alcatel-Lucent, and has over 15 years of experience in the telecommunications industry. Stefaan holds a PhD in Telecommunications from the University of

# Optimal Model for Digital Agenda Broadband Targets Fulfilment in Rural Areas of Slovenia

Matjaž Pogačnik, Telekom Slovenije

**Abstract** — Telekom Slovenije has conducted a feasibility study about possibilities of reaching Digital Agenda Europe goals in areas without commercial interest for construction of Broadband networks in Slovenia. Results of detailed analysis show that the optimal technical solution, which would at the same time be the financially most affordable, is the reuse and upgrade of the existing network of Telekom Slovenije with a combination of FTTN & VDSL2, P2P FTTH and LTE solutions. Solution represents comprehensive problem solving on national level and assures open access, possibility of access at all levels and equal treatment under regulated conditions; it guarantees the same wholesale prices across entire territory of Slovenia.

**Keywords** — Digital Agenda Europe, Telekom Slovenije, FTTN, VDSL2, P2P FTTH and LTE, open access

Telekom Slovenije is the national operator of a fixed and mobile network. Its primary network is based on copper technology. Over the last years it has rolled-out a branched FTTH fibre network in areas with higher population densities, primarily in urban areas. It is also improving the reach and quality of services with FTTN – shortening of the copper local loop in its copper-based network so that the fibre part of the backhaul network is brought closer to the end user.

The rural area of Slovenia accounts for 81% of the territory, and 23% of all households belong to this area. The suburban area accounts for 16% of the territory and 29% of the households. In the rural and suburban area (97% of the territory) there are together 420,000 households which account for 52% of the 810,000 households in Slovenia. In these areas, the copper-based network of Telekom Slovenije remains predominant. Today the network provides internet access at 30Mbit/s to 140,000 households. This means that, at present, 260,000 (62%) households in these areas cannot be provided with transmission rates envisaged in the Digital Agenda.

Given the fact that in areas where networks were built with public funds, Telekom Slovenije owns a copper-based network which could be reused, a feasibility study has been conducted. The results of this study shows what the technical and commercial possibilities of upgrading the network of Telekom Slovenije were to provide all citizens in the area with broadband transmission rates of at least 30 Mbit/s.

It has been established that the most appropriate technology for broadband access is FTTH/point-to-point. The main problem of FTTH is price, due to high construction costs, which depends on the distance from the end-users location to the functional location (CO). In order to reduce the costs of the deployment of a particular broadband connection, the technical solution FTTN combined with VDSL2 technology can be applied. In this case the copper loop of the existing copper-based network will be shortened.

The backhaul of the network will be upgraded by bringing fibre closer to the subscriber. Given the fact that the aims of the Digital Agenda have to be taken into consideration, and thus a transmission rate of at least 30 Mbit/s has to be ensured, it is necessary to emphasise that the application of this technical solution is limited, as the copper local loop must not exceed the distance of 1 km. In case of commercial interests on part of the operators or the end-users this

technical solution can be upgraded to the solution FTTH/point-to-point.

In most scarcely populated areas with a low density of end-users and their distance from functional locations neither FTTN nor FTTH technical solutions are feasible, i.e. Economically justified. There a wireless broadband network can be applied by deploying open base stations where a LTE network can be rolled out. LTE technology belongs to the group of technologies where bandwidth is distributed among end-users (who use the wireless broadband access simultaneously). But given the fact that the technology would be used in scarcely populated areas as a fixed access, and it would be suitable for simultaneous installations of equipment of different operators, this would not pose a restriction factor in regard to ensuring transmission rates of 30 Mbit/s. On the basis of a detailed analysis of the existing network of Telekom Slovenije and the layout of households in rural and suburban areas, it was established that the optimal technical solution, which would at the same time be the financially most affordable, would be a combination of FTTN, FFTH and LTE solutions. This technical solution would for the most part use the existing infrastructure of Telekom Slovenije. This would reduce the investment costs substantially in comparison to a greenfield deployment of a broadband NGN. The estimated investment adds up to EUR 470 million, and it could be realized within six years.



**Matjaž Pogačnik**, MBA is Head of Management Office in Telekom Slovenije, responsible for Access Networks, Transport networks, Cable infrastructure and HVAC. He joined Telekom Slovenije d.d. in 1999 and was appointed Head of ADSL project in 2000. In 2001, he wrote a book about ADSL with colleagues. In 2009, he became Head of R&D and was promoted to Director of Network Operations and Infrastructure Department in 2010. He is author of several technical publications about broadband and provides occasionally lectures in University of Ljubljana.

# Vloga regulatorja pri razvoju infrastrukture

Tanja Muha, APEK, Ljubljana

**Povzetek** — Razvoj omrežij naslednje generacije je eden ključnih dejavnikov za razvoj trga elektronskih komunikacij in za gospodarski razvoj. V Sloveniji in Evropi se je veliko operaterjev odločilo bodisi za gradnjo optičnega omrežja bodisi za nadgradnjo obstoječega omrežja z optičnim. Istočasno se tudi končni uporabniki predvsem zaradi trenda konvergencije in želje po kvalitetnejših storitvah vedno pogosteje odločajo za širokopasovni dostop prek optičnega omrežja. Temu dogajanju na trgu se prilagajajo tudi Evropska komisija in nacionalni regulatorji z oblikovanjem ustrezne regulatorne politike optičnih dostopovnih omrežij. Pri regulaciji se je potrebno odločati za ukrepe, ki zagotavljajo obstoj konkurence tudi v prihodnje ter hkrati spodbujajo investicije v omrežje, s čimer se zagotavlja nadaljnji razvoj trga elektronskih komunikacij. Glavno vprašanje, ki se postavlja v povezavi s tem je, ali so obstoječa regulatorna sredstva in pristopi ustreza za spopadanje z izzivi nadaljnjega razvoja tovrstne infrastrukture.

**Ključne besede** — APEK, regulacija, infrastruktura, optična omrežja

**Abstract** — Next generation networks development is one of key factors for development of electronic communications market and also for economic development. Many operators in Slovenia and Europe decided whether to build optical network or to upgrade existing network with optical. At the same time end users, mainly because convergence trend and request for service quality, more often decide for broadband access over optical network. European Commission and National regulatory authorities adapt to market development by forming appropriate regulatory policy for optical access networks. Regarding to market regulation it is necessary to decide for measures which ensure the existence of competition in the future and also encourage investments in networks for providing further development of electronic communications market. The main question in this context is if the existing regulatory instruments and approaches are appropriate to meet challenges of further development of such infrastructure.

**Keywords** — APEK, regulation, infrastructure, optical networks

## I. UVOD

Agencija za pošto in elektronske komunikacije (v nadaljevanju: APEK) je nacionalni regulator, ki izvaja predhodno (*ex-ante*) regulacijo. Glavni namen tovrstne regulacije je zagotavljanje konkurenčnih razmer na trgu in posledično odpravljanje monopolov na trgu elektronskih komunikacij, zaradi česar je v okviru te regulacije regulirani le operator s pomembno tržno močjo na posameznem upoštevnem trgu. APEK regulira vnaprej definirane (predvsem medoperatorske) upoštevne trge, med katerimi sta v zadnjem času najbolj opazna trg za dostop do fizične omrežne infrastrukture na fiksni lokaciji in dostop z bitnim tokom.

Na trgu je vedno močnejši trend konvergencije ter razvoj novih produktov in storitev. Končni uporabniki se vedno bolj zavedajo prednosti, ki jih konvergenca skupaj z uvajanjem novih tehnologij prinaša, kar ustvarja dodatno povpraševanje na trgu. Na dogajanje na trgu so se odzvali tudi operatorji, saj vlagajo znatne napore v razvoj novih tehnologij, kar je po eni strani posledica povečanega povpraševanja, po drugi strani pa posledica želje po utrditvi tehnološkega in ekonomskega položaja na trgu. Operatorji so se tako v Evropi večinoma odločili bodisi za gradnjo optičnega omrežja bodisi za nadgradnjo obstoječega omrežja z optičnim. Razvoj omrežij naslednje generacije je eden ključnih dejavnikov za razvoj trga elektronskih komunikacij in za gospodarski razvoj, pri

čemer pa se je potrebno zavedati tudi trenutnih neugodnih gospodarskih razmer na trgu.

Temu dogajanju na trgu se prilagajajo tudi Evropska komisija in nacionalni regulatorji z oblikovanjem ustrezne regulatorne politike. Regulacija je z razvojem novih, naprednejših omrežij in z nastalo situacijo na trgu tako postala z leti kompleksnejša, saj mora regulator s sprejetimi regulatornimi ukrepi po eni strani zagotavljati nadaljnji obstoj konkurence na trgu ter po drugi strani spodbujati investicije v omrežje. Skladno s tem je potrebno ugotoviti ali so obstoječa regulatorna sredstva in pristopi ustreza za doseganje navedenih ciljev.

## II. TRENUTNO STANJE REGULACIJE

Evropska komisija je pri definiranju upoštevnih trgov zavzela tehničko neutralno definicijo upoštevnih trgov, kar za relevantna upoštevna trga za dostop do fizične omrežne infrastrukture na fiksni lokaciji in dostop z bitnim tokom pomeni, da je potrebno pri analiziraju stanja na trgu za potrebe oblikovanja predhodne (*ex-ante*) regulacije upoštevati vse tehnologije, ki omogočajo širokopasovni dostop in ne več le bakrenega omrežja, kot je bil to v preteklosti. Poleg tega je leta 2010 Evropska komisija objavila Priporočilo o reguliranem dostopu do omrežij naslednje generacije<sup>1</sup>. To priporočilo podaja usmeritve nacionalnim regulatorjem pri regulaciji dostopa do omrežij naslednje generacije. Glavni namen navedenega priporočila je med drugim poenotjenje regulatornega pristopa nacionalnih regulatorjev v okviru notranjega trga in konsistentnost te regulacije na daljši rok, zagotovitev regulatorne gotovosti in predvidljivosti, ter varnosti za investitorje, pospeševanje konkurenčnosti v novem okolju (NGA) in spodbujanje investicij.

Iz primerjave med posameznimi evropskimi državami je razvidno, da se države glede na nacionalne specifice po razvitosti in topologiji omrežij naslednje generacije močno razlikujejo, zato se kljub priporočilu Evropske komisije v okviru tega odločajo za različne regulatorne pristope, pri čemer pa je večina držav dostop do optičnega omrežja vključila kot del upoštevnega trga in kot del regulacije.

APEK dostop do optičnega omrežja družbe Telekom Slovenije d.d. na podlagi regulatornih odločb regulira že od

<sup>1</sup> Commission Recommendation of 20 September 2010 on regulated access to Next Generation Access Networks (NGA)

prve polovice leta 2011, pri čemer se regulacija nanaša tudi na dostop do hišne napeljave, aktivne ethernet povezave in do pasivne infrastrukture (jaški, kanalizacija in neosvetljena optična vlakna) za potrebe dostopa do krajevne podzanke. Na trgu se že kažejo učinki zastavljene regulacije.

Iz analize podatkov in stanja na trgu v Sloveniji je moč ugotoviti, da se kažejo pozitivni učinki zastavljene regulacije predvsem na področju zagotavljanja konkurence in posledično na razvoju boljših, novih in cenovno ugodnejših storitev za končne uporabnike, medtem ko je po drugi strani na trgu opazen upad investicij, nedoseganje povprečne evropske penetracije širokopasovnih priključkov in slaba izkoriščenost omrežij. Velik del slednjega je posledica poslovnih odločitev posameznih operaterjev, potrebno pa bi bilo temeljito preučiti tudi možnosti preoblikovanja posameznih regulatornih ukrepov v smeri, ki bi omogočila operaterjem več svobode pri iskanju ustreznih tehnoloških rešitev.

V smeri izboljšanja pogojev na trgu za operaterje pri gradnji omrežij naslednje generacije je bilo v zadnjem času veliko narejeno tudi v okviru zakonodaje, ki spodbuja skupno uporabo in skupno gradnjo infrastrukture. S spremembou evropskega regulatornega okvirja in z njegovo implementacijo v slovenski pravni red je z namenom spodbujanja investicij v gradnjo omrežij naslednje generacije zakonska določila glede možnosti dostopa do infrastrukture in izboljšanja pogojev za skupne gradnje še nekoliko razširilo, do sredine leta pa bo APEK pripravil še dodatne podzakonske akte, ki bodo podrobneje uredili posamezna področja. Navedenih možnosti se operaterji v večjem obsegu poslužujejo šele v zadnjem času, vendar po oceni APEK še vedno v premajhnem obsegu, saj bi lahko v okviru možnosti, ki jim jih daje zakon bistveno zmanjšali višino investicij, ki jih potrebujejo za izgradnjo svojega omrežja.

Podobni trendi se kažejo tudi v ostalih državah po Evropi zaradi česar so se vprašanj nadaljnje regulacije omrežij naslednje generacije lotili tako Evropska komisija kot tudi regulatorji v okviru evropskega organa regulatorjev elektronskih komunikacij (BEREC), kjer aktivno sodeluje tudi APEK.

Kot odgovor na razmere na trgu je BEREC konec preteklega leta objavil Skupna stališča o najboljših praksah pri regulaciji upoštevnih trgov za dostop do fizične omrežne infrastrukture na fiksni lokaciji, dostop z bitnim tokom in dostop do dostopovnih delov zakupljenih vodov<sup>2</sup>. Navedeni dokument je nastal na podlagi revizije do takrat veljavnih Skupnih stališč in prilagoditve teh nastali situaciji na trgu.

### III. SMER NADALJNJE REGULACIJE

Z iskanjem možnosti za spodbujanje investicij in pospešitvijo gradnje omrežij naslednje generacije v okviru sektorske, predhodne (*ex-ante*) regulacije se aktivno ukvarja tako Evropska komisija kot tudi BEREC.

Evropska komisija tako v letošnjem letu pripravlja Priporočilo o nediskriminaciji in cenovnih metodologijah ter načrtuje pripravo novega Priporočila o upoštevnih trgih, pri katerih se kot posvetovalno telo vključuje tudi BEREC. V okviru BEREC se nacionalni regulatorji ukvarjajo z vprašanjem učinkovite regulacije v okolju omrežij naslednje generacije in njenih izzivih, kjer se veliko pozornost namenja

novim, cenovno ugodnejšim tehnološkim rešitvam ter simetrični regulaciji dostopa do omrežij.

APEK je poleg mednarodnega sodelovanja na tem delu usmerila aktivnosti tudi na poglobljeno preučevanje razmer na slovenskem trgu in imenovala strokovno projektno skupino za pripravo strokovnih podlag ob upoštevanju katerih bo APEK oblikovala nadaljnjo regulacijo dostopa do fizične omrežne infrastrukture na fiksni lokaciji in dostopa z bitnim tokom.

### IV. ZAKLJUČEK

V zvezi z regulacijo širokopasovnih omrežij se je regulator, s pojavom omrežij naslednje generacije in s postavitvijo cilja spodbujanja investicij v izgradnjo tovrstnih omrežij, znašel v situaciji, ko je potrebno ponovno prevetriti vse možnosti predhodne (*ex-ante*) regulacije, poiskati najbolj ustrezen med njimi in jih primerno implementirati v svoje regulatorne odločbe. Pri tem je bistvenega pomena aktivno sodelovanje z akterji na trgu in mednarodno vključevanje pri oblikovanju evropske politike. Za spodbujanje investicij in gradnje zmogljivih širokopasovnih omrežij je bilo veliko že narejenega, vendar pa bo za želene rezultate potrebno narediti več. Pri vsem skupaj pa se je potrebno kljub vsemu zavedati, da je pristojnost regulatorja omejena in je tako veliko še vedno odvisno od obnašanja končnih uporabnikov na trgu, storitev, ki se na trgu ponujajo in predvsem od poslovnih odločitev posameznih operaterjev in lastnikov infrastrukture.

### LITERATURA

- [1] Četrletno poročilo APEK, <http://www.apek.si/cetrtletna-porocila>
- [2] Commission Recommendation of 20 September 2010 on regulated access to Next Generation Access Networks (NGA), [http://europa.eu/legislation\\_summaries/information\\_society/strategies/i0018\\_en.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/information_society/strategies/i0018_en.htm)
- [3] The revised BEREC Common Positions on wholesale local access, wholesale broadband access and wholesale leased lines, [http://berec.europa.eu/eng/news\\_consultations/whats\\_new/1274-the-revised-berec-common-positions-on-wholesale-local-access-wholesale-broadband-access-and-wholesale-leased-lines](http://berec.europa.eu/eng/news_consultations/whats_new/1274-the-revised-berec-common-positions-on-wholesale-local-access-wholesale-broadband-access-and-wholesale-leased-lines)



**Tanja Muha** je diplomirala na Ekonomski fakulteti v Ljubljani in leta 2009 magistrirala na Fakulteti za upravo v Ljubljani. Zaposlena je na Agenciji za pošto in elektronske komunikacije kot vodja regulacije trga. Pred tem je opravljala delo specialistke za regulacijo telekomunikacijskega trga. Njeno delo obsega spremljanje trendov in razvoja tehnologij na trgu elektronskih komunikacij tako v Sloveniji kot tudi v svetu, spremljanje trendov področne regulacije, aktivno mednarodno sodelovanje, implementacija ustrezen sektorske (*ex-ante*) regulacije na področju elektronskih komunikacij in spremljanje ustreznosti njenih učinkov na trgu.

<sup>2</sup> The revised Common Positions (CPs) on wholesale local access (WLA), wholesale broadband access (WBA) and wholesale leased lines (WLL)

# Širokopasovni dostop v Sloveniji in dileme njegove regulacije

Damir Cibic, Ekonomksa fakulteta, Univerza v Ljubljani

**Abstract** — The article shows the development of modern telecommunications networks and broadband in Slovenia and analyses the factors contributing to its growth. Incentives for investment in telecommunication networks and regulatory measures are analysed and policy implications are deducted from these findings. In the last part the article examines the business performance of major alternative telecoms providers in Slovenia and assesses the success of different strategies in building new networks and promoting the broadband penetration.

**Keywords** — Slovenia, broadband, regulation, policies, business performance

## I. UVOD

V Sloveniji je po obdobju hitre rasti števila uporabnikov širokopasovnega dostopa ter po obsežnem investiranju v gradnjo novih omrežij prišlo do upadanja trenda rasti števila širokopasovnih dostopov ter do zaustavitve tako privatnih kot z javnimi sredstvi podprtih investicij v gradnjo novih omrežij. Zaustavitev investicij sovpada s finančno in gospodarsko krizo, ki je prizadela Slovenijo mnogo huje kot druge države Evropske unije. V naslednjih letih tako ne moremo pričakovati večjih investicijskih vlaganj, niti s strani javnih sredstev, ker stanje javnega dolga in proračunskih primanjkljajev tega ne bo dovoljevalo, niti s strani večjih operaterjev - privatnih investorjev - ki so bodisi močno zadolženi, poslujejo z izgubami, ali pa bodo v bližnji prihodnosti spremenili lastniško strukturo.

V takšnem stanju je potrebno oceniti, ali bo Slovenija zmogla uresničevati cilje iz Digitalne agende ter na podlagi ocene sedanjega stanja in predvidenih trendov pripraviti strategijo, s katero bi lahko država neposredno ali posredno prispevala k hitrejšemu uresničevanju ciljev iz Digitalne agende in zmanjševanju digitalne ločnice.

Vprašanja, kako zagotoviti sredstva oziroma kako pospeševati investicije v omrežja, da bi z njimi dosegli cilje iz Digitalne agende, želim osvetliti najprej s strani dosežene stopnje v razvoju in procesov, ki so nas v sedanje stanje pripeljali (I. del), nato z analizo vplivov, ki jih ima regulacija na uporabo omrežij v Sloveniji in na nove investicije (II. del); v zadnjem (III. delu) pa želim predstaviti analizo poslovanja večjih alternativnih operaterjev in izdelati oceno o njihovih pričakovanih investicijah v prihodnosti.

## II. ORIS SEDANJEGA STANJA V SLOVENIJI

Telefonska omrežja, ki so predhodnik današnjih komunikacijskih omrežij, so začeli graditi po letu 1876, ko je Bell patentiral svoj izum. Ko je patentna zaščita potekla (v ZDA v letu 1893) so telefonska omrežja gradila številna podjetja, ki so v telefonsko dejavnost lahko prosto vstopala. To je bilo prvo obdobje konkurence v telekomunikacijah, ki pa ni dolgo trajalo. Sledila je faza monopolja (v ZDA privatnega, v Evropi državnega), ki so ga postopoma odpravljali (v ZDA od leta 1956, v Evropi od leta 1984,<sup>1</sup> v Sloveniji od leta 2001<sup>2</sup> dalje). Tako po svetu kot v Sloveniji

se zdaj nahajamo v drugem obdobju konkurence v elektronskih komunikacijah. Uvajanje konkurence naj bi – skladno s prevladujočimi teorijami – pospešilo uvajanje novih tehnologij, omogočilo uporabnikom večjo izbiro ter zagotovljalo nižje cene.

Klasična **telefonska omrežja** so ob izgradnji zagotovljala samo storitev gorovne telefonije, ki je bila definirana kot univerzalna storitev. Monopolna podjetja so imela obveznost, da jo zagotavljajo vsem prebivalcem.<sup>3</sup> Kmalu po koncu 2. svetovne vojne je imela telefonski priključek več kot polovica gospodinjstev v ZDA, podobno se je povečevala tudi dostopnost in razširjenost telefonskih priključkov v Evropi. Monopolna tržna struktura je bila ustrezен okvir, ki je zagotovil (čeprav postopno) gradnjo telefonskega omrežja na celotnem ozemlju in s tem izpolnitev univerzalne obveznosti.

Kmalu po pojavu televizije so začeli graditi **kabelska televizijska omrežja**, ki so bila namenjena izključno prenosu televizijskih signalov. Gradnja kabelskih omrežij je bila najprej spodbujena s potrebo, da omogočijo sprejem TV signala na območjih, kjer zemeljski sprejem ni bil mogoč (bele lise). Sukani par, ki so ga uporabljali pri prvih kabelskih omrežjih, so kmalu nadomestili s koaksialnim kablom (ki je omogočal prenos večjega števila programov), razen v Veliki Britaniji, kjer so pri gradnji kabelskih omrežij uporabljali oba.<sup>4</sup> Kabelski operaterji, katerih edina dejavnost je bila posredovanje televizijskih programov, praviloma niso bili deležni močne regulacije, kar je imelo pomembne posledice: podobno kot v prvi fazi gradnje telefonskih omrežij v ZDA, je v kabelsko televizijsko dejavnost vstopilo veliko število majhnih ponudnikov, omrežja pa niso dosegla popolne pokritosti gospodinjstev,<sup>5</sup> saj so jih (privatni) investorji gradili samo na območjih zgoščenosti prebivalstva, kjer je bilo zagotovljeno pobiranje češenj (»cherry picking«) oziroma povračilo investicije.

### Ocena sedanjega stanja razvoja in dostopnosti omrežij v Sloveniji

Slovenija je pri obeh tradicionalnih telekomunikacijskih omrežjih sledila svetovnim trendom. Gradnja telefonskega omrežja, ki je bila v pristojnosti državnega monopolnega

<sup>3</sup> Universal Service Obligation.

<sup>4</sup> Tako je bila Velika Britanija prva država, kjer so bile telefonske storitve preko kabelskega omrežja močno razvite že sredi 90. let prejšnjega stoletja.

<sup>5</sup> Samo v ZDA, Belgiji in na Nizozemskem kabelska televizijska omrežja dosegajo več kot 90% gospodinjstev.

<sup>1</sup> Vlada Margaret Thatcher v Veliki Britaniji.

<sup>2</sup> Odprava monopolja nad fiksнимi javnimi telefonskimi storitvami 1. januarja 2001.

podjetja, je omogočila praktično popolno dostopnost telefonskega priključka.

Zadnji dostopni statistični podatki za Slovenijo navajajo 813.531 gospodinjstev.<sup>6</sup> Za klasično **telefonsko omrežje** (storitev stacionarnega telefona) lahko predpostavimo, da je dostopno praktično vsem gospodinjstvom.<sup>7</sup> Čeprav je telefonski priključek univerzalno dostopen, pa razširjenost (opremljenost gospodinjstev s stacionarnim telefonom) od leta 2001 dalje upada zaradi nadomeščanja z drugimi tehnologijami.<sup>8</sup>

Gradnja **kabelskih omrežij** se je v Sloveniji začela v 80. letih in je najbolj intenzivno potekala v 90. letih prejšnjega stoletja. Glavna spodbuda za gradnjo kabelskih omrežij je bila možnost prenosa tujih (tako informativnih kot zabavnih) programov. Dodatno spodbudo pa je predstavljala svojevrstna konkurenca: tedanje krajevne skupnosti oziroma občine so kar temovale, kateri bo prej uspelo zagotoviti televizijski kabelski priključek na svojem ozemlju.<sup>9</sup>

V osemdesetih letih so bili investitorji v gradnjo omrežij<sup>10</sup> kar sami uporabniki storitev, šele v devetdesetih letih so v gradnjo kabelskih omrežij vstopila privatna podjetja.<sup>11</sup> V obeh primerih pa so uporabniki vnaprej zagotovili potrebna investicijska sredstva,<sup>12</sup> tako da je gradnja kabelskih omrežij v Sloveniji potekala praktično brez bančnih kreditov.

Tako kot drugod po svetu, so bila kabelska omrežja v Sloveniji zgrajena tam, kjer je gostota prebivalstva omogočala - ob visoki stopnji pristopa gospodinjstev<sup>13</sup> - relativno nizek obseg investicije na priključek. Kjer je gradnja kabelskih omrežij potekala preko lokalnih skupnosti, so pri gradnji novega omrežja lahko uporabljali že zgrajeno kanalizacijo,<sup>14</sup> ki je bila kot takratna družbena lastnina na razpolago praviloma brezplačno.

Priključek na kabelsko omrežje je v letu 2006 (po podatkih SURS)<sup>15</sup> imelo 53% gospodinjstev. Kabelsko omrežje je tako po kronološkem nastanku kot po številu uporabnikov drugo najbolj razprostranjeno omrežje v Sloveniji. Število zgrajenih (omogočenih) priključkov bi na osnovi tega podatka ocenjevali na približno 500.000.<sup>16</sup>

<sup>6</sup> Statistični urad republike Slovenije.

<sup>7</sup> V letu 2001 je stacionarni telefon uporabljalo 91% gospodinjstev (SURS).

<sup>8</sup> V letu 2010 je stacionarni telefon uporabljalo samo še 80% gospodinjstev (SURS).

<sup>9</sup> V prvi fazi gradnje telefonskih omrežij je slabljenje signala onemogočalo gradnjo velikih oziroma med seboj povezanih omrežij – zgrajena omrežja so bila majhna in so pokrivala samo nekaj kvadratnih kilometrov; zaradi tega je bilo v ZDA in tej fazi nekaj tisoč telefonskih operaterjev. V času gradnje kabelskih omrežij v Sloveniji je slabljenje signala (v koaksialnem kablu) onemogočalo gradnjo velikih omrežij, tako da je po Sloveniji nastalo okoli 100 med seboj nepovezanih kabelskih televizijskih omrežij in skoraj toliko operaterjev.

<sup>10</sup> V Mariboru, Ljubljani, Velenju, Novi Gorici, Kamniku so se oblikovale delniške družbe in zadruge, v katerih so imeli investitorji (uporabniki) lastniške deleže.

<sup>11</sup> Celje, Ljubljana, Kranj, Novo mesto.

<sup>12</sup> To je odraz velikega zaupanja uporabnikov, tako do javnih kot zasebnih iniciativ, v obdobju, ko tega zaupanja še niso načele velike prevare iz slovenskih tranzicijskih zgodb.

<sup>13</sup> V mestih je bil pristop gospodinjstev med 80 in 90%, na ruralnih predelih (kjer so omrežja pogosto gradili s prostovoljnim delom) pa je bil pristop še višji.

<sup>14</sup> Tedanjega telefonskega operatorja PTT Slovenije in drugih (elektro, cestnih podjetij in podobno).

<sup>15</sup> SURS Statistične informacije 29, 17. November 2006.

<sup>16</sup> Ti podatki oziroma ocene iz ankete SURS se nam sicer zdijo previsoki. Ocene iz drugih virov pa so nezanesljive, saj so kabelski operatorji (zlasti manjši) pogosto navajali nižje številke od dejanskih, da bi s tem znižali svoje obveznosti plačevanja pravic, APEK pa v svojih poročilih nikoli ne objavlja števila priključkov na kabelsko omrežje.

Tretji investicijski val v gradnji omrežij je sprožila družba T-2, ki je začela z gradnjo v letu 2005 in je v naslednjih letih zgradila prvo **optično omrežje** oziroma tretje fiksno telekomunikacijsko omrežje v Sloveniji (FTTH arhitektura).

V obdobju gradnje telefonskega in kabelskega omrežja sta bili ti omrežji edini, ki sta lahko zagotovljali – vsako omrežje svojo specifično – storitev: telefonske storitve oziroma prenos in sprejem televizijskih programov. Kljub obstoju dveh omrežij med njima ni bilo nobene konkurence v storitvah: vsako omrežje je imelo (zakonski ali naravni) monopol. Ko je bilo omrežje na določenem območju zgrajeno, je lahko računalo na zelo visoko stopnjo tržnega prodora: vsi uporabniki, ki so hoteli uporabljati storitev, so jo lahko dobili samo pri enem ponudniku.

V obdobju gradnje tretjega telekomunikacijskega omrežja v Sloveniji pa sta obe zgodovinski omrežji že zagotovljali vse storitve: tako telefonske kot televizijske, prav tako pa prenos podatkov. Tretje omrežje torej že ob sami gradnji ni moglo računati na noben monopol. Ko je bilo zgrajeno, je lahko računalo zgolj na del uporabnikov teh storitev.<sup>17</sup>

Družba T-2 je izbrala stroškovno učinkovit način gradnje novega omrežja, ki je omogočal relativno nizke stroške gradbenih del. Podobno kot kabelski operatorji je izbrala strategijo pobiranja češenj in je omrežja gradila na gosto poseljenih območjih države. Prav tako kot pri gradnji kabelskega omrežja so bili tudi pri gradnji tega omrežja stroški pridobivanja dovoljenj za poseganje v prostor minimalni.

Podjetju T-2, ki je pridobilo tržni položaj »first mover«, je v letu 2007 sledil Telekom Slovenije kot sledilec, ki je odgovoril na strateški izziv s strani novega konkurenta z gradnjo četrtega omrežja. Ker je Telekom Slovenije večinoma že imel zgrajeno kanalizacijo, lahko predpostavljam, da je imel investitor v četrto omrežje nižje stroške gradnje, saj predstavlja stroški gradbenih del pomemben del celotnih stroškov gradnje novega omrežja. Ob upoštevanju tega dejstva preseneča, da Telekom Slovenije ni zgradil večjega optičnega omrežja od novega konkurenta.

V zadnjem desetletju smo poleg dveh starih omrežij, v Sloveniji pridobili še dve novi, optični omrežji. Omrežje T-2 ima po moji oceni 250.000 omogočenih priključkov (po zadnjem poročilu APEK 46.543 aktivnih priključkov), optično omrežje Telekoma Slovenije pa je po moji oceni dostopno 200.000 gospodinjstvom (Poročilo APEK navaja 32.938 aktivnih priključkov).<sup>18</sup>

Dosedanji razvoj telekomunikacijskih omrežij v Sloveniji je odgovoril na vprašanje, ali si Slovenija lahko privošči konkurenčne infrastrukture? V Sloveniji že imamo štiri omrežja, ki so – nekatera šele po dodatnih investicijah v prenovo – sposobna zagotoviti (na celotnem ozemlju ali na delu ozemlja) doseganje ciljev iz Digitalne Agende. Torej v Sloveniji že imamo močno konkurenco infrastruktur.

Vsa omrežja lahko zadovoljivo opravljajo telefonske storitve in prenos televizijskih programov, ne morejo pa zadostiti zahtevam iz Digitalne agende. Telefonsko omrežje je omejeno s fizikalnimi in finančnimi omejitvami (dolžina bakrene parice od centrale do uporabnika),<sup>19</sup> kabelsko

<sup>17</sup> Ob teoretični predpostavki, da je ponudba v očeh uporabnika enaka, bi imel vsak od treh ponudnikov eno tretjino trga.

<sup>18</sup> Poročilo APEK za zadnje četrletje 2012.

<sup>19</sup> Žal mi niso dostopni podatki, kolikšen odstotek gospodinjstev v Sloveniji ne more uporabljati pasovnih širin iz Digitalne agende preko bakrenega omrežja Telekoma Slovenije.

omrežje pa s finančnimi (velik obseg potrebnih investicij za prenovo kabelskega omrežja do vseh uporabnikov).<sup>20</sup> Od štirih zgrajenih omrežij samo optični omrežji (delno tudi kabelsko) omogočata tako zmogljiv dostop do interneta, kot so ga zapisali med cilje Digitalne agende. Doseganje ciljev je torej dostopno komaj tretjini slovenskih gospodinjstev, oziroma (ob upoštevanju kabelskega omrežja) eni polovici gospodinjstev.

Konkurenca med infrastrukturami je prisotna, vendar glede na različno razprostranjenost omrežij ni enako močna na različnih območjih države: relativno visoka stopnja konkurence (tri ali štiri omrežja) je prisotna pri tretjini gospodinjstev, omejena konkurenca (dve omrežji) pa je prisotna pri polovici gospodinjstev.

Sedanje stanje razvitosti in razširjenost omrežij tako omogoča več kot polovici slovenskih gospodinjstev možnost izbire med dvema omrežjem<sup>21</sup> in med več kot dvema ponudnikoma storitev.<sup>22</sup>

Če primerjamo cene širokopasovnega dostopa v Sloveniji s cenami v državah Evropske unije, lahko ugotovimo, da v Sloveniji vladajo evropske cene.<sup>23</sup> To je ena od posledic relativno močne konkurence med omrežji in med ponudniki storitev.

Takšno stanje je potrebno upoštevati pri oblikovanju nove strategije pospeševanja širokopasovnega dostopa, ki se verjetno ne bo usmerila v pospeševanje gradnje novih omrežij nasploh, ampak v gradnjo omrežij na tistih območjih, kjer zmogljivosti obstoječih omrežij ne zagotavljajo doseganja ciljev iz Digitalne agende.<sup>24</sup>

### III. KAKO REGULACIJA TRGA IN KONKURENCA VPLIVATA NA RAZVOJ TRGA ELEKTRONSKIH KOMUNIKACIJ

Ukrepi regulatorja, še posebej če so utemeljeni na dolgoročni strategiji in kredibilnosti lahko na dolgi rok privedejo do oblikovanja zaželene tržne strukture. Ukrepi, naravnani v spodbujanje investicij, bodo povzročili vstop novih investorjev; tako se bo število omrežij na dolgi rok povečevalo. Na drugi strani pa bodo ukrepi, ki so usmerjeni k povečanju učinkovite rabe obstoječih omrežij, investorje usmerjali v uporabo obstoječih omrežij (in ne v gradnjo novih); tako se število omrežij ne bo povečalo, ampak se bo povečalo število ponudnikov storitev na obstoječih omrežjih. V prvem primeru aktivnosti regulatorja povečajo konkurenco med omrežji, v drugem primeru pa konkurenco med ponudniki storitev na obstoječih omrežjih.

Ukrepi oziroma dolgoročna politika regulatorja morajo torej najprej izbrati med enim ali drugim ciljem, nato pa zagotavljati dolgoročno stabilnost regulatornega okvira. Ker je odločitev o investicijah močno odvisna od pričakovanega rizika, za spodbujanje (novih) investicij ni dovolj zagotoviti

<sup>20</sup> Zadnje poročilo družbe Telemach, ki navaja odstotek priključkov, ki omogočajo širokopasovni dostop, je za prvo četrletje 2009 in navaja 76%.

<sup>21</sup> V tem prispevku se omejujemo na konkurenco med fiksнимi omrežji, seveda pa (širše gledano) predstavljajo tudi fiksna in mobilna radijska omrežja nadomestek za fiksno omrežje, tako da je stopnja konkurence pri širokopasovnih storitvah večja kot konkurenca pri fiksnih omrežjih.

<sup>22</sup> Omrežje Telekoma Slovenije je odprto in ga uporablja več ponudnikov storitev.

<sup>23</sup> Mesečna cena za košarico med 12 in 30 Mb/s, preračunano po pariteti kupne moči (Van Dijk 2012, str. 388.)

<sup>24</sup> Lahko pa odgovor definiramo tudi takole: Investicije niso potreben za zagotavljanje ciljev Digitalne agende na kratek rok, so pa potrebne za doseganje ciljev, kot so jih bo Evropa zastavila jutri.

ustrezen regulatorni okvir, ampak morajo potencialni investitorji tudi verjeti, da se regulatorni okvir v daljem časovnem obdobju ne bo spreminal; to pa je v veliki meri odvisno od ravnanj regulatornega organa v preteklosti.

Kot ilustracijo posledic izbrane politike regulacije za oblikovanje tržne strukture bomo osvetlili stanje v Sloveniji v obdobju klicnega (ozkopasovnega) dostopa in v obdobju uvajanja širokopasovnega dostopa do interneta. Na teh dveh primerih bomo opisali, kakšen vpliv je imela politika regulacije na strukturo trga in investicijsko dejavnost v Sloveniji. Iz teh prikazov bomo lahko odgovorili na vprašanje, ali ima regulacija vpliv na trg.

Začetki delovanja regulatorja trga elektronskih komunikacij v Sloveniji<sup>25</sup> segajo v obdobje klicnega dostopa do interneta. V tistem obdobju posebna regulacija dostopa do omrežja Telekoma Slovenije za prenos podatkov ni bila potrebna (dostop je bil za nove operaterje prost, za uporabo omrežja je Telekom Slovenije zaračunaval uporabnikom ceno po ceniku, ki je veljal za govorne klice).

Takšna regulacija oziroma neobstoj regulacije je bila v popolnem nasprotju z regulacijo trga govorne telefonije: medtem ko je bil ta trg močno reguliran (monopol pri gradnji omrežja in pri posredovanju klicev),<sup>26</sup> je bil trg (ozkopasovnega) dostopa do interneta prost: v to dejavnost je vstopilo večje število majhnih podjetij, ki so v močni konkurenčni borbi za pridobivanje uporabnikov investirala v širitev trga (število uporabnikov je hitro naraščalo), ki se je v izredno kratkem obdobju spremenil v konkurenčni trg z velikim številom ponudnikov, pri tem pa je največji ponudnik hitro izgubil večinski tržni delež.

Tako hitra rast ozkopasovnega dostopa je tudi posledica nizkih cen uporabe telefonskega omrežja: Telekom Slovenije je imel ene najnižjih (nominalnih) cen med vsemi državami EU oziroma državami kandidatkami za članstvo.<sup>27</sup>

Ob odsotnosti regulacije, kot tudi konkurence v dejavnosti telefonskih klicev, ki je značilna za Slovenijo v tem obdobju, je prišlo v Sloveniji do na videz paradoksalnega rezultata – nizkih cen storitev. Takšen rezultat lahko razložimo z dokaj pogosto uporabljenou politiko cen vodilnih (monopolnih) ponudnikov, ki so preko roparskih (predatorskih) cen poskušali zavarovati svoj tržni položaj.

Klicni (ozkopasovni dostop) je omogočil do tedaj nepoznane storitve: dostop do svetovnega spletja, elektronsko pošto, in podobno. Ta storitev je bila nova in je za uporabnike pomenila popolnoma drugačno izkušnjo od branja knjig in pošiljanja pisem. Zaradi tega je razširjanje te storitve v mnogo čem podobno razširjanju uporabe novega proizvoda, ki ga v prvi fazi sprejmejo samo »early adopters«. V tem obdobju je potrebno potencialne kupce informirati (izobraževati) in pritegniti k novi storitvi, ki je še ne poznajo. Konkurenčno okolje je mnogo bolj uspešno v pospeševanju tržnega prodora (penetracije) kot monopolno.<sup>28</sup> V prizadevanju, da bi povečali število uporabnikov in svoj tržni delež, konkurenčni ponudniki razvijajo trg: zaradi velike možnosti izbire med ponudniki se potencialni kupci hitreje in laže odločijo za novo storitev. Tako so klicni dostop hitro sprejeli simpatizerji novosti in zgodnja večina.

<sup>25</sup> ATRP je bila ustanovljena v 2001.

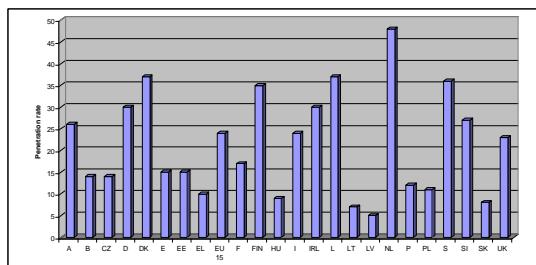
<sup>26</sup> Formalno je bil monopol odpravljen v 2001, dejansko pa precej kasneje.

<sup>27</sup> 4<sup>th</sup> report, 2003, 9<sup>th</sup> Report-Annex I, 2003.

<sup>28</sup> Ta splošna teoretična ugotovitev je dokazana tudi na telekomunikacijskih trgih, na primer na trgu mobilne telefonije.

V Sloveniji je kljub praktično popolnemu monopolu na trgu telefonskih storitev prišlo do hitre in radikalne spremembe tržne strukture na trgu klicnega dostopa do interneta. Že v letu 2003 so novi (konkurenčni) ponudniki dosegli 56% odstotni tržni delež,<sup>29</sup> v letu 2004 pa 72%.<sup>30</sup> Število alternativnih ponudnikov klicnega dostopa je v letu 2004 doseglo 12 (vodilni operater je bil Voljatel).

Penetracija klicnega dostopa (število na 100 gospodinjstev), leto 2003



Vir: SIBIS, 2003.

Poročilo SIBIS, izdano v letu 2003, prikazuje penetracijo klicnega dostopa; Slovenija je prehitevala povprečje EU (15), prav tako je prehitevala države, ki so imele podoben nivo BDP na prebivalca (merjeno s pariteto kupne moči). Penetracija klicnega dostopa je bila v Sloveniji še enkrat večja kot na Češkem in Portugalskem.

V obdobju 2001-2002 je Slovenija dohitevala povprečje Evropske unije po številu internetnih priključkov na 100 gospodinjstev, medtem ko je od 2002 povečevala svoj zaostanek.<sup>31</sup> Za leto 2005 lahko ugotovimo, da je Slovenija pri stopnji penetracije širokopasovnega dostopa zaostajala za povprečjem EU, prav tako je zaostala za Portugalsko.

Dohitevanje lahko pripšemo hitri spremembi tržne strukture pri klicnem dostopu, zaostajanje pa (predolgemu) ohranjanju monopolja pri xDSL tehnologiji: še v prvem kvartalu 2006 je imel SiOL 89% tržni delež na trgu xDSL priključkov.<sup>32</sup>

#### IV. MIKROEKONOMSKI POGLED NA GRADNJO IN UPORABO OMREŽIJ

##### A. Vprašanja ustrezne teorije in politike regulacije

Ne glede na to, katero strategijo za spodbujanje konkurence neka država izbere – spodbujanje vstopa novih ponudnikov storitev na obstoječih omrežjih ali spodbujanje investicij v nova omrežja, je potrebno ex ante proučiti poslovne modele potencialnih ponudnikov. Vnaprejšnja ocena potrebnega obsega kapitala (za investicijo), kot tudi računa dobička in izgube je nujno potrebna, kajti šele na tej osnovi je mogoče izdelati realistično strategijo in takšne ukrepe razvojne politike, da privatni investitorji sprejmejo investicijske odločitve skladno z izbrano strategijo.

Kot smo prikazali v prejšnji točki, Slovenija ni dejela s premajhnim številom (fiksnih) omrežij. Če k temu dodamo število že zgrajenih mobilnih omrežij in upoštevamo njihove razvojne možnosti (LTE), ter končno še ostale danes dostopne tehnologije (fiksne radijske in satelitske povezave) je očitno nabor tehnologij, ki v Sloveniji omogočajo

<sup>29</sup> Letno poročilo APEK za 2003.

<sup>30</sup> Letno poročilo APEK za 2004.

<sup>31</sup> SIBIS, 2003, str. 43.

<sup>32</sup> Letno poročilo APEK za 2006.

širokopasovni dostop, precej obsežen. Zaradi tega nismo niti v preteklosti, niti sedaj videli potrebe po zagotavljanju konkurence na nivoju posamezne tehnologije (omrežja), kajti tudi v primeru monopoliziranja posamezne tehnologije s strani enega podjetja, se takšno podjetje na trgu sreča z množico ponudnikov, ki ponujajo nadomestno storitev z uporabo drugačnih tehnologij.

Pri tistih tehnologijah, ki uporabljajo omejene dobrine (kot na primer radijski frekvenčni spekter) in zato zahtevajo državno regulacijo pri uporabi frekvenčnega spektra, je odveč strah, da bi podelitev enega samega dovoljenja (za uporabo posamezne tehnologije) povzročala motnje na trgu. Tu mislimo predvsem na fiksne radijske povezave, ki so se že pojavile v preteklosti (kot WiMax) ali druge, ki se lahko pojavijo v prihodnosti.

V vseh takšnih primerih bi morali najprej izoblikovati strategijo razvoja novih tehnologij, pri tem upoštevati tehnološke in ekonomske omejitve nove tehnologije, ter na teh osnovah oblikovati elemente regulatorne politike oziroma ukrepov glede omogočanja oziroma spodbujanja nove tehnologije.

Ko bi nacionalni regulator postavil na prvo mesto po prioriteti skrb za omogočanje konkurence med različnimi infrastrukturami (omrežji) in ne (nepotrebno) skrb za vzpostavljanje konkurenčnosti na posamezni infrastrukturi, bi bila Slovenija danes lahko bogatejša glede števila omrežij oziroma tehnologij. Tako pa je mogoče (delno) pripisati krivdo za neuspeh oziroma za majhen tržni uspeh WiMax in MMDS tehnologij tudi takratni usmerjenosti regulatorja v zagotavljanje konkurence na posamezni tehnologiji. Naj kot ilustracijo navedemo dva primera.

Slovenski regulator je v letu 2005 naročil izdelavo študije, na podlagi katere je podelil koncesije za uporabo frekvenčnega spektra za fiksni brezžični dostop na frekvencah 3,5 GHz. V študiji so izračunali, da tehnologija WiMax omogoča preživetje trem do petim operaterjem v Sloveniji. Študija je očitno pripomogla k temu, da se nacionalni regulator ni odločil za podelitev ene same (monopolne) pravice, ki bi (vsaj delno) izboljšala ekonomsko privlačnost investicije.

Slovenski regulator je od leta 2004 dalje sicer omogočal postavitev MMDS omrežij posameznim (najprej kabelskim) operaterjem, vendar je pri podeljevanju posameznih dovoljenj skrbel za to, da bi na istem ozemlju lahko delovala dva ali celo trije ponudniki. S tem se je posameznemu ponudniku zmanjšal potencialni obseg uporabnikov, kar je močno zmanjšalo privlačnost investicije.

Takšna ravnanja kažejo, da je regulator zasledoval na prvem mestu politiko vzpostavljanja konkurence na vsaki od razpoložljivih tehnologij, ne pa politiko omogočanja ustreznih pogojev za (profitabilnost in) izvedbo investicije. Končni rezultat takšnih ukrepov je bil manjši obseg investicij in manjši obseg storitev, kot bi jih ta tehnologija lahko omogočila (v manj konkurenčnem okolju).

##### B. Vprašanja ekonomike investicij in uspešnosti poslovanja operaterjev

Osvetlitev formiranja potrebnega obsega kapitala za novo investicijo, kot tudi rezultatov poslovanja nekaterih operaterjev v Sloveniji, nam pokaže, kakšni so rezultati preteklih investicijskih odločitev, in kakšni bodo rezultati morebitnih novih investicijskih odločitev na slovenskem trgu elektronskih komunikacij.

Prikazali bomo obseg investicijskih sredstev ter rezultate tekočega poslovanja za dva nova ponudnika elektronskih komunikacij v Sloveniji: družbo T-2, ki je investirala v izgradnjo največjega omrežja nove generacije v državi in družbo Amis, ki ponuja storitve na osnovi omrežij drugih operaterjev (kabelska, bakrena in optična omrežja).

Družba T-2 je svoj poslovni načrt izdelala v obdobju prehoda iz klicnega v širokopasovni dostop. To je bilo obdobje začetkov delovanja nacionalnega regulatorja, ko le-ta zaradi številnih razlogov ni uspel pravočasno uveljaviti ukrepov, ki bi zagotovili konkurenčnost na trgu širokopasovnega dostopa.<sup>33</sup>

Ob takrat realistični predpostavki, da bo Telekom Slovenije na različne načine oviral dostop alternativnih ponudnikov do svojega omrežja<sup>34</sup>, se je alternativnemu operaterju ponujala gradnja lastnega omrežja kot edina možnost vstopa v dejavnost elektronskih komunikacij. Zato je novi alternativni operater T-2 izbral strategijo investiranja v lastno omrežje in ne ponujanja storitev na omrežju zgodovinskega operaterja. Operater je izbral najsodobnejšo tehnologijo in pričel z gradnjo novega FTTH omrežja. Ko so ukrepi regulatorja omogočili dostop do omrežja Telekoma Slovenije po stroškovno osnovanih cenah, je družba T-2 pričela pridobivati uporabnike tudi na bakrenem omrežju Telekoma Slovenije.

Družba T-2 je za realizacijo svojega investicijskega načrta potrebovala velik obseg investicijskih sredstev. Ker ne razpolagamo z dejanskimi podatki (oziroma jih niti operater niti regulator ne objavlja) lahko samo na podlagi ocen poznavalcev iz dejavnosti sklepamo, da je družba T-2 zgradila okoli 250.000 (»passed by« – omogočenih) priključkov ter za investicijo porabilo približno 250 milijonov EUR. V poročilu o poslovanju za leto 2009 družba T-2 navaja 230 milijonov € dolgoročnih sredstev. Konec leta 2009 je imela družba okoli 40.000 naročnikov na storitve preko optičnega omrežja. Iz tega izhaja, da je bilo potrebno investirati v dolgoročna sredstva (gradbena dela in oprema) več kot 5.000 € na naročnika.

Pomemben faktor pri odločanju o investiciji je tudi cena denarja – višja kot je cena denarja, manjši je obseg investicij, ki lahko zagotovijo ekonomsko utemeljenost investicije in povratek vseh vloženih sredstev. Velja pa tudi obratno: v teh prostorih je v prejšnjem ekonomskem sistemu imel denar negativno ceno – zaradi inflacije je kreditojemalc vrnil manj, kot si je izposodil.<sup>35</sup> Za investicije v gradnjo omrežja T-2 se je prav tako (naknadno) izkazalo, da je podjetje prejelo denar od bank po negativni obrestni meri, saj po prisilni poravnavi večine kreditov sploh ni vrnilo.

Glavne spodbude za investicijo v gradnjo novega omrežja bi torej lahko iskali v počasnem uveljavljanju regulatornih ukrepov in v lahkem dostopu do finančnih virov. Poglejmo sedaj še poslovne rezultate, do katerih je investicijska dejavnost pripeljala to podjetje.

Ker je življenska doba sredstev (gradbena dela in kabli) dolga, je skladno z zahtevami politike financiranja podjetja

potrebno za takšno investicijo priskrbeti dolgoročne vire (lastni kapital in dolgoročni krediti).<sup>36</sup> Podjetje si ni zagotovilo dovolj dolgoročnih virov za financiranje investicije, prav tako pa ni pridobilo dovolj lastnega kapitala, zato je kmalu zašlo v težave, ki jih povzroča prevsoka zadolženost.

Družba T-2 je svoj trženjski načrt zasnovala na diferencirajujoče svoje ponudbe, saj je bila tedaj edina, ki je uporabnikom ponujala storitve preko optičnega omrežja. Hkrati je izbrala agresivno cenovno politiko, saj je storitve preko optičnega omrežja ponujala po enakih ali celo nižjih cenah kot so bile cene storitev drugih operaterjev (preko bakrenega omrežja zgodovinskega operaterja)

Najnižje cene za širokopasovni dostop – primerjava med Slovenijo in EU-27

Least expensive offer	Provider	Technology	Price per month (EUR PPP)	
			Slovenia	EU-27
basket 144-512 kbps	incumbent	xDSL	23.47	19.91
basket 512-1024 kbps	new entrant	VDSL	18.25	26.15
basket 1024-2048 kbps	new entrant	VDSL	26.08	23.76
basket 2048-4096 kbps	new entrant	VDSL	22.16	35.9
basket 4096-8192 kbps	new entrant	VDSL	26.08	42.38
basket 8192-20mbps	new entrant	FTTH	18.25	36.39
basket 20mbps+	new entrant	FTTH	63.89	51.3

Vir: Van Dijk, 2008.

Izbrana tržna strategija alternativnega ponudnika pa ni bila uspešna - kljub temu, da je storitve ponujal na superiornem omrežju, hkrati pa za storitve zaračunaval nižje cene, ni privabil nič več uporabnikov, kot jih je pridobila družba Amis, ki je ponujala storitve preko (najetega) omrežja Telekoma Slovenije.<sup>37</sup>

Skupno število uporabnikov, ki jih je pridobila družba T-2 – tako preko lastnega optičnega kot najetega bakrenega omrežja - ni omogočilo doseganja točke preloma, tako da je podjetje vsa leta poslovalo z visokimi izgubami: v obdobju od 2005 do 2009 je znašala kumulativna izguba 86 milijonov €.<sup>38</sup> Podjetje je imelo izgubo še v letu 2011 tudi iz tekočega poslovanja.

Družba AMIS je bila prisotna na slovenskem trgu od samih začetkov interneta, vendar ni nikoli investirala v gradnjo lastnega omrežja. Omejen obseg sredstev, ki ga je imela na voljo, je uporabila za ponujanje storitev preko vseh platform: klicnega in kabelskega dostopa, kasneje pa tudi širokopasovnega in dostopa preko optičnega omrežja Telekoma Slovenije. Družba je vodila agresivno cenovno politiko, tako da je v obdobju 2006 – 2011 ustvarila kumulativno izgubo v višini 10 milijonov €. Takšen vložek lastnikov pa je družbi omogočil, da je pridobila več kot 60.000 priključkov<sup>39</sup> na treh omrežjih (bakrenem, koaksialnem in optičnem). Družba AMIS je konec leta 2011 imela 16 milijonov € dolgoročnih sredstev oziroma 300 € dolgoročnih sredstev na naročnika. To je v velikem kontrastu z vrednostjo 5.000 € na naročnika, kot smo jo izračunali za družbo T-2.

<sup>33</sup> Tako je imel Telekom Slovenije (oziroma njegova hčerinska družba SiOL) še v juliju 2005 kar 98-odstotni delež na trgu širokopasovnega dostopa preko Telekomovega omrežja.

<sup>34</sup> Ta predpostavka je bila osnovana na pretekli poslovni politiki zgodovinskega operaterja in na poznemu začetku ter premalo odzivnemu delovanju nacionalnega regulatorja v začetnem obdobju.

<sup>35</sup> Tega se starejši še spominjam, ker smo si na ta način lahko s krediti kupili stanovanja.

<sup>36</sup> Podjetje je zagotovilo okoli 70 milijonov lastnega kapitala in 140 milijonov EUR dolgoročnih kreditov.

<sup>37</sup> Iz poročil APEK izhaja, da je bilo število uporabnikov AMIS (preko xDSL tehnologije) v vseh letih večje od števila uporabnikov T-2 preko optičnega omrežja.

<sup>38</sup> Približni izračun pokaže, da je imelo podjetje zaradi visoke zadolženosti stroške obresti skoraj tako visoke, kot so znašali prihodki od prodaje storitev na FTTH omrežju.

<sup>39</sup> Naša ocena na podlagi podatkov v Poročilu APEK za 2012.

### C. Nezmožnost nadaljevanja investicijske dejavnosti iz zasebnih virov

Iz prikaza poslovanja dveh novih ponudnikov na slovenskem trgu je razvidno, da v bližnji prihodnosti ne moremo pričakovati večje investicijske dejavnosti, ki bi jo financirali zasebni vlagatelji. Če k temu dodamo še finančno krizo, ki je v Sloveniji še posebej globoka in dolgotrajna, končno pa še napovedi oziroma pričakovanja, da bodo vsi večji operaterji v bližnji prihodnosti doživeli spremembo lastništva, je več kot očitno, da se je zasebno investiranje v tem sektorju ustavilo za daljše obdobje.

V strategijah in sprejetih ukrepilih za pospeševanje gradnje komunikacijskih omrežij naslednje generacije je Republika Slovenija izhajala iz ugotovitve, da prosto delovanje tržnih sil, skupaj z ustreznou regulacijo področja komunikacij ne zagotavlja gradnje novih omrežij na celotnem ozemlju Slovenije.

Iz zgoraj opisanih razlogov izhaja nujnost nadaljevanja aktivnosti na področju javno zasebnega partnerstva, ki edino lahko zagotovi nadaljevanje investiranja v gradnjo sodobnih omrežij.

Slovenija je v preteklosti na osnovi sprejetih Strategij (Strategija razvoja širokopasovnih omrežij, 2008) uspešno pripravila in realizirala dva večja projekta (GOŠO 1 in GOŠO 2), ki sta omogočila 30.000 (realiziranih) širokopasovnih priključkov. Po naših lastnih predpostavkah in preračunih je bilo v ta omrežja investirano 140 mio EUR, od tega 80 mio EUR javnih sredstev. Ob predpostavki ohranjanja iste definicije belih lis kot v obeh preteklih razpisih, bi bilo po naši oceni in glede na izvedene raziskave (ankete) potrebnih še 100 mio EUR vlaganj v gradnjo novih omrežij, da bi z njimi pokrili bele lise. Seveda pa ocena višine potrebnih sredstev močno naraste, če povečamo zahteve glede zmogljivosti/ hitrosti teh omrežij.

## V. ZAKLJUČNE MISLI

Slovenija je primer tako za neuspehe/napake kot uspehe v politiki regulacije telekomunikacij. Nekaj teh primerov smo osvetlili v pričujočem prispevku.

Rezultat zgodovinskega razvoja in politike regulacije je dejstvo, da imamo v Sloveniji štiri (konkurenčna) žična omrežja, katerih število pa na ruralnih območjih upada proti ena. Zato prva dilema za politiko regulacije v prihodnosti ni v vprašanju, ali omogočati/pospeševati konkurenco infrastruktur – ta je že prisotna v večjem delu države, temveč v vprašanju, kako zagotoviti ustrezeno regulatorno klimo (zmanjšanje negotovosti in regulatornih rizikov), ki bi investorje spodbujala k investicijam predvsem na območjih, kjer širokopasovni dostop še ni omogočen – tako da bi jim zagotovljala varnost investicije oziroma donosov. Ob pomanjkanju zasebnih iniciativ mora država uporabiti javna sredstva, da bo zagotovila dostopnost storitev in digitalno vključenost vsem prebivalcem.

Vsekakor pa je potrebno – tudi zaradi finančne krize v državi – skrbno uporabiti javna sredstva, ki bodo namenjena za odpravljanje digitalne ločnice, ter pri tem izbirati takšne tehnologije in načine sodelovanja z zasebnimi investorji, da bodo cilji Digitalne agende doseženi s čim manjšim obsegom (javnega) denarja.

## LITERATURA

- [1] European Commission. 4th Report on Monitoring of EU Candidate Countries, Brussels, 16.12.2003.
- [2] European Commission. 9th Report on the Implementation of the Telecommunications Regulatory Package, Brusseles 19.11.2003.
- [3] HROVATIN, Nevenka, CIBIC, Damir, ŠVIGELJ, Matej. Development of the fibre network in Slovenia : what can be learnt?. *Transform. bus. econ. (Spausd.)*, 2013, vol. 12, no. 1 (28), str. 182-205.
- [4] HROVATIN, Nevenka, BASLE, Rok, CIBIC, Damir, ŠVIGELJ, Matej. The development of broadband in Slovenia : why is it lagging behind?. V: *16th ITS European Regional Conference, Porto, 4th-6th September 2005 : conference papers*. Porto: Portuguese Catholic University, 2005, 19 str.
- [5] HROVATIN, Nevenka, CIBIC, Damir, ŠVIGELJ, Matej. Liberalisation and (de)regulation of Slovenian telecommunications markets. *Commun. stratégies (Montpellier)*, 2004, iss. 56, str. 151-177.
- [6] SIBIS. Benchmarking Telecommunication and Access In the Information Society, March 2003.
- [7] Van Dijk, European Commission. Broadband Internet Access Costs Brussels, December 2008, 175 str.
- [8] Van Dijk, European Commission. Broadband Internet Access Costs Brussels, September 2012, 422 str.
- [9] Vlada Republike Slovenije: Strategija razvoja širokopasovnih omrežij v Republiki Sloveniji. Ljubljana 10. julij 2008.

# Optična omrežja – bližnja ali daljna prihodnost Evrope?

Špela Kern, Iskratel, Kranj

**Povzetek** — Evropa v rasti širokopasovnih optičnih priključkov zaostaja za azijsko pacifiško regijo. Kljub temu smo po analizah analitikov v letu 2012 v primerjavi z letom poprej v državah EU39 zasledili 38,8% rast gospodinjstev z možnostjo priklopa na FTTH/FTTB omrežje ter 50,2% rast števila FTTH/FTTB naročnikov. V celoti imamo 63,0 milijonov gospodinjstev z možnostjo priklopa na FTTH/FTTB omrežje ter 16,2 milijona priključkov. V Evropi smo zaznali 290 projektov, od katerih je 74,0% pod 200.000 gospodinjstev z možnostjo priklopa na FTTH/FTTB omrežje. Kar 71,0% omrežij so zgradili alternativni operaterji. Prevladujoči tip arhitekture je FTTB, tehnologija pa Ethernet P2P. Povprečna stopnja priključenosti na omrežjih je 25,7%, pokritost pa 20,0%. Največji pospeševalec gradnje je večinoma konkurenčno okolje. Največji napredek v zadnjem letu glede izgradnje novih gospodinjstev z možnostjo priklopa na FTTH/FTTB omrežje so dosegle države Vzhodne Evrope: Rusija, Ukrajina, Kazahstan ter Španija in Turčija. V bodoče se bo rast gradnje nadaljevala in v letu 2017 naj bi imeli že 41,5 milijonov gospodinjstev z možnostjo priklopa na FTTH/FTTB ter 19,1 milijonov priključkov. Takrat naj bi že 12 držav preseglo maksimalno penetracijo optičnega omrežja, kar znaša 20% in med njimi je tudi Slovenija.

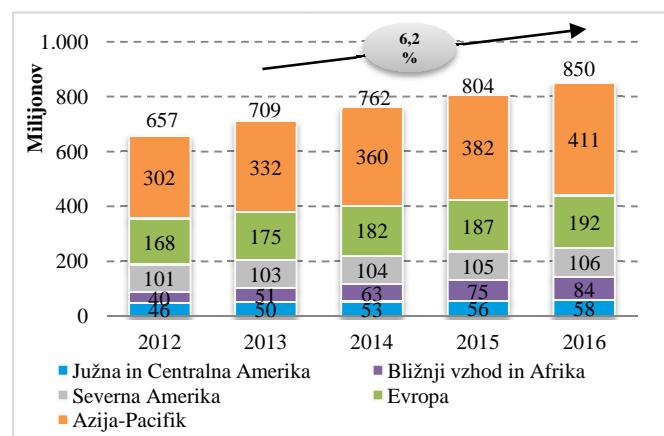
**Ključne besede** — FTTH/FTTB, EU39, EU35, EU27, gospodinjstva z možnostjo priklopa na FTTH/FTTB omrežje, penetracija, število naročnikov, Slovenija, VITEL 2013

**Abstract** — Europe is lagging behind Asia-Pacific region in term of fiber optical subscribers' growth. From 2011 to 2012 the number of FTTH/FTTB homes passed in EU39 grew by 38.8% and number of FTTH/FTTB subscribers by 50.2%. Currently we have 63.0 m of homes passed and 16.2 m subscribers. By end of 2012, 290 FTTH/FTTB building project were detected; 74.0% with less than 200.000 homes passed. Around 71.0% of those networks were built by alternative operators. The major architecture was FTTB and technology Ethernet P2P. Current average take rate is 25.7% and coverage 20.0% of European area. The most efficient driver was competitive environment. The highest growth in terms of homes passed achieved countries of Eastern Europe: Russia, Ukraine and Kazakhstan, and other: Spain and Turkey. Analytical institutions are already forecasting growth of optical infrastructure building in the future. They forecasted 41.5m homes passed, 19.1 FTTH/FTTC subscribers and 20.0% fiber maturity rate in at least 12 European countries by the end of 2017.

**Keywords** — FTTH/FTTB, EU39, EU35, EU27, take rate, penetration, number of subscribers, Slovenia, VITEL 2013

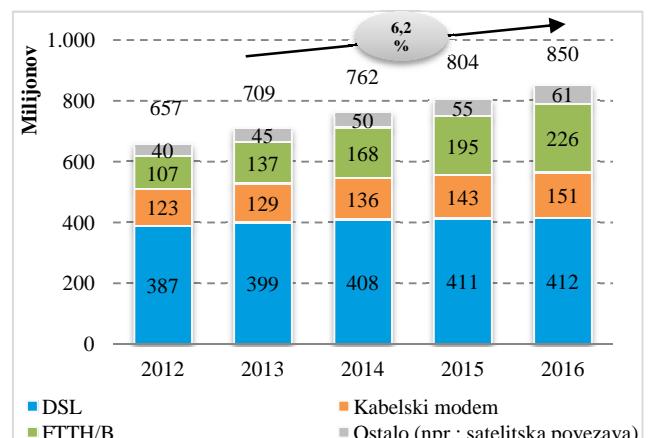
## I. UVOD

Širokopasovna omrežja kot infrastrukturna rešitev ponujajo mnogo prednosti, vendar Evropa kot celota vedno bolj zaostaja za vodilnimi regijami. V letu 2012 so analitiki na globalnem nivoju navajali 657 milijonov širokopasovnih priključkov<sup>1</sup>. Takrat je Evropa v celotni strukturi predstavljala 25,5%, azijsko pacifiška regija pa 46,0%. V bodoče, to je v letu 2016, naj bi število priključkov raslo s povprečno letno stopnjo rasti 6,2%, kar pomeni, da bi v tem letu imeli 850 milijonov priključkov. Največje rasti so napovedane za področje Bližnjega vzhoda in Afrike, to je kar 18,4%. Azijsko pacifiška regija naj bi do takrat rasla s povprečno letno stopnjo rasti 7,4%, Evropa pa z 3,1%. Tako naj bi delež azijsko pacifiške regije predstavljal že 48,0%, delež Evrope pa 22,5% (Vir: Ovum 2012, Slika 1).



Slika 1: Širokopasovni priključki po regijah, 2012-2016

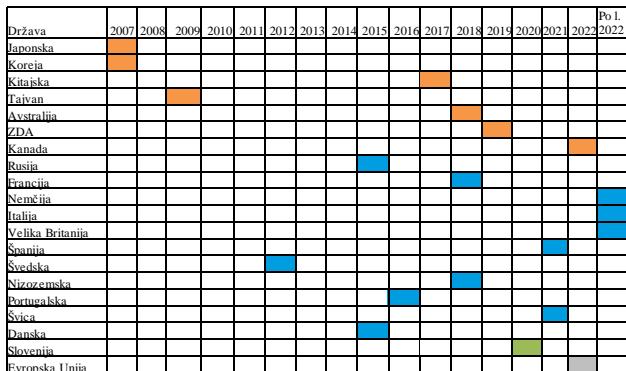
Glede na vrsto priključka (Slika 2) je v letu 2012 na globalnem nivoju v 48,8% prevladoval DSL, delež FTTH/FTTB pa je predstavljal 16,6%. V bodoče, to je do leta 2016, analitiki napovedujejo kar 18,8% povprečno letno stopnjo rasti na področju FTTH/FTTB (Vir: Ovum 2012).



Slika 2: Širokopasovni priključki po tipu priključka, 2012-2016

<sup>1</sup> Priključki, ki uporabljajo širokopasovne tehnologije za dostopanje do Interneta. Analitska hiša Ovum pod to deklarira vse nad 144kbps.

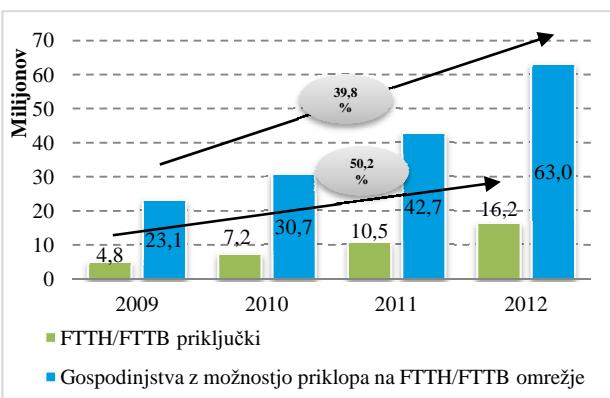
Cilj Digitalne agende, to je maksimalno penetracijo naročnikov optičnih omrežij, kar je 20,0% gospodinjstev, je že doseglo nekaj držav, kot so npr. Japonska, Koreja, Tajvan ter v Evropski uniji Švedska in Latvija. V letih 2015 in 2016 naj bi jim sledile Danska in Portugalska, Slovenija pa glede na plan dela 2013 namerava doseči omenjeni cilj v letu 2020 (Vir: APEK 2013, Slika 3).



Slika 3: Plan doseganja ciljev Digitalne agende

## II. PREGLED STANJA IZGRADNJE OPTIČNEGA OMREŽJA V EVROPI

V državah EU39 imamo trenutno 63,0 milijonov gospodinjstev z možnostjo priklopa na FTTH/FTTB omrežje<sup>2</sup> ter 16,2 milijona priključkov. Rast deleža gospodinjstev z možnostjo priklopa na FTTH/FTTB omrežje ter priključkov je bila v zadnjem letu nadpovprečna, to je 39,8% in 50,2%. Stopnja priključenosti na zgrajenih omrežjih<sup>3</sup> je na omenjenem področju trenutno 25,7% (Vir: IDATE, 2013, Slika 4: Število FTTH/FTTB priključkov v državah EU39, 2009-2012 Slika 4).



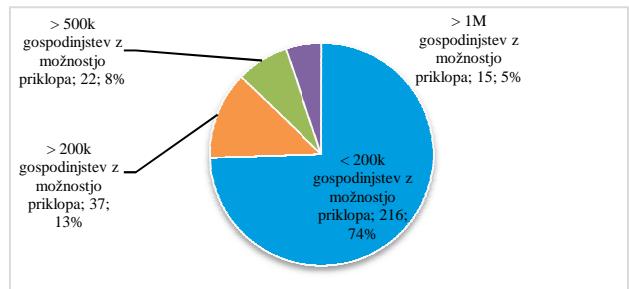
Slika 4: Število FTTH/FTTB priključkov v državah EU39, 2009-2012

V primeru, da se omejimo na države EU35, lahko govorimo o 33,8 milijonov gospodinjstev z možnostjo priklopa na FTTH/FTTB omrežje, 7,3 milijona priključkov ter nekoliko nižji stopnji priključenosti na zgrajenih omrežjih, to je 21,6% (Vir: IDATE, 2013).,

Ožji krog držav EU27 ima 28,9 milijonov gospodinjstev z možnostjo priklopa na FTTH/FTTB omrežje, 6,2 milijona

priklučkov ter stopnji priključenosti na zgrajenih omrežjih 21,5% (Vir: IDATE, 2013).

Do konca leta 2012 je potekalo 290 projektov gradnje optičnega omrežja. Nekaj največjih je KPN/Reggefiber na Nizozemskem, Telefonica v Španiji, Portugal Telecom na Portugalskem, Rostelecom, Beeline in MTS v Rusiji. V večini, 71,0%, so omrežje gradili alternativni operaterji, 23,0% nacionalni operaterji, preostali del projektov pa so gradile občine ter javne gospodarske družbe. Kar 74,0% vseh projektov je manjših razsežnosti, to je pod 200.000 gospodinjstev z možnostjo priklopa na FTTH/FTTB omrežje, 15 projektov pa je pokrivalo nad en milijon gospodinjstev (Vir: IDATE, 2013, Slika 5).



Slika 5: Struktura projektov gradnje FTTH/FTTB omrežij glede na velikost

Na področju držav EU27 sta oba tipa arhitekture, FTTH in FTTB, enakomerno zastopana, to pa ne velja, če področje razširimo na EU39, kjer s kar 70,0% prevladuje FTTB (Vir: IDATE, 2013).

Prevladujoča tehnologija je Ethernet P2P, še posebej v državah EU39, kjer je kar 73,0% omrežij grajenih v tem tipu tehnologije, v EU27 pa je delež te tehnologije nekoliko manjši, 59% (Vir: IDATE, 2013).

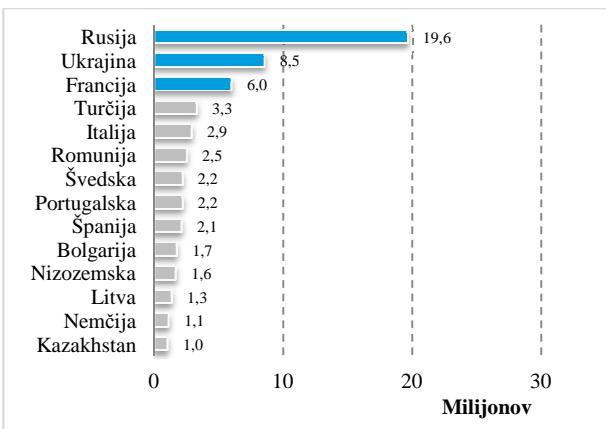
Na področju EU39 je 14 držav z več kot milijonom gospodinjstev z možnostjo priklopa na FTTH/FTTB omrežje, v EU27 pa 10. V zadnjem letu so med temi najbolj rasle Rusija, Ukrajina, Turčija ter Španija (Vir: IDATE, 2013, Slika 6, Slika 7).



Slika 6: Prikaz držav glede na število gospodinjstev z možnostjo priklopa na FTTH/FTTB omrežje, oranžna > 1m, modra od 500k-1m, siva < 500k

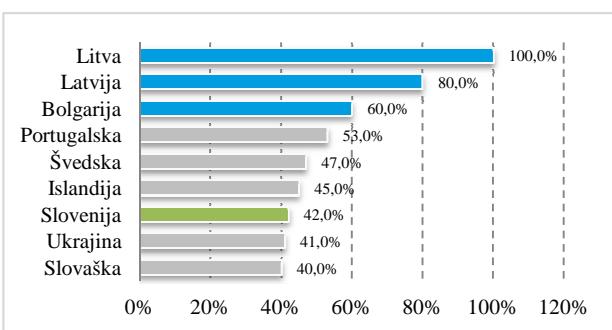
<sup>2</sup> Angleško: Homes passed

<sup>3</sup> Koeficient med številom priključkov na FTTH/FTTB omrežju ter številom gospodinjstev z možnostjo priklopa na FTTH/FTTB omrežje, angleško: »Take rate«



Slika 7: Države glede na število gospodinjstev z možnostjo priklopa na FTTH/FTTB omrežje

Dejanska pokritost<sup>4</sup> v EU39 je 20,0%, v EU27 pa 14,0% (Slika 8). Vodilna država v stopnji pokritosti je Litva s 100,0%, kjer so omrežje gradili zaradi iniciative nacionalnega operaterja, ki je kmalu zbudila tudi konkurenco. Sledita ji Latvija s podobno zgodbo ter Bolgarija z močnim sektorjem Ethernet LAN, nizko penetracijo DSL-a, nizkimi stroški gradnje ter močnimi privatnimi investitorji.



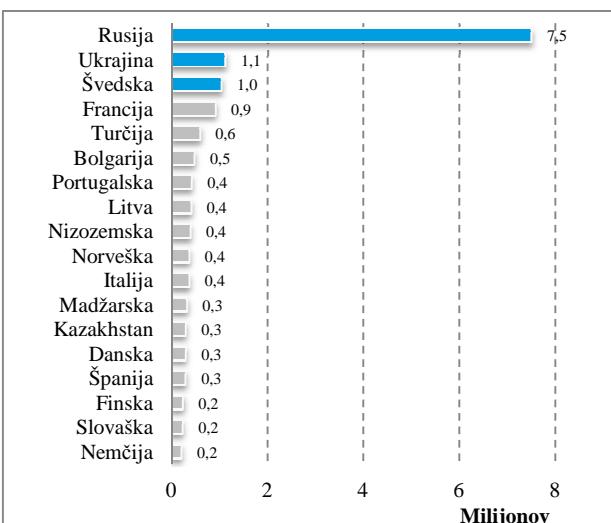
Slika 8: Države z najvišjo stopnjo pokritosti v Evropi, 2012

Največji napredek v zadnjem letu v številu novo pokritih gospodinjstev z možnostjo priklopa na FTTH/FTTB omrežje so dosegle naslednje države: Rusija s 7,300 milijoni, Ukrajina s 4,000 milijoni, Turčija z 2,250 milijonom, Španija z 1,015 milijonom ter Kazahstan z 1,000 milijonom pokritih gospodinjstev. Torej je pokritost v zadnjem letu napredovala predvsem na račun izgradenj v velikih državah Vzhodne Evrope. Zaradi visokih stroškov gradnje postaja vedno bolj aktualen model skupnega investiranja vodilnih igralcev na trgu. Gradnje pa bodo še naprej pospeševali konkurenčno okolje, nižji stroški izgradnje omrežij, nizke stopnje penetracije DSL, uspešen model trženja in visok ARPU storitvenega trojčka (Vir: IDATE, 2013).

V Rusiji, Ukrajini in na Švedskem je trenutno že več kot 1 milijon FTTH/FTTB naročnikov. Le tem se približuje tudi Francija (Slika 9, Slika 10).

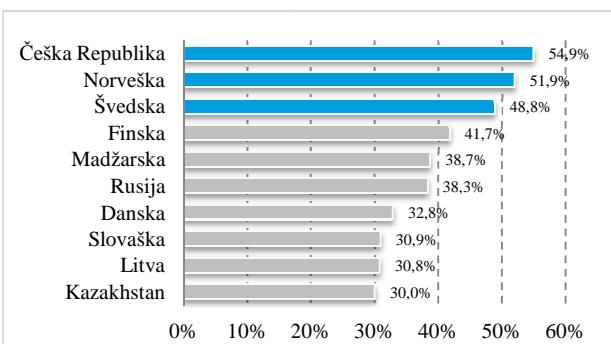


Slika 9: Prikaz držav glede na število priključkov, oranžna > 500k, modra od 100k-500k, siva < 100k



Slika 10: Države glede na število FTTH/FTTB priključkov

Kot smo že prej omenili, je v državah EU39 stopnja priključenosti gospodinjstev 25,7%, v EU27 pa rahlo nižja, 21,5% (Slika 11). Najvišja znana stopnja priključenosti je v Češki Republiki, to je 54,9%, sledita pa ji Norveška in Švedska (Vir: IDATE, 2013).



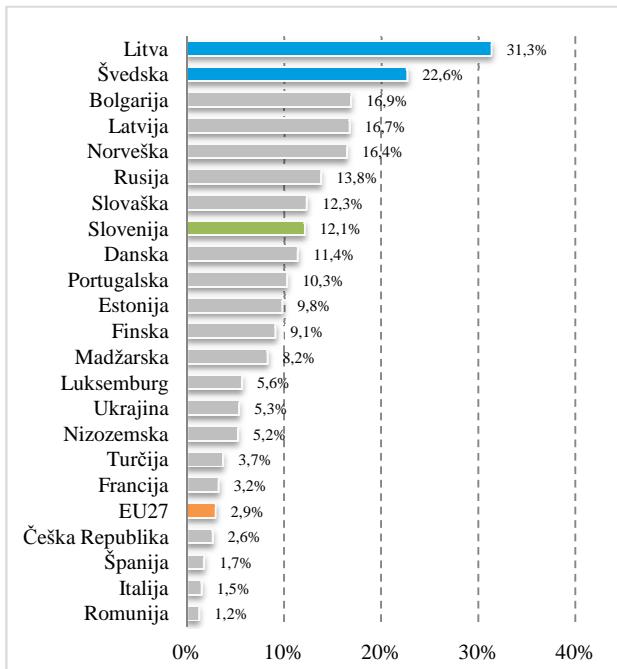
Slika 11: Države z najvišjo stopnjo priključenosti gospodinjstev v Evropi, 2012

V zadnjem letu so v smislu novih priključkov najbolj napredovale Rusija z dodatnima 2,963 milijonom naročnikov, Ukrajina s 0,569, Turčija s 0,330 ter Kazahstan z dodatnimi 0,300 milijoni naročnikov. Torej, v Franciji, Španiji ter na Portugalskem se je v zadnjem letu priključilo kar 36,0% vseh novih naročnikov, v skandinavskih državah ter na Nizozemskem 28,0% novih naročnikov, v Vzhodni

<sup>4</sup> Koeficient med številom gospodinjstev z možnostjo priklopa na FTTH/FTTB omrežje/celetno število gospodinjstev, angleško: coverage.

Evropi 29,0% naročnikov, ostala Evropa pa predstavlja le 7,0% celotnega števila novih naročnikov.

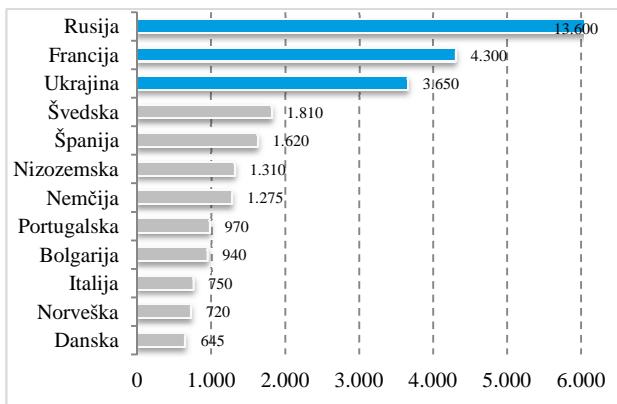
Maksimalno penetracijo optičnega omrežja sta v letu 2012 dosegli le Švedska in Latvija, Slovenija pa je na 8. mestu z 12,1% (Vir: IDATE, 2013).



Slika 12: Države z najvišjo stopnjo penetracije, 2012

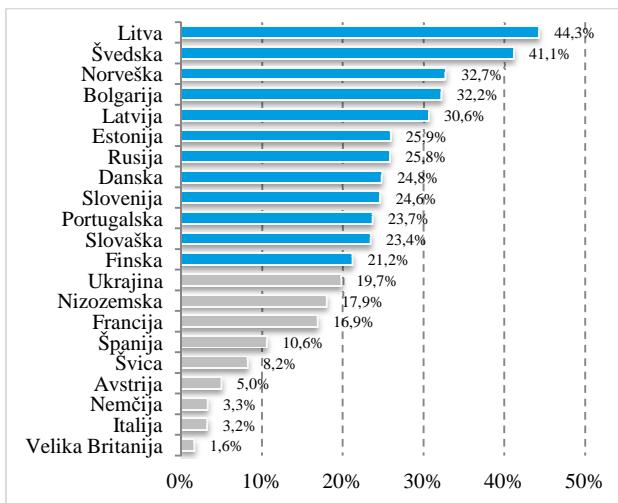
### III. NAPOVED IZGRADNJE OPTIČNIH OMREŽIJ DO LETA 2017

Do leta 2017 v EU39 pričakujemo 41,5 milijonov priključkov, v EU27 pa 19,1 milijona priključkov (Vir: Heavy Reading, 2013).



Slika 13: Države z največjim številom priključkov, 2017

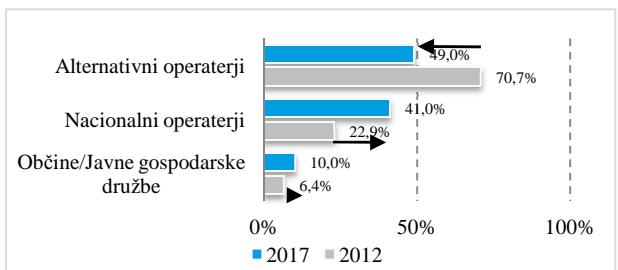
Takrat naj bi kar 12 držav doseglo maksimalno penetracijo optičnega omrežja, 20%.



Slika 14: Države z najvišjo stopnjo penetracije, 2017

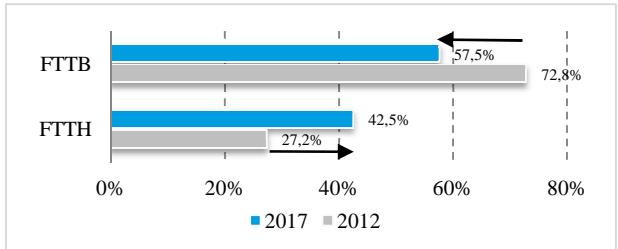
Med temi državami je tudi Slovenija z napovedano 24,6% penetracijo FTTH/FTTB. Pet velikih in pomembnih evropskih držav bo še vedno imelo manj kot 10% penetracijo: Avstrija, Nemčija, Italija, Švica ter Velika Britanija. Zelo verjetno bo podobna situacija tudi v Belgiji, Grčiji, na Irskem in Poljskem. Rusija bo s svojimi preko 13,5 milijoni priključkov daleč največji trg optičnih storitev (Vir: Heavy Reading, 2013).

V primerjavi s trenutnim stanjem naj bi se v celotnem številu investorjev zmanjšal delež alternativnih operaterjev in povečal delež nacionalnih operaterjev, rahlo pa tudi občin ter javnih gospodarskih družb (Vir: Heavy Reading, 2013, Slika 15).



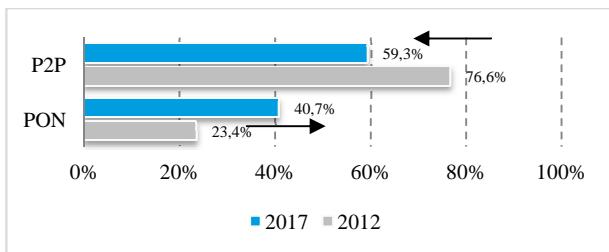
Slika 15: Tip investitorja v FTTH/FTTB, 2012 ter 2017

Do leta 2017 naj bi se znižal tudi delež FTTB arhitekture (Vir: Heavy Reading, 2013, Slika 16).



Slika 16: Tip arhitekture izgradnje FTTH/FTTB, 2012 ter 2017

Do tega obdobja se bo, kot je napovedano, zmanjšal tudi delež Ethernet P2P naročnikov ter povečal delež PON tehnologije (Vir: Heavy Reading, 2013, Slika 17).



Slika 17: Tip tehnologije izgradnje FTTH/FTTB, 2012 ter 2017

#### IV. ZAKLJUČEK

Na bodočo izgradnjo optičnega omrežja bodo vsekakor vplivali določeni negativni dejavniki, kot so:

- trenutna težka makroekonomska situacija,
- pomanjkanje vsebine in aplikacij, kjer bi optična omrežja lahko pokazala svoje prednosti,
- upočasnjenja prodaja TV aparatov ter osebnih računalnikov,
- skeptičnost glede dobičkonosnosti infrastrukturnih projektov,
- pomanjkanje iniciativa pri občinah v nekaterih državah.

Vendar se bo rast gradnje FTTH/FTTB omrežij ter števila naročnikov zagotovo nadaljevala zaradi pozitivnih dejavnikov:

- masovnih izgradenj v Vzhodni Evropi (konkurenčno okolje, slabša bakrena infrastruktura),
- visoka penetracija v določenih državah bo vzpodbudila tudi ostale,
- povečevalo se bo število aplikacij in vsebine, ki potrebuje večje pasovne šrine,
- število naprav v gospodinjstvih bo naraščalo,
- stroški izgradnje in delovanja bodo pričeli padati.

#### ZAHVALE

Želela bi se zahvaliti organizaciji FTTH Council, s katero redno sodelujem in mi omogoča vpogled v obravnavane podatke ter stike s pomembnimi strokovnjaki tega področja na svetovnem nivoju ter analitskim hišam IDATE, Heavy Reading ter OVUM za uporabo predstavljenih podatkov.

#### LITERATURA

- [1] OVUM, Fixed Broadband Forecast: 2011–16, 2012
- [2] APEK, Program dela in finančni nacrt za leto 2013, 2012
- [3] IDATE, FTTH/FTTB Market Panorama, 2013-05-06
- [4] Heavy Reading, European FTTH Forecast, 2012-2017, 2013
- [5] Heavy Reading, FTTH in Europe: Forecast & Prognosis, 2012-2017, 2013



**Špela Kern** je diplomirala na Fakulteti za strojništvo v Ljubljani. Študij je nadaljevala na Ekonomski fakulteti v Ljubljani na Magistrskem študiju poslovodenja in organizacije in ga tudi zaključila 2004. Od leta 1996 je zaposlena v kranjskem podjetju Iskratel v oddelku za Marketing kot namestnik vodje marketinga. Pokriva področja tržne analitike ter poslovnega modeliranja. Aktivno deluje tudi kot članica organizacije FTTH Council in je od leta 2012 Vice Chair Market Intelligence Committee ter projektni vodja projektov Market Panorama in Market Forecast.

# To fibre or not to fibre

Univ.dipl.ekon.Goran Živec, MBA, Vahta d.o.o., Gorjansko, FTTT

**Povzetek** — Članek analizira razloge, zakaj FTTH projekti (delno financirani iz EU sredstev) na podeželju dosegajo visoke penetracije (več kot 50% v dobrem letu po začetku priključevanja uporabnikov), medtem ko FTTH projekti, ki jih z lastnimi sredstvi gradijo operatorji se težavo dosegajo 20% na daljše časovno obdobje. Druga tema članka je o tem, katera je najoptimalnejša tehnologija za doseganje ciljev širokopasovne povezljivosti Evropske digitalne agende 2020 na globoko ruralnih področjih. Avtor na koncu postavlja vprašanje dejanske upravičenosti gradnje FTTH projektov v urbanih okoljih namesto na podeželju.

**Ključne besede** — Odprta dostopovna omrežja, OŠO, FTTH, ruralna področja, EU Skladi, širokopasovni dostop, Digitalna agenda 1010, Goran Živec, VITEL 2013

**Abstract** — There is a pattern emerging from the past FTTH projects in Europe. On one hand, there are big operators, that are struggling to reach 20% take-up rate on medium to long term in urban areas, where they have deployed FTTH projects, on the other hand there is empirical evidence of FTTH projects, co-financed by EU funds, built in rural areas of Europe, that easily reach close to 50% take-up rate within a year after the network launch. The Slovenian rural areas OAN build-up case is examined, taking into account costs, take-up rate and take-up speed, that all impact into effective project success. The other topics is related to deciding about the optimal technological solution for granting Digital Agenda for Europe 2020 broadband connectivity goals on deep rural areas. At the end, a question about real financial convenience of deploying FTTH in rural areas instead of urban areas with commercial funding is exposed.

**Keywords** — Open access networks, OAN, FTTH, Rural areas, EU funds, Broadband access, Digital agenda 2020, VITEL 2013, Goran Živec

## I. UVOD

Povprečno razmerje med omogočenimi in priključenimi uporabniki na optičnih dostopovnih omrežjih v Evropi je 25,7% (vir 1). Dejansko doseženi rezultati slovenskih OŠO projektov kažejo bistveno drugačno sliko, saj so doseženi rezultati dve leti po pričetku priključevanja uporabnikov na omrežja, ki so bila zgrajena v sklopu razpisa OŠO1 61,32%. Tudi druge po Evropi so doseženi podobni rezultati (vir 2 in 3). Procent priključenih uporabnikov, in hitrost njihovega priključevanja na omrežja bistveno vpliva na finančno izplačljivost FTTH projektov. Kaj so razlogi in kakšne so posledice?

## II. RAZMERJE MED OMOGOČENIMI IN PRIKLJUČENIMI UPORABNIKI

Razlogi za tako visok odstotek priključenih uporabnikov se skrivajo v:

- intenzivnem sodelovanju izvajalcev in upravljalcev OŠO z lokalnimi skupnostmi, kot posledica javnega (so)lastništva infrastrukture,
- večji relativni koristnosti širokopasovnih storitev za podeželsko prebivalstvo, saj jim širokopasovna povezljivost približa storitve, ki jim sicer povzročajo bistvene časovne in logistične stroške (na primer obisk upravne enote ali banke je za podeželskega prebivalca bistveno dražji in bolj zamuden kot za prebivalca mesta, kjer je ta storitev fizično blizu,

- pomanjkanje realne alternative oziroma konkurenca na podeželju in ustrezno zavedanje, da je lokalna skupnost spodbuja gradnjo, potem gre dejansko za osnovno infrastrukturo, brez katere ne bo mogoče normalno živeti, – trajnost rešitve.

Podeželski prebivalci dejansko razumejo gradnjo optičnih omrežij kot naslednjo infrastrukturno revolucijo, podobno kot je to bila elektrifikacija sredi dvajsetega stoletja.

Posledica tega je doseganje izredno visokega odstotka priključenih uporabnikov v relativno zelo kratkih časovnih okvirjih.

Tabela 1: Take-up rate

GOŠO 1	Št. omogočenih priključkov	Št. realiziranih priklopov 1. leto po zaključku operacije	Št. realiziranih priklopov 2. leto po zaključku operacije	Št. realiziranih priklopov na dan 31.03.2013
SKUPAJ GOŠO 1	15957	3966	8679	9785
Take-up rate		24,85%	54,39%	61,32%

Vir: Podatki Direktorata za informacijsko družbo

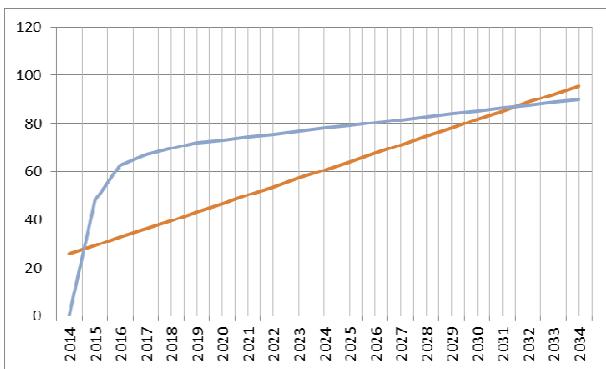
*Osnovni cilji:*

## III. DOSEGanje CILJEV DAE 2020

Vsi državljeni morajo imeti omogočeno vsaj 30Mbps, in vsaj 50% jih mora biti priključenih z več kot 100Mbps.

Za priključek z realno hitrostjo več kot 100Mbps je potrebna optika, razen uporabnikov, ki so v neposredni bližini DSL dostopovnih vozlišč, ob uporabi zadnjih tehničnih rešitev. To pomeni da je po bakru cilje nemogoče uresničiti.

Cilje DAE 2020 bo nemogoče uresničiti, če bo take-up rate (hitrost priključevanja in število priključkov) rastlo s sedanjo dinamiko.



Graf prikazuje dva primera, ravna črta je linearne rast priključkov iz sedanjih 25,7%, z ekstremno, absolutno stopnjo 3,5% letno na optičnih omrežjih v lasti operaterjev v urbanih sredinah. Taka rast bi bila potrebna, da bi na teh omrežjih do leta 2020 dosegli približno 50% take-up rate in tako omogočili 100Mbps ustreznemu številu uporabnikov. Krivulja prikazuje rast števila priključkov na omrežjih OŠO. Na osnovi prikazanega je mogoče zaključiti, da je cilje DAE2020 mogoče doseči le, če bo take-up rate tak, kot se dosega pri OŠO oziroma podobnih projektih.

#### IV. KATERA JE PRAVILNA TEHNOLOŠKA REŠITEV ZA PODEŽELJE

V pogojih globokega podeželja, z gostoto prebivalcem manj kot 50 na km<sup>2</sup>, in povprečno dimenzijo gospodinjstva 2,5 prebivalca na gospodinjstvo, se stroškovni modeli bistveno spremenijo. Zaradi izredno majhnega potencialnega števila fiksnih priključkov padejo nekatere osnovne predpostavke, ki sicer na splošno veljajo, kar dejansko vpliva na ugodnost določene tehnološke zasnove v primerjavi z drugimi.

Pozicije nekaterih, ki se (nepooblaščeno) postavljajo v vlogo tistega, ki lahko odloči, da se 100Mbps ne bo zagotovljalo na podeželju, za prebivalce podeželja niso sprejemljive!

Ob tem je potrebno upoštevati še tehnološka dejstva:

- Pri skrajšavi bakrene zanke je z dejanskimi zagotovljenimi zmogljivostmi nad 30Mbps na uporabnika domet DSL tehnologije do 1km (ob predpostavki ustreznosti bakrenih kablov) od aktivne dostopovne točke. Za zagotavljanje ustrezne povezljivosti dostopovne aktivne točke proti hrbtničnim omrežjem je potrebno do vsake aktivne točke imeti (ali zgraditi) optično povezljivost;
- Pri izvedbi širokopasovne rešitve z uporabo brezžične tehnologije (4G LTE) je domet z dejansko zagotovljeno zmogljivostjo nad 30Mbps na uporabnika do 1km od bazne postaje. Za zagotavljanje ustrezne povezljivosti bazne postaje proti hrbtničnim omrežjem je potrebno do vsake aktivne točke imeti (ali zgraditi) optično povezljivost;
- Da je potrebna gostota aktivnih točk za ustrezeno pokrivanje posameznega področja (ob vsaj približno primerljivi zmogljivosti) bistveno manjša pri uporabi optičnih tehnologij kot pri uporabi brezžičnih tehnologij ali skrajšavi bakrene zanke.

Da je zagotovljena pasovna širina 30Mbps potrebna (celo podcenjena) lahko sklepamo po:

- 4k ali UHD IP TV prihaja v letu 2014. Potrebna pasovna širina je 4x tolikšna, kot jo potrebuje HD TV signal (torej bo potreben 32Mbps na vsak TV kanal) (vir 4);
- Na slovenski trž ponudnikov vstopajo ponudniki televizijskih storitev OTT, kjer multicast mehanizmi niso možni.

Zaradi majhne gostote prebivalcev to pomeni, da vsaka posamezna točka pokriva manj kot 62,5 potencialnih fiksnih uporabnikov ( $50/\text{km}^2 \times 3,14 / 2,5$ ). V izračunih v nadaljevanju smo stroške posamezne tehnološke rešitve računali na potencialnega uporabnika.

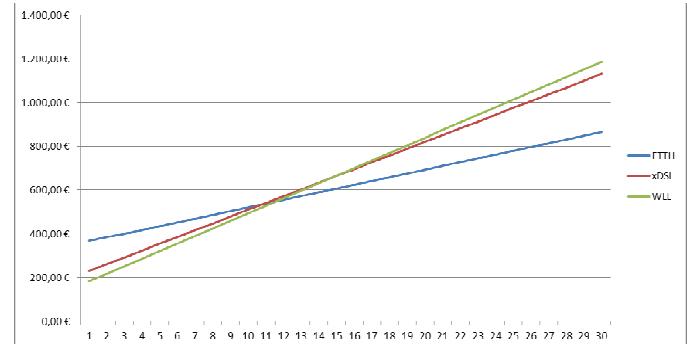
Iz navedenega je mogoče sestaviti model, ki predvideva izgradnjo optične trase do 1km od končnih uporabnikov v vseh primerih (tako za FTTH P2P, FTTH PON, FTTC s skrajšavo bakrene zanke in za 4G LTE).

Razlika v začetnih investicijskih stroških lahko izhaja le iz primerjave stroškov za izvedbo sekundarnega razvoda v primeru FTTH, s stroški izvedbe uličnega kabineta (napajanja, DSLAM centrale, hlajenja, itd) in preureditve razvodnih omaric v primeru skrajšave bakrene zanke, in s stroški postavitve bazne postaje v primeru 4G LTE.

V operativnih stroških gre razlike iskati v razliki porabe energije in različnih stroških terenskega vzdrževanja.

Bistvene razlike se pokažejo pri potrebnih investicijskih vzdrževanjih (nadomeščanju iztrošene aktivne opreme).

Ko seštejemo vse te stroške, ugotovimo, da pride, v odvisnosti od vhodnih parametrov, v obdobju med petim in dvanajstim letom obratovanja omrežja do točke preloma, od katere dalje je skupni strošek na uporabnika pri FTTH omrežju nižji od stroškov drugačnih širokopasovnih rešitev.



Točka preloma, strošek rešitve »zadnjega kilometra« na uporabnika

#### V. ZAKLJUČEK

Iz sorazmerno bistveno višjega razmerja dejansko priključenih uporabnikov na omrežjih v javni (so)lasti na podeželju v primerjavi z omrežji, zgrajenimi z izključno zasebnimi sredstvi v urbanih sredinah gre sklepati, da so v absolutnem merilu FTTH projekti na podeželju uspešnejši od tehnološko podobnih projektov v mestih. Izkazuje se, da je za finančno uspešnost projekta enako pomembno razmerje dejansko priključenih kot sam strošek izgradnje. Omrežja, katerih strošek gradnje je dvakrat višji so lahko finančno uspešnejša, če dosegajo več kot dvakrat više razmerje dejansko priključenih uporabnikov.

Ker je do leta 2020 še relativno malo let, bo za doseganje ciljev DAE potrebno izvajati projekte, ki bodo zagotovljali dovolj visoko razmerje priključenih uporabnikov.

Iz primerjave stroškov je dokazljivo, da je na daljši rok za prebivalce ugodnejša tehnološka rešitev FTTH, v primerjavi z brezžičnimi in/ali bakrenimi omrežji.

Dejansko se zatorej postavi vprašanje, glede na izkazane rezultate, zakaj komercialni operaterji ne gradijo omrežij na podeželju, namesto da se drenjajo v mestnih okoljih? Postavi se tudi vprašanje, zakaj nekateri komercialni operaterji vztrajajo pri gradnji FTTC (skrajšavi bakrene parice), če je za uporabnika na srednji rok FTTH cenejši?

#### LITERATURA

- [1] Creating a Brighter future, Press Conference @FTTH Conference, London, 20 February 2013, [www.ftthcouncil.eu](http://www.ftthcouncil.eu)
- [2] Barry Forde, FTTH Forum, London 2013, Broadband for the Rural North Ltd [www.b4rn.org.uk](http://www.b4rn.org.uk)
- [3] Benoît Felten, FTTH Forum, London 2013, THE BENEFITS OF FIBER BROADBAND FOR THE REAL-ESTATE MARKET;
- [4] Next Generation HD Tested Over IPTV,  
<http://www.innovsys.com/NewsEvents/IPTVeJournal/HDTestedOverIPTV.html>



Goran Živec se s problematiko odprtih dostopovnih omrežij na podeželju ukvarja od leta 2005.

Torek, 28. maj 2013

# Možnosti zagotavljanja ciljev digitalne agende

Mag. Katja Mohar Bastar, Agencija za pošto in elektronske komunikacije Republike Slovenije

**Povzetek** — Članek se ukvarja z različnimi pogledi na zagotavljanje ciljev digitalne agende, ki se morajo med seboj kombinirati za najboljše rezultate.

**Ključne besede** — širokopasovni dostop, konkurenca, investicije.

**Abstract** — This article explains the various possibilities for ensure digital agenda targets, which can be combined among themselves.

**Keywords** — Broadband, competition, investments

## I. UVOD

Digitalna agenda za Evropo je ena izmed sedmih pobud strategije Evropa 2020, namenjena povečanju konkurenčnosti Evropske unije nasproti azijskim in ameriškim državam. Evropa bi se s trajnostnim razvojem na področju telekomunikacijskih omrežij in storitev moralna razviti do takšne mere, da bi lahko svojim državljanom omogočala kar najboljši izkoristek potenciala informacijske tehnologije za lastne koristi in posledično koristi družbe.

Slovenija se še vedno ukvarja predvsem z izgradnjo omrežij, ki bodo zagotavljala cilje digitalne agende za leto 2020. To so hitrosti 30 Mbit/s za vse prebivalce in 100 Mbit/s za 50%. Glede na težo investicije in trenutni investicijski trend v Sloveniji, pa tudi drugod po Evropi, se pojavljajo potrebe po oblikovanju celostnega paketa strategij, ki bi do tega privedle.

Članek se posveča predvsem obstoječim in zakonsko predvidenim rešitvam, ter iniciativam, ki bi lahko pripomogle doseganju ciljev digitalne agende z obstoječim stanjem omrežja in stališči operaterjev glede privatnega investiranja, obstoječimi in nadaljnji možnimi projekti javno zasebnega partnerstva, dometom univerzalne storitve ter spodbudami za oblikovanje strategije povpraševanja.

## II. OPREDELITEV MOŽNOSTI

### A. Asimetrična regulacija

Trenutno stanje širokopasovnega dostopa do interneta kaže sliko pokritosti z aktivnimi priključki okoli 65%. Kar sicer pomeni vse hitrosti nad 144 Kbit/s in ne kaže prave slike glede na cilje digitalne agende. Podatki kažejo, da so v bolj poseljenih in za investitorje bolj zanimivih območjih, kjer je tržni interes s strani operaterjev upravičen z velikim številom potencialnih naročnikov zgrajena telekomunikacijska omrežja, ponekod celo potrojena, in kjer vsa zadostujejo ciljem digitalne agende: VDSL, FTTH in DOCSIS 3.0. Na nekaterih drugih področjih pa je edino fiksno omrežje bakreno, pa še to tako oddaljeno od centrale, da prenosna hitrost brez skrajšave zanke ali pa znatnih vlaganj v omrežje, ne dosega 30 Mbit/s.

Družbi Telekom Slovenije, kot operaterju, ki ima v lasti historično bakreno omrežje, bi bilo sicer v interesu vlaganje v obstoječe omrežje, vendar predvsem v primeru, da bi si s tem zagotovil prevladujoč položaj na trgu. Tehnologije

optimizacije omrežja, kot je na primer vektoring, trenutno še ne dopuščajo razvezanega dostopa oziroma uporabe s strani več operaterjev, razen na ravni bitnega toka oziroma preprodaje storitev. Alternativni operaterji takšnemu pristopu seveda nasprotujejo, saj bi pomenil grob poseg v njihove že pridobljene pravice.

Ena izmed pomembnejših komponent je še vedno jasna in konsistentna regulacija, ki bo akterjem na trgu pomagala k lažjem načrtovanju svojih poslovnih potez, kot tudi ustvarjala dovolj zanesljivo okolje za kreditodajalce, da bodo potencialni investorji lahko našli sredstva za izgradnjo omrežij. S tem v mislih je trenutno na mizi predlog priporočila evropske komisije »on consistent non-discrimination obligations and costing methodologies to promote competition and enhance the broadband investment environment<sup>1</sup>. To priporočilo lahko razumemo kot nadgradnjo Priporočila o reguliranem dostopu do dostopovnih omrežij naslednje generacije (NGA) ali krajše NGA priporočila<sup>2</sup>. Oba priporočila se nanašata na asimetrično regulacijo, ki še vedno upošteva historično omrežje operaterja »incumbenta« in podajata mehanizme, kako ga pripraviti do investicij, ko pa mu je najbolj udobno obnavljati in nadgrajevati bakreno omrežje z bolj ali manj prikrito težnjo po vnovični vzpostavitvi monopolnega položaja na trgu. Ohranitev konkurenčnosti je pomembna, saj bi se v nasprotnem primeru, ob vnovični vzpostavitvi monopolja, kaj hitro vzpostavile visoke cene z monopolnimi dobički, kvaliteta pa bi za končnega uporabnika padla daleč pod trenutno uporabniško izkušnjo; vendar bi bil odvisen od dragih in slabih storitev, medoperaterski trg bi namreč skorajda izginil ali postal marginalen, saj so telekomunikacije v sedanosti postale že potreba.

Asimetrična regulacija je namenjena ravno preprečitvi tovrstne situacije. Njena načela se torej oblikujejo v dokumentih Evropske komisije in združenja regulatorjev BEREC, kjer se še vedno najde prostor za nacionalne interese in kjer na dokumente še vedno bolj ali manj uspešno vplivajo veliki igralci na Evropskem in svetovnem nivoju, vendar pa se vsaj nekoliko omilijo pritiski »družinske srebrnine«.

Omenjena priporočila se ukvarjata predvsem s fiksnim širokopasovnim dostopovnim omrežjem. NGA priporočilo nalaga regulatorju, da alternativnim operaterjem omogoči dostop do omrežja in to do čim bolj pasivnega dela, kot je le možno. Pri tem je mišljena predvsem razvezava optike in pa dostop do kabelske kanalizacije za polaganje lastnih vodov. Agencija za pošto in elektronske komunikacije (v nadaljevanju: agencija) je to v letu 2010 naložila, vendar pa

<sup>1</sup> <https://ec.europa.eu/.../draft-commission-recommendation-consistent-non...>

<sup>2</sup> <eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=...L...>

alternativni operaterji predvsem za dostop do kabelske kanalizacije menijo, da ni dovolj jasno opredeljen, da bi to obveznost operater s pomembno tržno močjo vestno izpoljeval, in zato za alternativne operaterje ni uporabna. Priporočilo o nediskriminaciji in stroškovnih metodologijah pa bo nalagalo enotno ceno razvezave bakrene zanke, ki je predlagana za celo Evropo enaka in sicer med 8 in 10 €, ob predpostavki da bodo operaterji, ki na ta račun služijo, dobiček investirali v omrežja nove generacije. Glede realnosti te predpostavke se sprašuje tudi BEREC v svojih pripombah. Slovenija pa s to obveznostjo precej pridobi na času, saj tiste države, ki imajo ceno razvezave blizu ciljni ceni, ne potrebujejo nove analize takoj po objavi Priporočila. Druga obveznost, ki jo nalaga priporočilo o nediskriminaciji pa je, da mora regulator izvesti tako geografsko segmentacijo kot tudi narediti cenovni model BU LRIC+<sup>3</sup>, kar za namen izvedbe analize upoštevnega trga 4 (Dostop do fizične omrežne infrastrukture (vključno s sodostopom in razvezanim dostopom) na fiksni lokaciji – medoperatorski trg) za regulatorja predstavlja časovno in finančno velik zalogaj. Končni rezultat takšne analize naj bi bil določitev področja, kjer se za metodo regulacije določi cena, to bi v primeru sprejetja Priporočila področja, ki imajo eno infrastrukturo, predvidoma suburbana in ruralna, v mestih pa bo veljalo načelo regulacije nediskriminacije s testom ekonomske in tehnične ponovljivosti. Test ekonomske ponovljivosti v svojem bistvu predstavlja test škarij cen, test tehnične ponovljivosti pa pomeni, da bo moral ponudnik dostopa zagotoviti takšno storitev, da jo bo lahko alternativni operater zlahka tehnično ponovil. Oba priporočila za regulacijo predstavlja izziv, če bo regulator želel ustreznou slediti zahtevam Evropske komisije.

#### B. Privatne investicije

Investicije so v letih 2011 in 2012 padle<sup>4</sup>, deloma zaradi neugodne gospodarske situacije in deloma kot reakcija na regulacijo medoperatorskih trgov širokopasovnega dostopa s strani operaterja s pomembno tržno močjo, kar se je kazalo kot skorajda popolna ustavitev investicij in prenos odgovornosti za pretekle odločitve na regulacijo medoperatorskega trga. Njegova pripravljenost za investicije se seli na radijski del omrežja ter na pouporabo bakrenega omrežja ob potencialnem umiku nekaterih regulatornih zahtev, kot so na primer roki za ohranitev kolokacije po vstopu alternativnih operaterjev. Ti roki so sicer stvar pogajanj med dvema poslovnima subjektoma, vendar pa pogajanja za sedaj niso obrodila sadov zaradi neustrezne ponujene cene.

Še vedno pa obstajajo investicije alternativnih operaterjev, kjer prednjači največji kabelski operater z gradnjo hibridnega kabelsko optičnega omrežja.

Tudi zakonska ureditev stremi k ustvarjanju pogojev za privatne investicije. Zakon o elektronskih komunikacijah (v nadaljevanju: ZEKom-1), ki je prišel v veljavo januarja letos, je ohranil obveznost sporočanja namere gradnje omrežij, to

pa je razširil še na celotno komunalno infrastrukturo. Urejanje pogojev za skupno gradnjo skozi urejanje prostorskega načrtovanja, gradbenih specifik in lastnosti objektov ter urejanje služnosti so sicer na prvi pogled morebiti nenavadna rešitev skozi zakon o elektronskih komunikacijah, vendar skozi namen, da se s tem zmanjša stroške izgradnje telekomunikacijskega omrežja, kjer največji del predstavlja ravno stroški gradbenih del.

#### C. Javno zasebno partnerstvo

Od leta 2008 dalje so telekomunikacijska omrežja v Sloveniji gradili predvsem v projektih javno zasebnega partnerstva. Tovrstne projekte vodi Direktorat za informacijsko družbo pri Ministrstvu za znanost, šolstvo in šport. Smernice Evropske komisije za uporabo pravil o državnih pomoči v zvezi s hitro postavitvijo širokopasovnih omrežij<sup>5</sup> postavljajo pravila za izvedbo projektov gradnje širokopasovnih omrežij in vse potrebne postopke, ki pogojujejo pridobitev sredstev. Med glavnimi koraki, ki jih mora Direktorat izpolniti, je priglasitev krovne sheme, kartiranje obstoječe infrastrukture ter sprotno vpisovanje novo zgrajenih omrežij in nato priglasitev posameznih projektov. V času priprave omenjenih smernic je imela Evropska komisija na voljo sredstva sklada CEF<sup>6</sup>, ki pa so bila v začetku leta drastično zmanjšana in ne bodo mogla biti uporabljenja za izgradnjo omrežij.

Kot že rečeno, sta v Sloveniji že zaživelia dva projekta javno zasebnega partnerstva poimenovana GOŠO (gradnja odprtih širokopasovnih omrežij), ki ob izpolnjenih ciljih predvidevata približno 30.000 priključkov. Kot v večini evropskih držav se tudi v Sloveniji kažejo potrebe po večjem vključevanju regulatorja, ki naj bi uredil medoperatorske odnose in vzpostavil ustrezeno okolje za nemoteno delovanje ponudnikov storitev in posledično kakovostne storitve za končne uporabnike.

S pridobljenimi izkušnjami in novimi smernicami je direktorat pričel s projektom kartiranja, kjer sodeluje tudi agencija. ZEKom-1 predvideva, da bodo vsi operaterji vnesli posnetek stanja svoje infrastrukture do konca leta 2013. To bo poleg GOŠO projektom močno koristilo tudi za ostale projekte in analize, ki stremijo k doseganju ciljev Digitalne agende.

Pri tem je sicer potrebno poudariti, da so bili projekti GOŠO razpisani za hitrosti, mnogo nižje, kot so predvidene za leto 2020, in sicer za 1 ozira 2 Mit/s. V tistih primerih, ko so bila izgrajena omrežja kratkovidna in grajena le za takšne ciljne hitrosti, tudi ti projekti ne bodo dosegli ciljev.

#### D. Širokopasovni dostop kot univerzalna storitev

Bližnjica pokritju Slovenije s širokopasovnim dostopom bi bila uveljavitev funkcionalne hitrosti dostopa do interneta na takšno hitrost, ki ustreza za širokopasovnemu dostopu. Postopek za takšno uveljavitev je opisan v 124. členu ZEKom-1. Agencija namreč lahko določi prenosno hitrost, ki omogoča širokopasovni dostop, če uporablja širokopasovni dostop vsaj polovica gospodinjstev v Republiki Sloveniji, hitrost za funkcionalni dostop do interneta pa se upošteva tisto, ki jo ima že 80 % od teh, ki širokopasovni dostop že imajo. Poleg tega mora agencija analizirati tudi stroške, povezane z uveljavitvijo takšnega splošnega akta in določiti

<sup>3</sup> Stroškovna metodologija dolgoročnih inkrementalnih stroškov, ki poleg čistega inkrementa vključuje tudi stroške izgradnje novega omrežja, kar je pri NGA omrežju smiseln zaradi novosti omrežja in dejstva, da se amortizacijska doba niti še ni pričela. S to metodologijo se pri izračunu cene priznajo višji stroški, zato je metodologija ugodnejša za graditelja omrežja kot čisti LRIC, ki upošteva zgolj inkrement, katerega

<sup>4</sup> Vir: letna poročila, ki so jih operaterji dolžni posredovati vsako leto do 31.3.

<sup>5</sup> [ec.europa.eu/competition/consultations/2012\\_broadband.../sl.pdf](http://ec.europa.eu/competition/consultations/2012_broadband.../sl.pdf)

<sup>6</sup> <https://ec.europa.eu/digital-agenda/en/connecting-europe-facility>

roke, ki so potrebni za uveljavitev obveznosti. Analiza bo objavljena predhodno, da bodo lahko operaterji in tudi vsa druga zainteresirana javnost, podali svoja stališča o tem, ali naj bo širokopasovni dostop univerzalna storitev ali ne. V pomoč pri odločitvi bo tudi Priporočilo Komisije o univerzalni storitvi in pravicah uporabnikov v zvezi z elektronskimi komunikacijskimi omrežji in storitvami<sup>7</sup>. Za takšen ukrep se je do sedaj odločilo že 8 držav Evropske skupnosti. V povprečju so predpisale 1 Mbit/s prenosne hitrosti kot hitrosti, primerne za funkcionalni dostop do interneta.

Pri izboru izvajalcev storitev iz nabora univerzalne storitve, ki bo potekal v letu 2014, bo agencija ravno tako uporabila evidenco infrastrukturnih omrežij in objektov za preverjanje prisotnosti posameznih infrastruktur. Poleg tega pa bodo nekatere storitve razpisane za celotno območje Republike Slovenije, druge pa najverjetneje po določenih geografskih enotah. Razpis za univerzalno storitev bo zelo zahteven projekt in bo s pripravami nanj agencija pričela še pred zaključkom leta 2013.

#### E. LTE

Nezanemarljivo dejstvo je, da bodo poleg fiksnih tehnologij, veliko vlogo igrale tudi mobilne tehnologije prenosa podatkov in širokopasovnega dostopa.

Tudi v Sloveniji se tako kot povsed po svetu pripravlja razpis za dodatne frekvence za uporabo »long term evolution« oziroma LTE storitev, ki bodo omogočile radijski širokopasovni dostop.

Takšen dostop bo lahko bodisi komplementaren, ponekod pa celo substitut fiksному širokopasovnemu dostopu zaradi cenejše gradnje omrežja predvsem v odročnih predelih, kjer bi bilo kopanje izredno dragو.

#### F. Strategija povpraševanja

Glede na celotno gospodarsko situacijo in na zgoraj povedano, lahko z gotovostjo trdimo, da je ena izmed najpomembnejših možnosti oblikovanje takšnih potrošniških iniciativ, da bodo operaterji v gradnji širokopasovnega omrežja videli svoj tržni interes.

Slovenija poleg solidne strategije širokopasovnega dostopa, potrebuje tudi strategijo spodbujanja potrošniške iniciative za uporabo širokopasovnega dostopa. To pa bo mogoče takrat, ko se bo v nastajanje takšne strategije vključilo več ministrstev in interesnih skupin ter končnim uporabnikom predstavilo nove koncepte izobraževanja, zaposlovanja in dela, še posebno za tiste osebe, ki bi se sicer na delovno mesto vsakodnevno vozile iz suburbanih in ruralnih področij. S tem bi lahko pripomogli k ohranjanju podeželja, zmanjševanju ogljikovega odtisa in razbremenitvi mestnih vpadnic.

Poleg tega bi bilo koristno razmisliiti o večjem številu iniciativ glede vsebin, ki bodo za končne uporabnike dovolj zanimive, da bodo pripravljeni plačati takšno ceno za prikluček, da bo njegova izgradnja predstavljal dolgoročno dobičkonosno investicijo in nato takšno ceno za storitve, ki bo omogočila razumno amortizacijo omrežja, da bo gradnja za operaterja ustrezil poslovni model tako v trenutni situaciji kot v pogledu v prihodnost. Verjetno v takšen model ne padejo prav vsa gospodinjstva, bi bilo pa nadvse koristno, če bi se zmanjšala tista področja, kjer komercialnega interesa ni

in hkrati povečali zanimanje končnih uporabnikov, ponudnikov vsebin in ponudnikov storitev.

### III. ZAKLJUČEK

Glede na povedano lahko vidimo, da obstaja mnogo iniciativ in možnosti za pospeševanje izgradnje širokopasovnega omrežja.

Asimetrična regulacija omogoča dostop do omrežja in ponujanje storitev alternativnim operaterjem brez lastnega omrežja, kar je osnovna regulatorarna obveza za zagotavljanje konkurenčnega trga. Za trg so najbolj ustreerne in zdrave privatne investicije, kar pomeni, da operaterji na posameznem trgu vidijo priložnost za razvoj svojih poslovnih modelov in poplačilo investicij v razumnem času. Seveda pa vsa področja ne morejo biti podvržena tržnemu interesu, saj so preveč redko naseljena. V teh primerih vstopijo projekti javno zasebnega partnerstva, ki pa morajo za uporabo evropskih sredstev slediti pravilom Evropske Komisije.

Možna rešitev je tudi vključitev širokopasovnega dostopa v univerzalno storitev skozi določitev funkcionalne hitrosti za dostop do interneta ali pa gradnja omrežja za nudenje LTE v okviru zaveze pokrivanja.

Digitalna agenda je seveda tehnološko neutralna. Pomembno je le, da tehnologija, žična ali brezžična, zagotavlja ustreerne hitrosti.

V primeru ustreznega povezovanja politik in interesov različnih interesnih skupin in ministrstev, pa bi lahko spodbudili interes potrošnikov, ponudnikov vsebin in storitev tudi z ustrezeno potrošniško strategijo.

### LITERATURA

- [1] Evropska digitalna agenda: <http://eur-lex.europa.eu>
- [2] Priporočilo Komisije o reguliranem dostopu do dostopovnih omrežij naslednje generacije : [eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:251...](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:251...)
- [3] *Draft Commissions Recommendation on consistent non-discrimination obligations and costing methodologies to promote competition and enhance the broadband investment environment:* <https://ec.europa.eu/.../draft-commission-recommendation-consistent-non...>
- [4] Smernice Evropske komisije za uporabo pravil o državnih pomoči v zvezi s hitro postavitvijo širokopasovnih omrežij: [ec.europa.eu/competition/consultations/2012\\_broadband.../sl.pdf](http://ec.europa.eu/competition/consultations/2012_broadband.../sl.pdf)
- [5] F. Chirico, N.Gaal: State aid to broadband: primer and best practices, 2011
- [6] Zakon o elektronskih komunikacijah (Uradni list RS, št. 109/12 – ZEKom-1)
- [7] *Connecting Europe Facility:* <https://ec.europa.eu/digital-agenda/en/connecting-europe-facility>
- [8] Priporočilo Komisije o univerzalni storitvi in pravicah uporabnikov v zvezi z elektronskimi komunikacijskimi omrežji in storitvami: [eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:349...](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:349...)



**Katja Mohar Bastar** je vodja področja za telekomunikacije pri Agenciji za pošto in elektronske komunikacije in bo na delavnici VITEL sodelovala s prispevkom Možnosti zagotavljanja ciljev digitalne agende.

<sup>7</sup> [eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:349...](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:349...)

# Pouporaba obstoječe infrastrukture za doseganje ciljev Digitalne agende

Mag. Vesna Prodnik Pepevnik, Vafer d.o.o.

**Abstract** — This article presents EU initiative on reducing the costs of high-speed broadband infrastructure deployment and the possible implementation of the proposed measures in Slovenia. In our article we examine practical implementation of proposed activities on the basis of the survey accomplished between Slovenian fixed and mobile operators who will be the biggest direct investor in the future high-speed electronic communications networks in Slovenia. These networks will found the basis for achievement of the EU Digital agenda goals.

**Keywords** — Digital agenda, NGN, broadband infrastructure

**Abstract** — This article presents EU initiative on reducing the costs of high-speed broadband infrastructure deployment and the possible implementation of the proposed measures in Slovenia. In our article we examine possible practical implementation of proposed activities on the basis of the survey accomplished between Slovenian fixed and mobile operators who will be the biggest direct investor in the future high-speed electronic communications networks in Slovenia. These networks will found the basis for achievement of the EU Digital agenda goals.

**Keywords** — Digital agenda, NGN, broadband infrastructure

## I. UVOD

Kot izhaja iz številnih študij ima širokopasovni dostop do interneta številne pozitivne ekonomske učinke, ki rezultirajo v rasti BDP in zaposlovanju.

Evropska komisija (v nadaljevanju: EK) je v okviru načrta spodbujanja izgradnje širokopasovnih omrežij predlagala štiri regulatorne ukrepe s katerimi bi se stroški vzpostavitev visokohitrostnega interneta znižali za trideset (30) odstotkov. Po ugotovitvah EK gradbena dela, kot so cestna dela zaradi polaganja kablov, predstavlajo do osemdeset (80) odstotkov stroškov izgradnje visokohitrostnih omrežij. Predstavljen predlog Uredbe o ukrepih za znižanje stroškov izgradnje visokohitrostnih elektronskih komunikacijskih omrežij<sup>1</sup> (v nadaljevanju: Uredba) organizacijska vprašanja povezana s predlaganimi ukrepi v veliki meri prepušča državam članicam. Vafer je analiziral obstoječe ukrepe na tem področju ter možne dodatne ukrepe, ki bi po mnenju operaterjev javnih komunikacijskih omrežij, največjih investorjev v izgradnjo širokopasovnih omrežij, zmanjšali administrativne ovire ter same stroške gradnje. S tem namenom je bila v mesecu aprilu 2013 s pomočjo vprašalnika izvedena raziskava med slovenskimi operaterji javnih mobilnih in fiksni omrežij. V kolikor želi Slovenija doseči ambiciozne cilje EU Digitalne agende: do leta 2020 (i) dostop do hitrosti najmanj 30 Mbit/s za vse in (ii) dostop do internetne povezave nad 100 Mbit/s za najmanj 50 % gospodinjstev bo potrebno izvesti učinkovite ukrepe, ki bodo investorjem dejansko omogočili znižanje stroškov izgradnje omrežij in ne ostali zgolj mrtva črka na papirju. Trenutno stanje glede doseganja ciljev EU Digitalne agende zaradi zaostrenih gospodarskih razmer in praktične ukinutve predvidenih spodbud namenjenih izključno izgradnji

širokopasovnih visoko-hitrostnih javnih komunikacijskih omrežij (CEF) na nivoju EU nikakor ni spodbudna. Slovenija zaradi svoje izrazite ruralnosti in neugodnega terena pa je v tem smislu v še bolj neugodni situaciji v primerjavi z ostalimi EU državami. Vsakršno znižanje stroškov in zmanjšanje administrativnih ovir je za bodoče investitorje več kot dobrodošlo.

## II. REGULATORNI OKVIR

### A. EU regulativni okvir

Marca 2010 je EK, da bi omogočila izhod iz krize in gospodarstvo EU pripravila na izzive naslednjega desetletja, začela s strategijo Evropa 2020. Evropska digitalna agenda je ena izmed sedmih vodilnih pobud strategije Evropa 2020 in je namenjena določitvi ključne vloge, ki jo bo morala igrati uporaba informacijskih in komunikacijskih tehnologij (IKT), če želi Evropa doseči svoje cilje za leto 2020. Evropska komisija je ugotovila, da za močno gospodarsko rast, ustvarjanje delovnih mest in blaginje ter zagotovitev dostopa državljanov do vsebin in storitev, ki jih iščejo, potrebujemo zelo hiter internet. Strategija Evropa 2020 je poudarila pomen uvedbe širokopasovnih povezav za spodbujanje družbene vključenosti in konkurenčnosti v EU. Ponovno je postavila cilj, da do leta 2013 vsi Evropejci dobijo dostop do osnovne širokopasovne povezave, prizadeva pa si zagotoviti, da bodo do leta 2020 (i) vsi Evropejci imeli dostop do mnogo večjih hitrosti interneta, ki bi presegale 30 Mbit/s in (ii) v 50 ali več odstotkih evropskih gospodinjstev naročeni na internetne povezave hitrosti nad 100 Mbit/s. Za dosego teh ambicioznih ciljev, je po mnenju EK potrebno razviti celovito politiko, ki bo temeljila na mešanici tehnologij, pri tem pa se je treba osredotočiti na dva vzporedna cilja: na eni strani zagotoviti splošno pokritost s širokopasovno povezavo (s kombiniranjem fiksne in brezžične) s postopno naraščajočimi hitrostmi interneta do in prek 30 Mb/s ter sčasoma na velikem delu ozemlja EU spodbuditi uvedbo in uporabo dostopovnih omrežij naslednje generacije (NGA), ki bodo omogočale hitro internetno povezavo s hitrostmi nad 100 Mbit/s.

Na podlagi izvedene analize EK<sup>2</sup> so bila gradbena dela ugotovljena kot glavni strošek izgradnje širokopasovne

<sup>1</sup> <http://ec.europa.eu/digital-agenda/en/news/proposal-regulation-european-parliament-and-council-measures-reduce-cost-deploying-high-speed>

<sup>2</sup> Support for the preparation of an impact assessment to accompany an EU initiative on reducing the costs of high-speed broadband infrastructure deployment, Final Report, A study prepared for the European Commission DG Communications Networks, Content & Technology, 2012.

infrastrukture, tudi do osemdeset (80) odstotkov. Na podlagi teh ugotovitev so bila določena tri področja primerna za znižanje stroškov. Ta področja so predvsem souporaba obstoječe infrastrukture, skupna izgradnja nove infrastrukture ter skupno načrtovanje (telekomunikacijske in ostale) infrastrukture v bodoče. V okviru teh treh širokih področij je bilo analiziranih pet regulatornih ukrepov. EK sedaj predlaga štiri regulatorne ukrepe, ki naj bi bistveno znižali stroške izgradnje širokopasovnih omrežij:

1. dostop do obstoječe fizične infrastrukture,
2. koordinacija gradbenih del,
3. izdaja dovoljenj,
4. oprema znotraj zgradb.

V članku se bomo ukvarjali predvsem s prvimi tremi predlaganimi regulatornimi ukrepi, saj je po našem mnenju četrti predlagani ukrep ustrezno implementiran v novem Zakonu o elektronskih komunikacijah, sprejetem decembra 2012. Dostop do obstoječe fizične infrastrukture, ne le operatorjev javnih komunikacijskih omrežij temveč tudi lastnikov ostale javne infrastrukture kot na primer električne, plinske, vodovodne in kanalizacijske ter transportne predvsem pa njihova koordinirana izgradnja sta posebej pomebni na področjih izven urbanih naselij, kjer so stroški gradnje širokopasovnih omrežij izredno visoki.

#### B. Nacionalna zakonodaja

Novi Zakon o elektronskih komunikacijah je že implementiral nekatere od predlaganih regulatornih ukrepov, kot na primer obveznost skupne gradnje v 10. členu ter možnosti dostopa do informacij o obstoječi infrastrukturi operatorjev javnih komunikacijskih omrežij v 14. členu. Poleg tega je v skladu z 91. členom omogočena skupna uporaba elektronskih komunikacijskih omrežij na podlagi odločbe Agencije. V 93. členu pa je določena tudi skupna uporaba druge javne gospodarske infrastrukture. Zakon ne predvideva jasnih pravil skupne uporabe temveč v primeru individualnih sporov med subjekti le-te napotuje na reševanje spora na Agencijo.

Kot je razvidno iz pregleda nacionalne zakonodaje, le-ta daje osnovne okvire za izvajanje regulativnih ukrepov skupne uporabe, skupnega načrtovanja ter dostopa do informacij o javni (elektronski) komunikacijski infrastrukturi, kot takšna pa ne zagotavlja operativnega izvrševanja v smislu enakega obravnavanja, nediskriminatornosti in transparentnosti. Prav tako tudi predlagana uredba EK organizacijska vprašanja v veliki meri prepušča državam članicam. Trenutno jasna pravila dostopa do javne komunikacijske infrastrukture veljajo zgolj za operatorja s pomembno tržno močjo na upoštevnih trgih 4 in 5.

### III. ŠTUDIJA

#### A. Izvedba študije

Za izvedbo študije je bil pripravljen vprašalnik, ki je bil posredovan vsem operatorjem javnih mobilnih omrežij v Sloveniji, širim največjim operatorjem javnih omrežij na fiksni lokaciji ter graditelju in upravljalcu GOŠO omrežja. Izhodišče za izbiro operatorjev je bilo zadnje četrletno poročilo Agencije o razvoju trga elektronskih komunikacij<sup>3</sup>

ter lastni podatki o graditeljih širokopasovnih omrežij. Prejeli smo 100 % odgovorov mobilnih operatorjev, 75 % fiksnih operatorjev katerim je bil posredovan vprašalnik in odgovore upravljalca GOŠO omrežja. Prikazani odgovori predstavljajo stališče glavnine potencialnih investorjev v širokopasovna omrežja naslednje generacije v Sloveniji, ki bodo bistveno vplivali na doseganje ciljev Digitalne agende.

#### B. Vprašanik za operatorje

V vprašalniku smo operatorjem zastavili vprašanja glede uporabnosti infrastrukture ostalih operatorjev in ostale javne infrastrukture za gradnjo širokopasovnih omrežij naslednje generacije, katera ostala javna infrastruktura je po njihovem mnenju primerna za pouporabo pri gradnji omrežij naslednje generacije, kakšne regulativne ukrepe pričakujejo v zvezi z dostopom do infrastrukture ostalih operatorjev in ostale javne infrastrukture. Nadalje smo jih vprašali kakšen bi bil po njihovem mnenju učinkovit pristop države k zagotovitvi razpoložljivosti dostopa do ostale javne infrastrukture ter kakšne so njihove izkušnje glede souporabe ter kakšni so njihovi predlogi glede možnosti zniževanja stroškov dostopa do javne infrastrukture.

#### C. Mnenje operatorjev

Glede na odgovore operatorjev lahko zaključimo naslednje:

a. operatorji ocenjujejo, da je za gradnjo širokopasovnih omrežij naslednje generacije sicer pomembnejša infrastruktura ostalih operatorjev, vsekakor pa so zainteresirani tudi za uporabo ostale javne infrastrukture.

b. Za gradnjo fiksnih omrežij naslednje generacije je po oceni operatorjev primeren del kanalizacijske infrastrukture, infrastruktura javne razsvetljave ter elektrodistribucijska infrastruktura.

c. Za gradnjo mobilnih omrežij naslednje generacije sta predvsem zanimivi elektrodistribucijsko omrežje in stolpi radiodifuznih oddajnikov. Zainteresirani pa so tudi za dostop do infrastrukture v državni lasti.

d. Regulativni ukrepi, ki jih pričakujejo operatorji pri dostopu do infrastrukture ostalih operatorjev je predvsem enako obravnavanje, poleg tega še cenovna regulacija in ekonomska ponovljivost. Podpirajo tudi pripravo smernic Agencije za učinkovit in stroškovno razumen dostop.

e. Regulativni ukrepi, ki jih operatorji pričakujejo v zvezi z dostopom do ostale javne infrastrukture je predvsem cenovna regulacija ter določitev jasnih pravil dostopa, predvsem enoten SLA.

f. Po mnenju operatorjev bi bil učinkovit pristop države k zagotavljanju razpoložljivosti dostopa do ostale javne infrastrukture določitev enotne, stroškovno naravnane cene dostopa do javne infrastrukture. Predpogoj je ustrezna evidenca, ki bo omogočila dostop do informacij o razpoložljivosti. Nekateri operatorji ocenjujejo tudi, da bi bilo smisленo razmisliiti o združitvi in skupnem upravljanju javne (neoperatorske) komunikacijske infrastrukture v lasti države.

g. Predvsem mobilni operatorji predlagajo kot možnost zniževanja stroškov gradnje širokopasovnih omrežij naslednje generacije možnost gradnje telekomunikacijskih objektov na infrastrukturnih objektih v lasti države in lokalnih skupnosti. Mobilni operatorji podpirajo model odprtih baznih postaj.

h. Operatorji, ki so sodelovali v raziskavi že uporabljajo infrastrukturo ostalih operatorjev in ostalo javno

<sup>3</sup> [http://www.apek.si/files/Telekomunikacije/Porocila\\_in\\_raziskave/Cetrtletna\\_porocila/2012/Cetrtletno-porocilo-Q4-2012.pdf](http://www.apek.si/files/Telekomunikacije/Porocila_in_raziskave/Cetrtletna_porocila/2012/Cetrtletno-porocilo-Q4-2012.pdf)

infrastrukturo za gradnjo javnih komunikacijskih omrežij. Trenutno uporabljajo predvsem infrastrukturo Telekoma Slovenije. To infrastrukturo uporabljajo predvsem ker je regulirana. Ostala javna infrastruktura v uporabi operaterjev je predvsem infrastruktura medkrajevnih povezav (ELES in DARS), mobilni operaterji pa uporabljajo dostop do stolpov RTV, OZ. Skupno mnenje operaterjev je, da je dostop do javne infrastrukture predrag, njeni upravljalci pa praviloma ne izražajo visoke stopnje zainteresiranosti za njeno oddajanje. Kot razlog navajajo predvsem destimulativno zakonodajo, ki upravljalcem te javne infrastrukture ne prinaša dodatne koristi ampak predvsem dodatno delo. V primeru pridobitve prohodkov z oddajo javne infrastrukture se namreč nekaterim upravljamcem sorazmerno zniža dež njihovih prihodkov, ki jih dobijo s strani države za izvajanje javne službe.

i. Operaterji zato predlagajo, da se sprejme pravilnik, ki bo določal postopke in pogoje za uporabo javne infrastrukture v upravljanju države in koncesionarjev. Za doseganje ciljev Digitalne agende je za fiksne operaterje posebej pomembna javna infrastruktura, ki omogoča dostop do končnega uporabnika. Ukrepi bi morali zagotavljati nediskriminatorynost, cenovno regulacijo in enotne postopke vzpostavitve, vzdrževanja ter prekinitev naročil dostopa. Seveda je predpogoj za sprejem tovrstnega pravilnika sprejeta nacionalna strategija, ki bi kot eden izmed ukrepov za doseganje ciljev Digitalne agende prepoznala tudi spodbujanje uporabe javne infrastrukture.

#### IV. PRIPOROČILO

##### A. Dostop do obstoječe fizične infrastrukture

V zvezi z dostopom do obstoječe fizične infrastrukture<sup>4</sup> ugotavljamo, da veljavni zakon o elektronskih komunikacijah že vsebuje osnovne določbe glede skupne uporabe javne komunikacijske infrastrukture in druge gospodarske infrastrukture. Potencialna grožnja operativni izvedbi zakonskih določb predstavlja individualna obravnava posameznih primerov neuspešne skupne uporabe. V kolikor bo Agencija tudi v bodoče izvajala postopek reševanja spora v vsakem primeru posebej kot to rešuje sedaj, brez jasnih smernic, ki bi predstavljale osnovo za odločanje in informacijo za lastnike in zainteresirane operaterje, bo to povzročilo dolgotrajne postopke in podaljševalo gradnjo omrežij. Takšen pristop lahko ogrozi dejansko uporabo zakonske možnosti souporabe javne infrastrukture ter podaljša roke izgradnje širokopasovnih omrežij, ker lahko v posledici ogrozi dosega cilja Digitalne agende v letu 2020.

Z namenom operacionalizacije zakonskega določila skupne uporabe predlagamo, da Agencija pripravi Smernice za skupno uporabo javne komunikacijske infrastrukture ostalih operaterjev, ki bo vsebinsko primerljiva z obveznosmi reguliranega operaterja (cena, SLA). Dodatno naj pripravi Smernice za skupno uporabo druge javne infrastrukture, kjer bo določila minimalne kriterije za souporabo kot so referenčna cena za posamezno vrsto dostopa, pogoje razpoložljivosti dostopa, odzivne čase lastnika javne infrastrukture. V obeh Smernicah naj bodo jasno določeni

tudi upravičeni razlogi za zavrnitev skupne uporabe, roki za odgovore na poizvedbo in odzivni časi za realizacijo skupne uporabe.

##### B. Transparentost fizične infrastrukture

V zvezi z vodenjem evidence o obstoječi fizični infrastrukturi javnih komunikacijskih omrežij je potrebno opozoriti, da gre za logistično in stroškovno zelo zahteven projekt. 14. člen veljavnega zakona operaterjem javnih komunikacijskih omrežij nalaga vpis podatkov o vrstah in legi omrežij ter objektov, kolikor so ti del pripadajoče infrastrukture, neposredno organu pristojnemu za geodetske zadeve. Dodatno morajo lastniki javnega komunikacijskega omrežja in pripadajoče infrastrukture sporočiti tudi podatke o obstoječem stanju in zmogljivosti omrežne priključne točke. Dodatno lahko Agencija za potrebe izvajanja Zakona o elektronskih komunikacijah zahteva tudi podatke o razpoložljivosti omrežij in objektov, o katerih vodi lastno evidenco. Zainteresiranim strankam v zvezi s postopki, ki jih vodi pa omogoči vpogled v te podatke. Na podlagi navedenega lahko zaključimo, da je za potrebe skupne uporabe evidence, ki jo vodi organ pristojen za geodetske zadeve omejeno uporaben, saj vsebuje zgolj informacijo o prisotnosti omrežja in pripadajoče infrastrukture ne pa tudi o prostih kapacitetah omrežja oziroma pripadajoče infrastrukture. Ta pomanjkljivost je rešena s pravico Agencije za vodenje dodatne evidence, ki pa dejansko pomeni podvajanje obveznosti lastnikov javnih komunikacijskih omrežij in pripadajoče infrastrukture glede poročanja. V kolikor bo Agencija vodila vzporedni register in ga tudi redno ažurirala bo to za Agencijo predstavljalo izredno veliko finačno in organizacijsko breme.

Glede na dejstvo, da pomeni vzporedno vodenje dveh vsebinsko delno podvojenih registrov neracionalno porabo sredstev ter nesorazmerno obremenitev lastnikov javnih komunikacijskih omrežij in pripadajoče javne infrastrukture predlagamo, da se vsem lastnikom naloži obveznost vodenja lastnega elektronskega registra o javnem komunikacijskem omrežju in pripadajoči infrastrukturi. Register naj vsebuje podatke o lokaciji, ruti in koordinatah, velikosti, tipu in obstoječi uporabi infrastrukture. Operaterjem pa je potrebno določiti tudi rok v katerem morajo odgovoriti na poizvedbo glede razpoložljivosti prostih kapacetov. V primeru sporov in dvomov o pravilnosti posredovanih informacij naj posreduje Agencija v rokih, ki ne bodo povzročili zaostankov v gradnji širokopasovnih omrežij.

##### C. Koordinacija gradbenih del

Gradnja omrežij in pripadajoče infrastrukture je urejena v III. Poglavlju novega Zakona o elektronskih komunikacijah, koordinacija gradbenih del je posebej opredeljena v 10. členu.

Pomanjkljivost zakonske določbe glede obveznosti skupne gradnje je predvsem v nedefiniranih rokih tako glede zahteve za posredovanje Agencije v primeru neuspešnega pogajanja kakor tudi glede odločitve Agencije. Ker strošek gradnje definira tudi rok izvedbe lahko vsakršno nepotrebno zavlačevanje zaradi počasnih postopkov reševanja sporov povzroči investitorjem veliko gospodarsko škodo.

Agencija na svojih spletnih straneh že objavlja namere o načrtovanih gradnjah tako javnih komunikacijskih omrežij kakor tudi ostale javne infrastrukture vendar brez ustrezne podpore v smislu preglednosti na enem mestu.

<sup>4</sup> Glede na definicijo predloga Uredbe je »Fizična infrastruktura« element omrežja, ki ni aktiven, kot na primer cev, drog, kanal, nadzorna soba, jašek, kabineti, zgradbe ali vhodi zgradb, antenske inštalacije, stolpi in drogov ter povezane naprave.

Z namenom večje operacionalizacije zakonskih določil koordinacije gradbenih del predlagamo, da Agencija na svoji spletni strani ločeno od ostalih informacij objavlja namere glede gradenj ter vodi ustrezni arhiv. Poleg tega predlagamo, da Agencija sprejme ustrezne Smernice za izvajanje skupne gradnje, ki bo v pomoč predvsem investitorjem v ostalo javno infrastrukturo, kot so lokalne skupnosti. Na ta način bo omogočeno učinkovitejše izvajanje gradbenih del in nižanje stroškov investicij.

#### D. Izdaja dovoljenj

Operaterji so v svojih komentarjih opozorili tudi na dolge in neučinkovite postopke izdaje dovoljenj, ki ovirajo gradnjo širokopasovnih omrežij.

Z namenom pohitritve postopkov predlagamo, da ministrstvo pristojno za elektronske komunikacije v sodelovanju s pristojnim ministrstvom za gradnjo vzpostavi enotno (elektronsko) točko preko katere bi investitorji v širokopasovna omrežja lahko vložili vloge za izdajo soglasij in dovoljenj. Na ta način bi bilo mogoče tudi nadzorovati odzivne roke pristojnih institucij in vplivati na hitrost gradnje širokopasovnih omrežij.

#### V. ZAKLJUČEK

Kot lahko vidimo novi Zakon o elektronskih komunikacijah že vsebuje nekatere izmed predlaganih regulativnih ukrepov EK, ki so na nivoju Evropske unije šele v postopku javnega posvetovanja. V kolikor bomo želeli v Sloveniji dejansko znižati stroške gradnje visoko hitrostnih širokopasovnih omrežij ter pohitriti njihovo gradnjo in tako pozitivno vplivati na rast BDP bo morala država sprejeti dodatne ukrepe, ki bodo operacionalizirali zakonske določbe. Največji del odgovornosti za učinkovito izvajanje ukrepov bo vsekakor v pristojnosti in odgovornosti Agencije, ki pa bo morala pri tem imeti podporo države in investitorjev.

#### ZAHVALE

Zahvaljujemo se vsem operaterjem, ki so sodelovali v raziskavi.

#### LITERATURA

- [1] Yardley Matt, Parker Rod, Vroobel Mike: Support for the preparation of an impact assessment to accompany an EU initiative on reducing the costs of high-speed broadband infrastructure deployment (SMART 2012/2013), Analysis Mason, september 2012
- [2] <http://ec.europa.eu/digital-agenda/>
- [3] Zakon o elektronskih komunikacijah (ZEKom-1), <http://www.uradnolist.si/1/objava.jsp?urlid=2012109&stevilka=4315>
- [4] <http://www.apek.si/cetrtletna-porocila>
- [5] <http://ec.europa.eu/digital-agenda/en/news/less-digging-cheaper-broadband-commission-proposes-rules-cut-broadband-installation-costs>
- [6] The Impact of Broadband on the Economy: Research to Date and Policy Issue, ITU-T, april 2012, [http://www.itu.int/ITU-D/treg/broadband/ITU-BB-Reports\\_Impact-of-Broadband-on-the-Economy.pdf](http://www.itu.int/ITU-D/treg/broadband/ITU-BB-Reports_Impact-of-Broadband-on-the-Economy.pdf)
- [7] Sporočilo Komisije Evropskemu parlamentu, Svetu, Evropskemu ekonomsko-socialnemu odboru in odboru regij, EVROPSKA DIGITALNA AGENDA, Bruselj, maj 2010, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2010:0245:FIN:SL:HTML>



**Vesna Prodnik Pepevnik** je magistrica komunikoloških znanosti in univerzitetna inženirka elektrotehnike. Ima več kot petnajstletne izkušnje na področju elektronskih komunikacij, ki jih je pridobila z delom pri operatorjih, regulatorju in svoji svetovalni družbi. Med drugim je bila svetovalka direktorja družbe in vodja službe za medomrežno povezovanje in nacionalno gostovanje v družbi Mobitel, vodja službe za regulativno Telekomu Slovenije, svetovalka vlade na Ministrstvu za informacijsko družbo in svetovalka pri Agenciji za pošto in telekomunikacije RS.

Leta 2007 je ustanovila svetovalno družbo ECM svetovanje, ki je med drugim svetovala pri vzpostavitvi tretjega mobilnega operatorja v Sloveniji in prvega MVNO na Kosovu. Vodila je dvoletni EU projekt izgradnje kapacitete nacionalnega regulatorja v Bosni in Hercegovini ter več projektov za investitorje v optična omrežja. V zadnjih letih je svetovala nekaterim največjim slovenskim družbam na področju strateškega regulatornega upravljanja. Je soustanoviteljica družbe Vafer in njena direktorica. Vesna se ukvarja predvsem s strateškim svetovanjem na področju elektronskih komunikacij. Specializirana je za področje regulative elektronskih komunikacij, grosistično posovanje, upravljanje frekvenčnega spektra, širokopasovna omrežja ter cenovne modele. V zadnjih letih strokovno delo na področju regulative širi tudi na področje pošte in medijev.

Poleg tega deluje kot predsednica sveta za statistiko informacijske družbe pri Statističnem uradu RS.

# Vloga VDSL v dostopovnih omrežjih naslednje generacije

Anton Umek, Fakulteta za elektrotehniko, Univerza v Ljubljani

**Abstract** — Broadband wired access should be accelerated to at least 30Mbit/s in the next seven years. A migration to an all-fiber network infrastructure requires a massive investment and will take time to complete. Hybrid fiber-copper network topology is cheaper and faster to deploy. The latest DSL technologies will play a key role in transition to the final all-fiber access network.

**Keywords** — NGA, FTTT, VDSL, FEXT, vectoring,

## I. UVOD

Digitalna Agenda [1] postavlja dva glavna cilja za doseganje razpoložljivosti prenosnih kapacetet dostopovnih omrežij v državah EU:

- osnovni dostop do leta 2013 za vse državljane v EU,
- hitri širokopasovni dostop, ki omogoča pretok najmanj 30Mbit/s za vse državljane EU do leta 2020.

Po podatkih raziskovalnega poročila, ki podaja sistematični pregled razpoložljivosti različnih tehnologij širokopasovnega dostopa v različnih državah EU za leto 2011 [2] je standardni dostop razpoložljiv v 96%, več kot 50% državljanov pa ima tudi že razpoložljiv hitri dostop- NGA.

Glavna naloga je modernizacija ruralnega omrežja. Po kriteriju mejne gostote poseljenosti 100 prebivalcev na kvadratni kilometr skoraj petina prebivalcev EU stanuje na podeželu. Hitro dostopovno omrežje NGA je v povprečju na podeželu razpoložljivo le za vsako osmo domovanje.

DSL je trenutno najpomembnejša tehnologija za vrvični dostop. Pokritost z DSL je logična posledica velike pokritosti z analognim telefonskim omrežjem. Povprečna razpoložljivost DSL v EU je 93% , na podeželu pa 73%.

Pomen različnih tehnologij vrvičnega hitrega širokopasovnega dostopa NGA lahko razvrstimo po izmerjeni povprečni razpoložljivosti:

- Docsis3 omrežja dosegajo razpoložljivost 37%,
- VDSL omrežja v celoti 21% , na podeželu pa 4%
- in v celoti optična omrežja FTTP le 12%.

Po podatkih istega vira je ocenjeno tudi stanje v naši državi. Pokritost s širokopasovnim omrežjem je v Sloveniji nekoliko nižja od povprečja EU, medtem ko je razpoložljivost NGA nad povprečjem:

- kabelska omrežja Docsis3 so na EU povprečju 36%,
- VDSL omrežja dvakrat višje kot v EU 42%
- in podobno tudi optična omrežja FTTP 21%.

Tudi v Sloveniji nastopa izrazita razlika v pokritosti NGA mest in podeželja.

Države v EU imajo postavljene tudi različne lastne cilje v obdobju do skupnega cilja Digitalne Agende 2020:

- Nemčija: prenosno kapaciteta 50Mbit/s v dotoku, 75% razpoložljivost do leta 2014,
- Finska: simetrična prenosna kapaciteta 100Mbit/s, 100% razpoložljivost do leta 2015,

- UK: prenosna kapaciteta v dotoku 25Mbit/s, 90% razpoložljivost do leta 2015,
- Avstrija in Danska: prenosna kapaciteta v dotoku 100Mbit/s, 100% razpoložljivost do leta 2020,
- Švedska: prenosna kapaciteta v dotoku 100Mbit/s, 90% razpoložljivost do leta 2020,
- Francija: prenosna kapaciteta v dotoku 100Mbit/s, 100% razpoložljivost do leta 2025.

Potrebe po prenosni kapaciteti v dostopovnih omrežjih še vedno naraščajo eksponentno. Po Nielsenovem zakonu je ocenjena letna rast 50%. To bi lahko pomenilo, da VDSL2 tehnologija že leta 2016 ne bo mogla zadostiti potrebam najbolj zahtevnih uporabnikov. Tudi VDSL.vector lahko to obdobje podaljša le za nekaj let. Povsem jasno je, da ob nadaljevanju istega trenda lahko čez deset let zadovoljijo potrebe najbolj zahtevnih uporabnikov le popolnoma optična dostopovna omrežja.

Izgradnja v celoti optičnih omrežij je v povprečju zelo draga in tudi časovno zamudna. V večini evropskih držav je delež povezav FTTH nižji od 5%. Izgradnja FTTH omrežij do pomembnega deleža pomeni deset let dolg projekt. Ilustrativen primer je Japonska, ki je ob relativno nizkih stroških izgradnje in podpori regulatorja v desetih letih dosegla 45% delež optičnih povezav. Večina držav EU bo predvidoma dosegla 20% razpoložljivost dostopa preko popolnoma optičnih omrežij do leta 2016, več kot 50% razpoložljivost pa po ocenah analitikov ni verjetna pred letom 2020.

Cena izgradnje hibridnega omrežja optika/baker je nekajkrat nižja od popolnoma optičnih povezav. Nove DSL tehnologije lahko razumemo kot vmesno, hitro izvedljivo in cenovno učinkovito rešitev, ki omogoča doseganje zastavljenih ciljev do leta 2020. Pričakujemo lahko, da bosta DSL tehnologiji VDSL.vector in morda tudi G.fast naslednje desetletje igrali pomembno vlogo ob prehodu na popolnoma optična dostopovna omrežja.

## II. VDSL Z IZLOČANJEM PRESLUHA FEXT

VDSL.vector je oznaka za tehniko prenosa po bakreni parici, ki uporablja postopek izločanja motenj daljnega presluha FEXT. Prenosni sistem sicer uporablja enak postopek modulacije (DMT) kot starejši DSL sistemi. Izboljšava prenosnega sistema VDSL2 se odraža na povečanju prenosne kapacitete in dosega povezav [3], [4]. Tipična prenosna kapaciteta VDSL.vector je 100Mbit/s na razdalji 400 metrov, kar je približno dva do trikrat več kot pri

VDSL2. Tudi rezultati meritev na razdalji 500 metrov v testnih omrežjih različnih operaterjev v EU potrjujejo doseganje prenosnih kapacitet med 60Mbit/s in 100Mbit/s.

Glavna prednost uporabe tehnik izločanja FEXT ni samo povečanje prenosne kapacitete, pač pa tudi zmanjšanje variacij prenosnih kapacitet zaradi sicer nepredvidljivega presluha. VDSL.vector zato omogoča v primerjavi z VDSL2 ne le hitrejšo, ampak tudi bolj stabilno povezavo. Stabilnost povezave zelo vpliva zlasti na kvaliteto storitve IPTV.

Postopek izločanja presluha iz sosednjih paric temelji na poznavanju sosednjih signalov, zato potrebuje naprava tudi dostop do signalov na vseh paricah v kablu. To je zagotovljeno le v primeru če upravlja vse parice v kablu isti operater. V nasprotnem primeru je presluh FEXT le delno izločen, preostali del presluha (alien-crosstalk) pa prevzame prevladujoči vpliv na omejevanje prenosne kapacitete. V najslabšem primeru lahko tudi zelo majhno število nekontroliranih »tujih« parov skoraj izniči učinke izločanja presluha na preostalih kontroliranih parih.

Prenosne kapacitete v sistemu z delnim izločanjem presluha lahko v najslabšem primeru zelo malo odstopajo od prenosnih kapacitet sistema brez izločanja presluha, kar pomeni, da je učinek izločanja skoraj ničen. Problem je mogoče rešiti s povezovanjem DSLAM naprav (cross-vectoring), za kar potrebujemo standardizirani postopek. Implementacije takšnih sistemov zato lahko pričakujemo najprej na opremi istega proizvajalca.

Dejansko je z ustrezno dodatno obdelavo vseh dostopnih signalov na DSLAM-u v dotoku tehnično mogoče izločiti tudi daljni presluh iz nekontroliranih tujih paric [5], [6]. V dotoku v modemu na strani naročnika tujega daljnega presluha ni mogoče izločiti in edini način omejevanja je na izvoru. Učinek tujega presluha je mogoče zmanjšati s primerno tehniko dinamičnega upravljanja spektrov DMT sistemov (DSM). Optimalna rešitev zahteva centralizacijo funkcije upravljanja spektra. Najbolj preprost način zmanjševanja škodljivega vpliva tujega presluha je zmanjšanje oddajne moči in s tem tudi prenosnih kapacitet na tujih paricah. V vsakem primeru je najslabše prepustiti del paric znotraj kabla brez vsake kontrole.

Rezultati laboratorijskih testov na kablu s 25 paricami na kažejo drastično zmanjšanje prenosnih kapacitet za 45% v primeru, če je pet tujih paric brez kontrole. S primernim upravljanjem spektra na tujih paricah je bilo izmerjeno zmanjšanje prenosnih kapacitet na ostalih 20 paricah zaradi tujega presluha med 5% in 10% [6].

Omejevanje razvezane zanke zaradi problema izločanja presluha v sistemu VDSL.vector samo iz tehničnih razlogov ni upravičeno. Mogoče pa je spremeniti model razvezane zanke iz fizične v virtualno. V virtualno razvezani zanki kontrolira vso opremo na kablu isti operater, zato ni problemov z izločanjem »tujega« presluha. Novi ponudniki storitev v tem primeru dostopajo v omrežje prvotnega operaterja preko virtualnega linka, ki omogoča širok nabor hitrosti, QoS, prioritet itn.

Prenosne kapacitete VDSL sistemov je mogoče dodatno povečati še z nekaj komplementarnimi tehnikami. V mnogo

primerih je do mesta naročnika priključen kabel z dvemi pari. Uporaba drugega neizkoriščenega para lahko podvoji kapaciteto povezav ob ustrezniem združevanju podatkovnih pretokov (bonding). Še iz zgodnje dobe analogne telefonije je znan tudi princip uporabe tretjega »fantomskega« voda na dveh paricah. Združevanje dveh parov in uporaba fantomskega voda (bonding+phantom mode) lahko v najboljšem primeru trikrat poveča prenosno kapacitetu VDSL sistema.

### III. PRENOSNE KAPACITETE VDSL

Prenosno kapaciteto VDSL sistema najbolj omejuje slabljenje signalov, daljni presluh v kablu FEXT in šum iz okolice.

Slabljenje kabla podaja enačba (1).

$$|H_L(f, d)| = e^{-K_f \cdot d \cdot \sqrt{f}} \quad (1)$$

Vrednost konstante slabljenja  $K_f=1.5$  podaja model kabla s premerom 0.6mm, ki ima pri frekvenci 1MHz na razdalji  $d=1\text{km}$  slabljenje 13dB.

Moč daljnega presluha iz sosednjih paric narašča s kvadratom frekvence in linearno z dolžino sklopa, hkrati pa nastopi tudi slabljenje zaradi izgub na poti [7]:

$$|H_{FEXT}(f, d)|^2 = |H_L(f)|^2 \cdot K_{FEXT} \cdot f^2 \cdot d \quad (2)$$

Skupna moč DMT signala je omejena na  $P_0$  in enakomerno porazdeljena na DMT podkanale s skupno pasovno širino  $B$ . Signal v sprejemniku podaja enačba:

$$S(f, d) = \frac{P_0}{B} |H_L(f, d)|^2 \quad (3)$$

Pri VDSL2 sistemu je motilni signal vsota daljnega presluha in belega šuma ozadja:

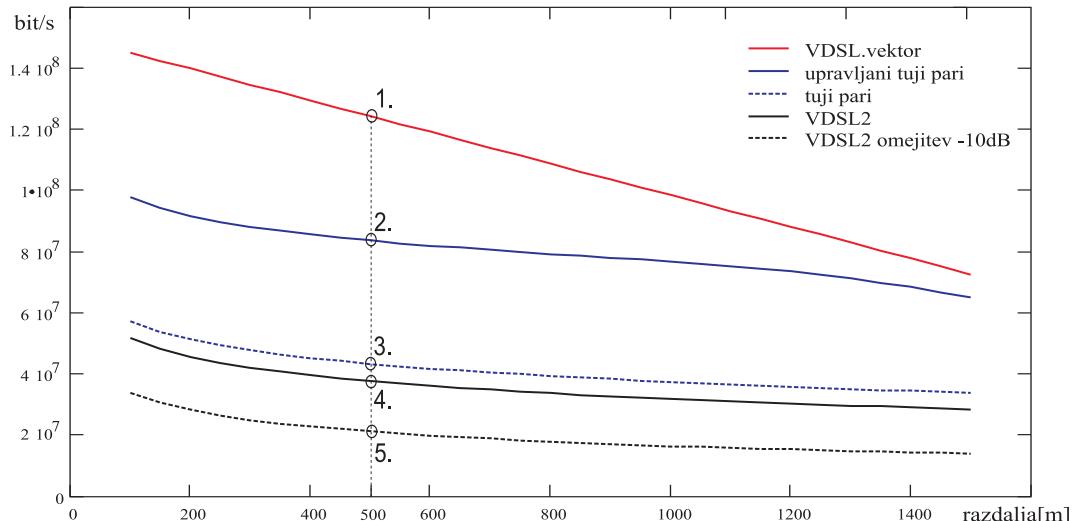
$$N(f, d) = \frac{P_0}{B} |H_{FEXT}(f, d)|^2 + N_0 \quad (4)$$

V izračunu kapacitete VDSL2 sistema upoštevamo bližnji presluh iz sosednjih 24 paric v kablu. Kapaciteto prenosnega sistema VDSL.vector računamo za idealni primer popolne izločitve daljnega presluha z nivojem šuma ozadja  $N_0 = -140 \text{ dBm/Hz}$ . Prenosna kapaciteta je zmanjšana v primeru delne izločitve presluha, kjer ostaja dominantna motinja presluh iz tujih paric:

$$N(f, d) = N_0 + FEXT_{alien}(f, d) \quad (5)$$

V izračunu razpoložljive prenosne kapacitete upoštevamo faktor odmika od Shannonove kapacitete Gama=16 in faktor spektralne učinkovitosti eta=0.9:

$$r = \eta \cdot \int_{band} \log_2 \left( 1 + \frac{1}{\Gamma} \cdot \frac{S(f)}{N(f)} \right) df \quad (6)$$



Slika 1: Prenosne kapacitete VDSL v dotoku.

Rezultate izračunov prenosnih kapacitet v dotoku za prenosna sistema VDSL2 in VDSL.vector podaja slika 1. V izračunih je upoštevan enak frekvenčni profil 17 in omejitve oddajne moči  $P_0=14\text{dBm}$ . Rezultati so podani za kabel s 25pari, kjer se upošteva vseh 24 izvorov presluha iz sosednjih paric. Pomen krivulj na grafu je podan zaporedno s podatki o prenosnih kapacitetah v točkah na izbrani razdalji  $d=500\text{m}$ :

1. VDSL.vector sistem s popolno izločitvijo daljnega presluha:  $r_1 = 125\text{Mbit/s}$ ,
2. VDSL.vector sistem, kjer upravljamo moči tudi na osmih tujih paricah. Skupno zmanjšanje presluha iz tujih parov 20dB je kombinacija zmanjšanja oddajne moči za 10dB in ustrezone izbire tujih parov v kablu. Prenosna kapaciteta idealnega VDSL.vector sistema  $r_1$  se zmanjša za 33% na  $r_2 = 84\text{Mbit/s}$ ,
3. VDSL.vector sistem, kjer pustimo osem tujih parov brez vsake kontrole. V najslabšem primeru se moč daljnega presluha zmanjša samo 3dB. Izboljšanje prenosne kapacitet v primerjavi z VDSL2 je zato razmeroma majhno:  $r_3 = 43\text{Mbit/s}$ ,
4. VDSL2 sistem s 24 motilnimi izvori FEXT:  $r_4 = 38\text{Mbit/s}$ ,
5. VDSL2 sistem s 24 izvori presluha FEXT interferers ob zmanjšani oddajni moči (-10dB), prenosna kapaciteta se zato zmanjša na  $r_5 = 22\text{Mbit/s}$ .

Rezultat simulacije uporabe robustnega postopka zmanjšanja tujega presluha na osnovi redukcije moči ilustrira učinek na prenosni kapaciteti obeh sistemov. Na račun omejevanja prenosne kapacitete tujih paric  $r_5$  je mogoče ohraniti velik del pridobljene prenosne kapacitete sistema z izločanjem FEXT  $r_1 \rightarrow r_2$ . Upravljanje moči tujih izvorov mora biti v praksi kontrolirano tako, da zagotovimo dogovorjene prenosne kapacitete.

Prenosna kapaciteta idealnega sistema z izločanjem FEXT  $r_1$  je v danem primeru na razdalji 500m 3.3-krat večja od prenosne kapacitete VDSL2 sistema  $r_4$ . Faktor povečanja prenosne kapacitete označimo z  $G_{vector}$ :

$$G_{vector} = \frac{r_{VDSL.vector}}{r_{VDSL2}} = \frac{r_1}{r_4} \quad (7)$$

Na faktor povečanja prenosne kapacitete zaradi izločitve bližnjega presluha vpliva predvsem nivo šuma ozadja, v

precej manjši meri pa vplivata tudi slabljenje in učinkovitost prenosnega sistema. Na slikah 2a,2b,in 2c so podani poteki faktorja povečanja prenosne kapacitete pri izločanju FEXT za različne nivoje šuma ozadja (-140, -120, -100)dBm/Hz, za različne premere paric (0.8,0.6,0.4)mm in za različno učinkovite prenosne sisteme Gama=(12dB-polna črta, 6dB-preknjena črta).

Iz primerjav grafov na sliki 2b za primer kabla s premerom parice 0.6mm lahko ugotovimo, da je faktor povečanja prenosne kapacitete zaradi izločanja FEXT pri povečanem nivoju šuma ozadja  $N_0=-120\text{dBm/Hz}$  zmanjšan iz 3,3 na 2,2. Pri zelo visokem nivoju šuma ozadja  $N_0=-100\text{dBm/Hz}$  izločanje FEXT skoraj ni smiselno, saj je povečanje prenosne kapacitete le 28%.

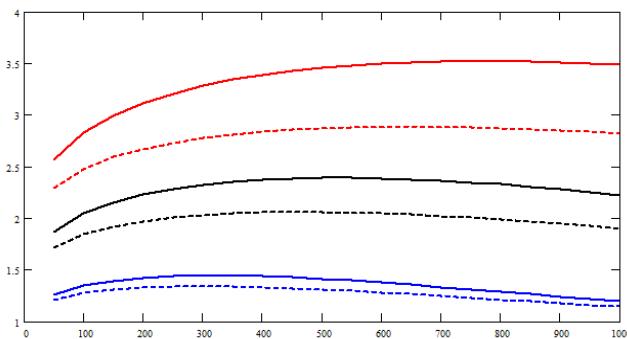
Povečanje prenosnih kapacitet je nekoliko večje v manj učinkovitih sistemih z večjim odmikom predvsem na račun manjši kapacitet VDSL2 sistemov. Parica z manjšim premerom žice ima večje slabljenje in s tem tudi manjši presluh, zato je učinek izločanja FEXT manjši kot v kablu z večjim premerom parice.

#### IV. ZADNJI DSL ?

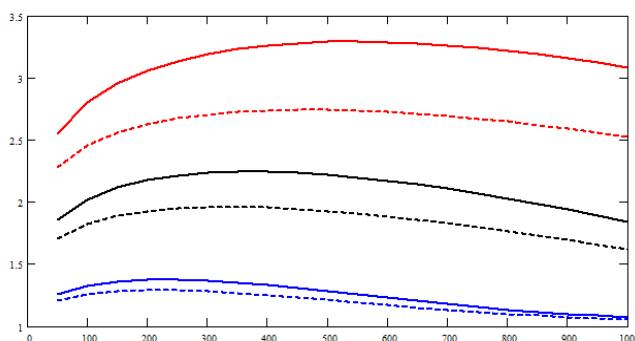
Poleg tretje generacije DSL sistema VDSL.vector se pripravlja tudi verjetno zadnja, četrta generacija z oznako G.Fast. Glavni del cene izgradnje FTTH omrežja izhaja iz zadnjih 100-200 metrov povezav in G.Fast je načrtovan ravno z namenom zmanjšanja teh stroškov. Tehnologija je še vedno v fazi standardizacije in potrditev standarda se pričakuje v prvi četrtini 2014. Tehnologija G.Fast je načrtovana za doseganje maksimalnih kapacitet do 1Gbit/s na razdalji pod 100m. Dodatno povečanje prenosnih kapacitet v primerjavi z VDSL.vector je na zelo kratkih razdaljah mogoče na račun izjemne širitve frekvenčnega spektra do 100MHz ali več.

Sistem G.Fast je načrtovan za sočasno delovanje z ostalimi DSL sistemi [8], zato uporablja frekvenčni spekter s prilagodljivo startno frekvenco, ki je na koncu uporabljenega ADSL2 ali VDSL2 pasu: 2.2MHz, 8.5MHz, 17.664MHz ali 30MHz. Dvosmernost povezav poteka s časovno delitvijo, zato bo enostavno uravnavanje razmerja pretokov v odtoku in dotoku od 90/10, 50/50 do 10/90. Širina DMT kanalov bo predvidoma dvanajstkrat večja kot pri VDSL. Na skupaj 2048 kanalih bo tako zagotovljena skupna pasovna širina

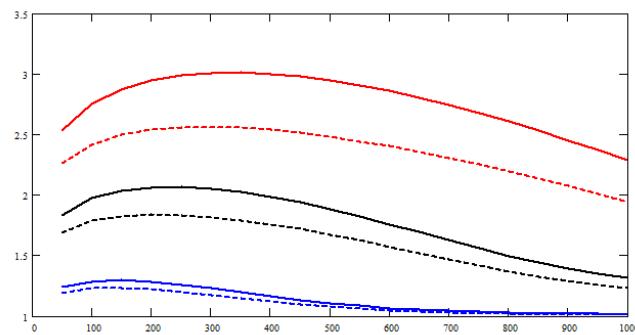
104,45MHz. Število bitov po kanalu je omejeno na 12. Ciljne prenosne kapacitete sistema so od 150Mbit/s na razdalji 250 metrov do 500Mbit/s na razdalji 500 metrov.



Slika 2a: Povečanje prenosne kapacitete ob izločitvi FEXT v odvisnosti od razdalje, premer parice =0,8mm.



Slika 2a: Povečanje prenosne kapacitete ob izločitvi FEXT v odvisnosti od razdalje, premer parice =0,6mm.



Slika 2c: Povečanje prenosne kapacitete ob izločitvi FEXT v odvisnosti od razdalje, premer parice =0,4mm.

N0= (-140dBm/Hz, sredina -120dBm/Hz,-100dBm/Hz)

## ZAKLJUČEK

Potrebe po prenosni kapaciteti zelo strmo naraščajo in ob nespremenjenem trendu bodo za najbolj zahtevne uporabnike v bližnji prihodnosti primerna le v celoti optična dostopovna omrežja. Izgradnja takšnih omrežij je še vedno zelo draga in zamudna, zato do leta 2020 verjetno ne moremo pričakovati več kot 50% razpoložljivosti FTTH.

Za doseganje cilja Digitalne Agende do leta 2020 je najbolj realističen pristop uporaba novih DSL tehnologij, predvsem VDSL.vector. Pri tem bo potrebno reševati tudi probleme, ki nastopijo ob uporabi v razvezani zanki v okolju z več operaterji.

Presluh iz tujih paric lahko zelo zmanjša učinek izločanja FEXT, vendar le v primeru, če ni zagotovljeno ustrezeno upravljanje spektra. Že s preprostim omejevanjem moči na tujih paricah lahko ponazorimo, da je mogoče ohraniti povečanja prenosnih kapacitet VDSL.vector sistemov. Učinkovito izločanje FEXT je v okolju z več operaterji možno le s sodelovanjem, pri tem pa je posebej pomembna vloga regulatorja.

## LITERATURA

- [1] <http://ec.europa.eu/digital-agenda>
- [2] Broadband coverage in Europe in 2011, Mapping progress towards the coverage objectives of the Digital Agenda, Research report by Point Topic, The publication office of the EU, 2012
- [3] G. Ginis and J. M. Cioffi, Vectored Transmission for Digital Subscriber Line Systems, IEEE JSAC, vol. 20, no.5, June 2002, pp. 1085-1104.
- [4] G.V. Oksman, H. Schenk, A. Clausen, J.M. Cioffi, M. Mohseni, G. Ginis, C. Nuzman, J. Maes, M. Peeters, K. Fisher, and P.-E. Eriksson, The ITU-T's new G.vector standard proliferates 100 Mb/s DSL, IEEE Communications Magazine, pp. 140-148, October 2010.
- [5] [http://www.assia-inc.com/DSL-technology/DSL-knowledge-center/white-papers/FASTWEB-ASSIA\White\\_Paper\\_on\\_Vectoring\\_\(April\%202012\).pdf](http://www.assia-inc.com/DSL-technology/DSL-knowledge-center/white-papers/FASTWEB-ASSIA\White_Paper_on_Vectoring_(April\%202012).pdf)
- [6] K. Kerpez, J. Cioffi, S. Galli, G. Ginis, M. Goldburg, M. Monseni: Compatibility of Vectored and Non-Vectored VDSL2, IEEE Conference on Information Sciences and Systems, Princeton, NJ, Mar.21-23, 2012,
- [7] T. Starr, M. Sorbara, J. Cioffi, and P. Silverman, DSL Advances. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall, 2003,
- [8] Les Brown: G.fast for FTTP, ITU presentation september 2012, <http://www.itu.int/en/Pages/default.aspx>

# Pospeševanje prenosnih hitrosti z vektoringom – ovire pri implementaciji

Rok Čotić, Telekom Slovenije, Ljubljana

**Povzetek** — Ta članek pojasni kaj so cilji digitalne agende (EDA) na širokopasovnem področju, kaj morajo evropske države izpolniti do leta 2020 in kako lahko vektoring pripomore k izpolnitvi ciljev. Razloženi so osnovni principi delovanja vektoringa, kakšne hitrosti lahko dosežemo z uporabo vektoringa in kaj je potrebno narediti da bo z implementacijo vektoringa dosežen maksimalen efekt.

**Ključne besede** — vektoring, razvezava podzanke, digitalna agenda, presluh

**Abstract** — This article explains objectives of Digital Agenda for Europe (DAE) on broadband segment, what has to be achieved in European countries until year 2020 and how can vectoring help with achieving objectives. Here is also explained the basic principle of how vectoring works, what are anticipated broadband speeds which can be achieved with vectoring and what has to be done to enable greatest effect of vectoring implementation.

**Keywords** — vectoring, sub loop unbundling, Digital Agenda, crosstalk

## I. UVOD

V tem članku želimo poudariti da so cilji Evropske Digitalne Agende zelo ambiciozni in da je časa za njihovo izpolnitev relativno malo. Zato je potrebno pri njihovi zagotovitvi vzeti v obzir tudi rešitve, ki so vmesni korak do končnega cilja, kateri je seveda optika do doma FTTH. Vektoring je ena izmed takšnih rešitev, ki s pouporabo že zgrajenega bakrenega omrežja, zagotavlja relativno hitro nadgradnjo omrežja do te mere, da so omogočene prenosne hitrosti, ki bodo pomagale izpolnjevati cilje Evropske Digitalne Agende. Za maksimalen efekt vektoringa je smiselna implementacija te tehnologije na skrajšavah oz. podzankah, ob tem pa morajo biti vse linije na podzankah kontrolirane na istem sistemu za vektoring. Čeprav bi bila s tem onemogočena izvedba razvezave podzanke, kar bi na takšnih območjih zniževalo konkurenčnost na infrastrukturnem nivoju, pa se evropske države že odločajo za opustitev te obvezne, saj v preteklih letih na skrajšanih podzankah praktično ni bilo interesa po izvedbi kolokacij.

### A. Cilji Evropske Digitalne Agende EDA

Spoštni cilj digitalne agende je poskrbeti, da bo enotni digitalni trg, ki se opira na hitre in ultra hitre internetne povezave ter interoperabilne aplikacije, dal trajne gospodarske in družbene koristi.

Evropska digitalna agenda je ena izmed sedmih vodilnih pobud strategije Evropa 2020 in je namenjena določitvi ključne vloge, ki jo bo morala igrati uporaba informacijskih in komunikacijskih tehnologij (IKT), če želi Evropa doseči svoje cilje za leto 2020.

Cilj te Agende je začrtati pot, po kateri se bo najbolj izkoristil družbeni in gospodarski potencial IKT, zlasti interneta, ki je nepogrešljiv medij gospodarske in družbene aktivnosti: za sklepanje poslov, delo, igro, komuniciranje in svobodno izražanje. Uspešna izvedba Digitalne Agende bo

spodbudila inovacije, gospodarsko rast in izboljšave v vsakodnevni življenju tako državljanov kot podjetij.

Sektor IKT je neposredno odgovoren za 5 % evropskega BDP, pri čemer je njegova tržna vrednost 660 milijard EUR na leto, k celotni rasti produktivnosti pa prispeva mnogo več (20 % neposredno iz sektorja IKT in 30 % iz naložb v IKT). To je posledica visoke ravni dinamike in inovacij, ki je neločljivo povezana s sektorjem, ter vloge razvoja potenciala, ki jo ima sektor pri spremnjanju načina poslovanja v drugih sektorjih. Danes ima razvoj visoko hitrostnih omrežij enak revolucionarni učinek, kot ga je pred stoletjem imel razvoj električnih in prometnih omrežij.

Za močno gospodarsko rast, ustvarjanje delovnih mest in blaginje ter zagotovitev dostopa državljanov do vsebin in storitev, ki jih iščejo, potrebujemo zelo hiter internet.

Zato je EU postavila cilj, da do leta 2013 vsi Evropejci dobijo dostop do osnovne širokopasovne povezave, prizadeva pa si zagotoviti, da bodo do leta 2020

(i) vsi Evropejci imeli dostop do mnogo večjih hitrosti interneta, ki bi presegale 30 Mb/s in

(ii) v 50 ali več odstotkih evropskih gospodinjstev naročeni na internetne povezave hitrosti nad 100 Mb/s.

Drugače povedano, je potrebno zagotoviti splošno pokritost s širokopasovno povezavo (30 Mb/s) in spodbuditi uvedbo in uporabo dostopovnih omrežij naslednje generacije (NGA), ki bodo omogočale hitro internetno povezavo s hitrostmi nad 100 Mb/s.

### B. Kaj ima s tem vektoring?

Torej, vedno večje zahteve po zmogljivejšem širokopasovnem dostopu so privedle obstoječe xDSL tehnologije do konca zmožnosti razvoja. Na xDSL segmentu je posamezen modem, ki deluje na bakrene parice v večparičnem kablu, dejansko skoraj dosegel kapaciteto kanala prenosnega medija.

Za izboljšanje zmogljivosti prenosa pasovne širine preko sukane bakrene parice so poglavitev naslednje omejitve:

- Izgube zaradi upornosti oz. slabljenja in ostale karakteristike kabla
- Bližnji presluh (Near End Crosstalk, NEXT), ki je povzročen s strani močnega, bližnjega vira ki vpliva na sprejemnik
- Daljni presluh (Far End Crosstalk, FEXT), ki je povzročen s presluhom, ki nastane zaradi elektromagnetnega sklopa med paricami in vpliva na končni signal na drugem koncu parice

Slabljenje je davek bakrenega omrežja in glede na to, da je to omrežje že nameščeno, nimamo možnosti za izboljšanje tega faktorja.

NEXT je bližnji presluh in je njegov vpliv omejen z ustrezno izbiro frekvenčnih planov za sprejem in oddajo signalov. Praviloma so frekvenčni pasovi ločeni med seboj v sprejemni in oddajni strani.

Ostane nam še daljni presluh FEXT. To je motnja, ki jo občutimo na sprejemu zaradi presluha med sukanimi paricami na nasprotnem koncu linije.

Funkcija vektoringu pa je ravno odpravljanje FEXT presluha. Z izničenjem FEXT presluha deluje parica v kablu, skoraj kot samostojna parica, brez vplivov sosednjih paric.

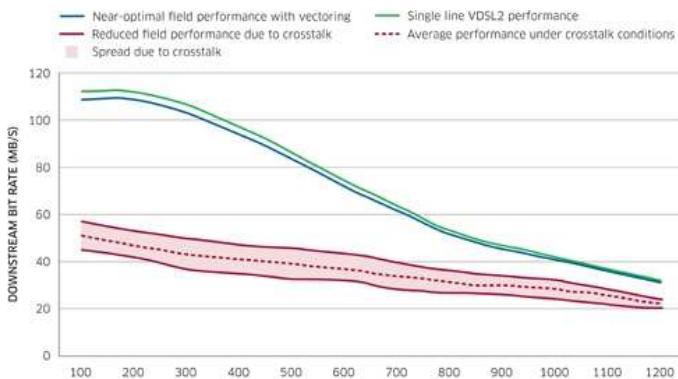
Izničevanje FEXT presluha je definirano v ITU standardu ITU-T G.993.5, imenovanem tudi G.vector.

### C. Princip delovanja vektoringu

V nadaljevanju si bomo podrobneje ogledali kaj je sposoben vektoring zagotavljati in kaj so njegove prednosti predvsem na področju implementacije.

Vektoring omogoča izrabo polne prednosti obstoječih resursov z ustvarjanjem pogojev na terenu, ki se približajo idealnim, tako da lahko vsaka VDSL2 linija deluje po svojih najboljših zmožnostih in s tem omogoča višje prenosne hitrosti. Hitrosti v downstreamu lahko dosežejo 100Mb/s na razdaljah do 400m in 40Mb/s na zankah dolžine do 1000m.

Kot smo že rekli, omogoča to vektoring z odpravo daljnega presluha mer paricami v istem kablu, kar je eden izmed pomembnejših dejavnikov omejevanja dosegljive pasovne širine. V dinamičnem procesu vektoringu stalno meri in odpravlja presluh, tako da lahko linija deluje na dosti večji zmogljivosti (Slika 1).



Slika 1: Dvig prenosnih hitrosti zaradi vektoringu; vir [4]

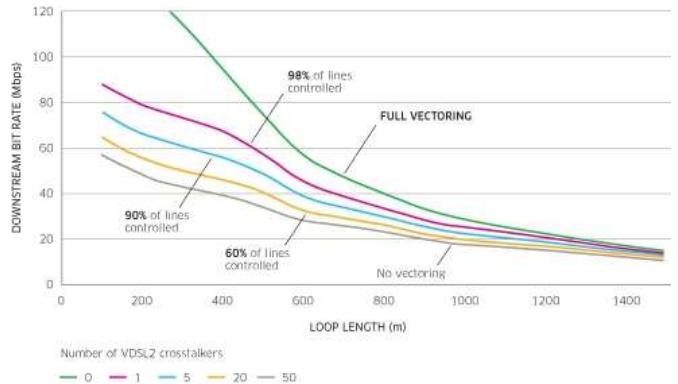
Ker je prefinjena odprava presluha, procesorsko zelo intenzivna naloga, je vektoring omejen na manjše število linij (tipično nekaj sto). Tipično je primeren za FTTx objekte, kjer so v izračune zajete vse linije v kablu.

Vektoring ni metoda za dvigovanje teoretičnega maksimuma prenosnih hitrosti linij. Je metoda izničevanja presluha, ki omogoča, da se ponudnik širokopasovnega dostopa, približa maksimalni hitrosti linije pri vsakdanjih razmerah v omrežju.

V večini primerov so telefonske linije, ki prenašajo VDSL2 signale, del kablov, kapacitet od 10 do več 100 linij, ki so nameščene ena ob drugi. Bližina linij povzroča presluhe med linijami in več kot je linij, več je presluhov. Presluh je poglaviti razlog zakaj linije na terenu dosegajo bistveno manjše prenosne hitrosti od teoretičnih maksimumov.

Vektoring omogoča, da se vsaka linija v kablu obnaša kot bi bila edina, torej brez presluhov.

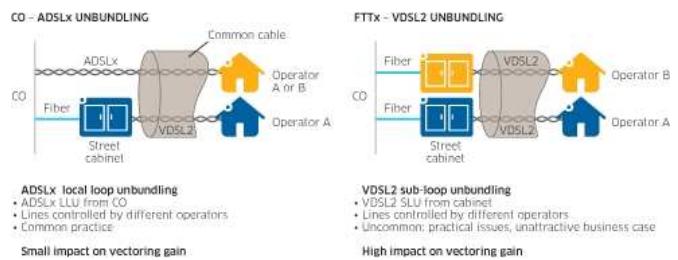
Za doseganje najboljših rezultatov, mora vektoring sistem nadzirati in kontrolirati vse VDSL2 linije v posameznem kablu. Presluh nekontroliranih VDSL2 linij ostane nekorigiran, kar zmanjša prednosti izničevanja presluha vektoringu na ostalih linijah (Slika 2). Več kot je nekontroliranih VDSL2 linij, manjše so prednosti vektoringu. Točen vpliv je težko predvideti, saj se spreminja od linije do linije. Če bo nekontrolirana linija zelo vplivala na ostale linije, bo vpliv na znižanje pasovnih širin vektoriziranih linij velik. Obratno bo v primeru, ko bo nekontrolirana linija malo vplivala na ostale linije vpliv na znižanje pasovne širine vektoriziranih linij manjši.



Slika 2. Povišanje zmogljivosti linij zaradi vektoringu se nižajo z večanjem števila nekontroliranih linij; vir [4]

### D. Učinki fizične razvezave podzanke

V primeru, ko regulatorne zahteve predpisujejo fizično razvezavo linij, pa je verjetno, da vseh linij v kablu ne bo mogoče nadzirati z vektoringom. Da bi razumeli, kako to vpliva na vectoring, je potrebno razlikovati dva primera razvezave lokalnih zank. Prvi je razvezava zanke na centralni lokaciji (CO), na spodnjem primeru prikazan kot ADSLx razvezava lokalne zanke, drugi pa je razvezava zanke na skrajšavi (street cabinet), na spodnjem primeru prikazan kot VDSL2 razvezave podzanke (Slika 3).

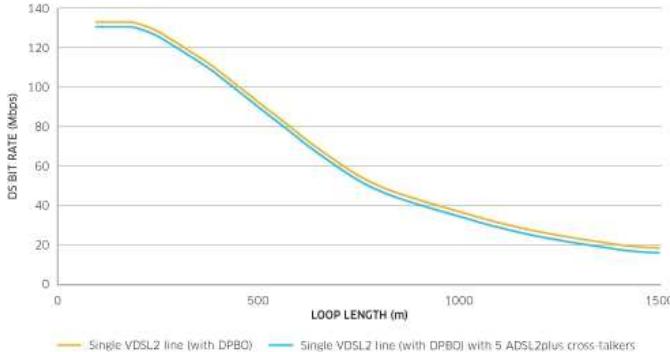


Slika 3. Tipa fizične razvezave ADSLx LLUna centralni lokaciji in VDSL2 SLU na podzanki: vir [4]

### E. Vpliv razvezave na centralni lokaciji

Razvezava na nivoju lokalne zanke je danes splošno uveljavljena. Pri izgradnji skrajšav pa se zgodi scenarij, ko linije iz centralne lokacije (večinoma ADSLx) delijo iste kable kot linije iz skrajšave in s tem vplivajo ene na druge. Vendar ta scenarij ni problematičen, saj imajo razvezane zanke iz centralne lokacije majhen vpliv na pridobitve dviga hitrosti, ki jih zagotovi vektoring. Signali iz centralne lokacije načeloma v spektru nad ADSLx nivojem zelo oslabijo, to pa je prav spekter, ki ga vektoring najbolj izkoristi za svoje pridobitve.

Pravzaprav je ta problem vplivanja VDSL2 signalov iz skrajšave na večinoma ADSLx signale iz centralne lokacije, rešen že v sami osnovi delovanja VDSL2 in sicer z uvedbo omejevanja moči na posameznih nosilcih (PSD - Power Spectral Density). Ta tehnika je znana pod imenom DPBO (Downstream Power Back-off) in je standarden postopek pri vključevanju VDSL2 linij na skrajšavah. Tipično bo vpliv, ki ga imajo linije iz centralne lokacije, na dobitke, ki ga prinaša vektorizing na skrajšavi, pod desetimi procenti (Slika 4).

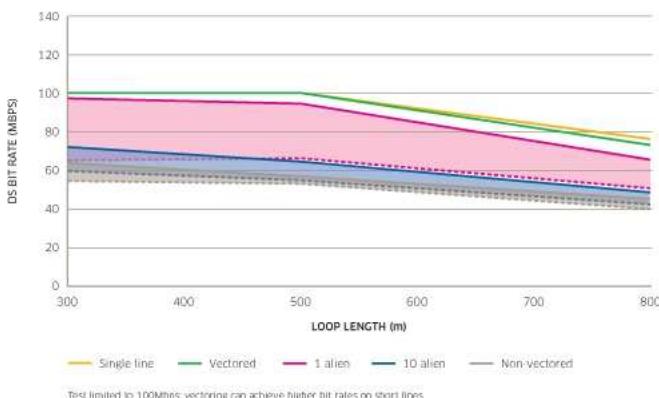


Slika 4. Majhen vpliv ADSLx iz centralne lokacije na vektorizirane VDSL2 liniji na podzanki (simulacija): vir [4]

#### F. Vpliv razvezave na podzanki

Razvezava na nivoju podzanke lahko povzroči bistveno znižanje prednosti, ki jih prinaša vectoring. Presluha med VDSL2 linijami, ki se zaključujejo pri različnih ponudnikih na samostojnih DSLAMih, ni mogoče izničiti. VDSL2 linije uporabljajo namreč isti frekvenčni spekter in z omejevanjem presluha preko mehanizma PSD direktno vplivamo na občutno zmanjšanje dosegljivih prenosnih hitrosti. Če želimo priti do višjih prenosnih hitrosti na skrajšavah, je uporaba vektoringa obvezna, razvezava lokalne podzanke, pa bi morala biti tu omejena na dostop preko podatkovnega toka (bitstream).

Vpliv fizično razvezanih podzank je natančno težko določljiv, je pa velika verjetnost da bo precejšen. Odvisen je od števila linij, ki bi jih vključevali izven vektoringa in od njihovega presluha na vektorizirane parice, kar je določeno s pozicijo posamezne parice v kablu (Slika 5).

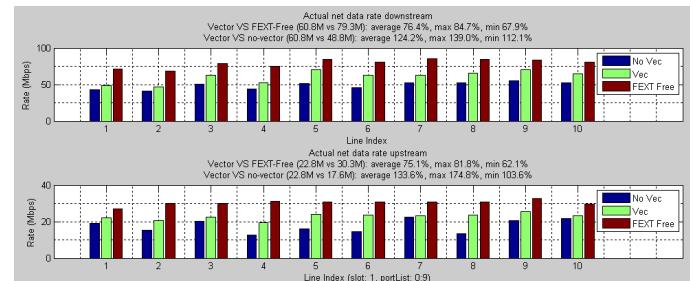


Slika 5 Nevektorizirane linije zmanjšujejo efekt vektoringa in vplivajo na nepredvidljivost dosegljivih hitrosti : vir [4]

Kot primer lahko podamo rezultate meritve izvedenih v Laboratoriju Telekoma Slovenije. Meritve so se izvajale na umetni liniji z desetimi paricami, kjer smo na prvi dve parici vključili nekontrolirane VDSL2 modele na preostalih 8 pa vektorizirane. Slika 6 prikazuje stanje, ko smo pustili, da se

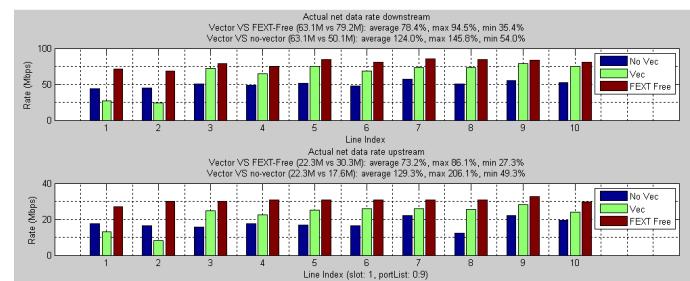
nekontrolirani liniji sinhronizirata na maksimalno hitrost in s tem izkoristita celoten spekter profila, ki jima je bil na voljo. Tako v največji možni meri vplivata na vse preostale linije, ki so vektorizirane, kar se tudi pozna pri znižanih hitrosti na vektoriziranih linijah. Na sliki 7 sta nekontrolirani liniji vključeni v načinu, kjer jim omejimo PSD masko, tako da ne koristijo celotnega spektra in tako tudi manj vplivajo na vektorizirane linije. Rezultat so višje hitrosti na vektoriziranih linijah.

#### 800m-fast-1&2-auto



Slika 6 vpliv prvih dveh nevektoriziranih linij na vektorizirane

#### 800m-fast-1&2-limit



Slika 7 omejen vpliv prvih dveh nevektoriziranih linij na vektorizirane

Vektoring je torej možno uspešno uporabljati v večoperatorskih okoljih. Vpliv signalov iz centralne lokacije na vektorizirane linije na skrajšavi (podzanki) je majhen. Za maksimalen efekt vektoringa, na skrajšavi morajo biti vse VDSL2 linije v kablu vključene v isti vectoring sistem, kar narekuje odpravo fizične razvezave na podzanki, še vedno pa seveda lahko ostane obveza bitnega toka.

Do takšnih ugotovitev je prišlo tudi več evropskih regulatorjev, ki so odpravili oz. razmišljajo o odpravi obvez fizične razvezave na podzanki. Morda tudi iz razloga, ker razvezava podzanke v praksi ni nikjer resnično zaživelja, saj so to praviloma manjše lokacije, kjer je že enemu samemu operaterju težko izpeljati pozitiven poslovni model, kaj šele, če bi se za iste naročnike potegovala dva ponudnika. Ukinitev obvez razvezave podzanke je v nekaterih državah Evropske Unije že sprejeta. To so Belgija, Nizozemska, Danska, Irska, Nemčija in Velika Britanija, ostale države pa delajo na tem, da bi se obveza razvezave na podzanki ukinila.

Dodatna pouporaba bakrenega omrežja je hitra in izvedljiva rešitev, ki bi bistveno pripomogla k izpolnitvi ciljev Evropske Digitalne Agende EDA. Danes nam lahko vectoring omogoči dostop preko podatkovnega toka naslednje generacije, ki bo pripeljal prednosti vektoringa vsem željnim velikim prenosnih hitrosti, obenem pa bo ponudnikom omogočil fleksibilnost in kontrolo, ki jo potrebujejo za diferenciacijo svoje ponudbe. Vectoring je

tako lahko vmesna stopnja do končnega cilja FTTH, h kateremu vsi stremimo.

#### LITERATURA

- [1] Sporočilo komisije evropskemu parlamentu, svetu, evropskemu ekonomsko-socialnemu odboru in odboru regij: Evropska digitalna agenda
- [2] ITU-T G.993.5IEEE
- [3] Boosting VDSL2 Bit Rates with Vectoring  
<http://www2.alcatel-lucent.com/techzine/boosting-vdsl2-bit-rates-with-vectoring/>
- [4] VDSL2 Vectoring in a Multi-operator Environment – Separating Fact from Fiction  
<http://www2.alcatel-lucent.com/techzine/vdsl2-vectoring-in-a-multi-operator-environment-separating-fact-from-fiction/>
- [5] <http://www.t-regis.com/index.php/2012/10/30/vectoring-and-potentialpartial-phasing-out-of-copper-sub-loop-unbundling-obligations-full-text-of-eu-nras-actual-decisions/>
- [6] <http://www.thinkbroadband.com/news/5491-broadband-forum-holds-plug-fest-to-show-future-that-is-vectoring.html>
- [7] <http://www.bloomberg.com/news/2013-04-09/deutsche-telekom-wins-watchdog-approval-for-faster-web.html>



Rok Čotić je začel svojo kariero 1997 v investicijskem oddelku Telekoma Slovenije. Najprej je bil odgovoren za TDM omrežje, kasneje CTX in xDSL. Leta 2006 je uspešno zaključil študij MBA in v letu 2007 postal vodja oddelka za dostopovne elemente. V letu 2013 je postal koordinator za dostopovne elemente.

# Multipleksiranje optičnih signalov v mestnih dostopovnih omrežjih

Klaus Samardžić, Smart Com d.o.o., Ljubljana

**Povzetek** — V sodobnih družbah je migracija prebivalstva v velika mestna središča neprekinjen pojav. Večina družbene blaginje se ustvari v mestnih središčih z razvojem, proizvodnjo in ponujanjem storitev. Informacijsko komunikacijska infrastruktura je pri tem od bistvenega pomena. Polovica evropskih gospodinjstev za katere Digitalna Agenda razvojne strategije Evrope 2020 predvideva priključke s hitrostjo 100 Mb/s ali več bo v največji meri v večjih mestnih središčih. V prispevku so podane lastnosti WDM-PON (Wavelength Division Multiplexing for Passive Optical Networks) tehnologij in možne implementacije v Operaterskih Ethernet (Carrier Ethernet) mestnih dostopovnih omrežjih za ponudnike komunikacijskih storitev, podjetja, državne in javne institucije. Pri tem je posebna pozornost namenjena sinergiji z radijskimi dostopovnimi omrežji. S pravočasno uporabo WDM-PON dostopovnih omrežij se zmanjšajo investicijski cikli in s tem zviša ekonomičnost ponujanja komunikacijskih storitev.

**Ključne besede** — WDM-PON, Operaterski Ethernet, LTE, Transport Networks

**Abstract** — We are witnessing a continuous migration of the population toward large cities. Wealth of a Nation is predominantly dependent on the production and services in large urban areas. The information infrastructure is one of the key elements enabling the efficient interaction between the subjects engaged in the processes. The European Digital Agenda for the year 2020 would like to have half of the households interconnected with (more than) 100 Mb/s. This households will predominantly be in large urban areas. To achieve this target one of the approaches is to implement Carrier Ethernet and WDM-PON technologies in the urban areas by the Network operators, Public institutions and Enterprises. The synergy with radio access technologies is necessary for an efficient communication solution offering personalised services. With the early implementation of WDM-PON aggregation-access networks it is possible to reduce the number of investment cycles in the network infrastructure and increase the value of the investment.

**Keywords** — WDM-PON, Carrier Ethernet, LTE, Transportna omrežja

## I. UVOD

Digitalna agenda Evropske skupnosti, ki je podala cilje za svoje članice je odziv na svetovne gospodarske izzive, ki jih kot kaže na drugih celinah bolj obvladajo. Že sama določitev ciljev je zbudila pozitivne odzive saj brez postavljenih ciljev ni možno napredovati. Včasih je očitno potrebno več kot samoregulacija tržišča. Nekaj planskega gospodarstva, ki ni preveč rigidno v svojih načrtih omogoči koncentracijo investicij in energije v pravo smer. Pri tem je bistveno zahteve sprejeti »z zrnom soli«. V našem primeru to pomeni smiselno ovrednotenje postavljenih ciljev v skladu z lokalnimi pogoji. Razvitost gospodarstva, geografski in socialni pogoji so tisti, ki določajo način in obseg ponujanja komunikacijskih storitev v posamezni družbi. Priče smo stalni migraciji populacije v mestna središča. Informacijski procesi so vse bolj osebni in mobilni. Postavi se vprašanje ali ni najbolj smiselno planirati dostopnost do posameznika, ki je del skupnosti? Statistično gledano je dnevno gibanje večine prebivalstva precej regularno in ponovljivo. Po rezultatih določenih analiz opravljenih s pomočjo Interneta kot »največjega senzorja« menda bolj predvidljivo kot gibanje subatomskih delcev [1]. Komunikacijska omrežja naj bi posameznikom omogočila dostop do informacij in interaktivno delovanje v skladu s potrebami na delovnim

mestu, pri osebnih interesih, znotraj družine in pri sodelovanju z lokalno skupnostjo. V Sloveniji je izrazita dnevna migracija v nekaj urbanih središč. Večina družbene blaginje se ustvari v urbanih središčih z razvojem, proizvodnjo in ponujanjem storitev. Fokus razvoja omrežja naj bi bil ravno na urbanih središčih. Potrebe po komunikacijskih storitev izven urbanih središč so drugačne. Polovica Evropskih gospodinjstev za katere Digitalna Agenda razvojne strategije Evrope 2020 predvideva priključke s hitrostjo 100Mb/s ali več bo v največji meri v večjih mestnih središčih. Kako najbolj učinkovito zgraditi komunikacijsko omrežje, ki se prilagaja dnevnim potrebam posameznika v takšnem okolju?

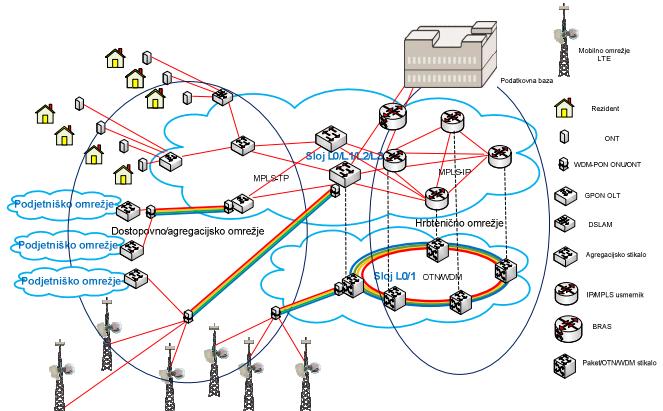
## II. EKOSISTEM RAZLIČNIH KOMUNIKACIJSKIH TEHNOLOGIJ

Pri izbiri komunikacijskih tehnologij je izbira kar pestra. Slovenija, kot del komunikacijsko razvitetih Evropskih dežel razpolaga z obsežno mrežo infrastrukture bakrenih kablov. V skladu s komunikacijskimi sistemi (analogna telefonija in ISDN telefonija) za katere je infrastruktura bila postavljena je dostopno omrežje imelo doseg od nekaj sto metrov do nekaj kilometrov (< 6 km). Pričakovati je, da bo lastnik poskušal izkoristiti obstoječo infrastrukturo v največji možni meri. Najnovješe tehnologije omogoča pri kratkih razdaljah kapacitete primerljive z GPON (Gigabit Passive Optical Network) sistemi. V Sloveniji obstaja tudi razvijano omrežje kabelskih operaterjev, ki jih je vse manj saj je proces združevanja v polnem teku. V tem okolju je tehnologija DOCSIS 3.x (Data Over Cable Service Interface Specification) še vedno najbolj učinkovita. Zanimiv je položaj alternativnih operaterjev in ponudnikov storitev saj so vse tehnološke opcije odprte, edino vprašanje, ki se postavi je vprašanje potrebnih investicij. Operaterji mobilnih omrežij so pred posebnim izzivom. Kako s pomočjo LTE (Long Term Evolution) tehnologij zgraditi omrežje, ki lahko ponudi dovolj kapacitete v agregacijskem in dostopovnem omrežju za prenos podatkov iz »komunikacijskega oblaka« in ponudi konkurenčne storitve posamezniku tudi v primeru, ko mobilnost ni od pomena. Se pravi kako zaokrožiti svoj storitveni paket.

Za ocenitev možnosti posamezne tehnologije ni smiselno primerjati trenutno stanje (posnetek) temveč primerjati med dinamičnimi spremembami (videosekvence) razvoja, ki so predvidljive za omenjene tehnologije. Pri tem se kot parametri postavijo zahteve uporabnikov storitev in model omrežja določen s strani ITU-T Y2001 [2]. Ena od bistvenih smeri v razvoju omrežja je zlivanje dostopovnega in agregacijskega omrežja in večja razdalja med uporabnikom in centrom iz katerega se ponuja storitev. Ta je pri fiksnih omrežjih več kot 20 kilometrov. Pri alternativnih ponudnikih je tudi bistveno večja saj je število centrov za ponujanje storitev omejeno zaradi potrebne visoke investicije. Najeta ali zgrajena infrastruktura optičnih kablov zagotavlja manjše stroške obratovanja. Kot dokaz naj navedemo da večji Evropski operaterji v Nemčiji, Veliki Britaniji, na Irskem in drugod planirajo bistveno zmanjšanje centrov za ponujanje storitev zahvaljujoči večjem področju pokrivanja iz posameznega centra.

Operaterji mobilnih omrežij in alternativni operaterji so najbolj dovetni za nove sistemskie rešitve. Gonilo razvoja omrežja je hitra rast podatkovnega prometa. Implementacije novih tehnologij, ki omogočajo manjše investicije in obratovalne stroške je edini način za zagotovitev rasti in ohranitev konkurenčnosti.

Kako je z optičnimi dostopovnimi tehnologijami in radijskimi tehnologijami? Smiselno je poiskati sinergijo v tehničkih rešitvah ponujanja komunikacijskih storitev. Prednosti so namreč komplementarne. S pravilno zasnovno je mogoč preseči pomanjkljivosti ene in druge tehnologije. Pri tem se optični dostopovni sistemi v kombinaciji z LTE in Wi-Fi tehnologijami pokažejo kot dolgoročno najboljša investicija.



Slika 1: Omrežje ITU-T Y.2001 z WDM-PON

### III. STORITVE ZA MOBILNE UPORABNIKE

Večina operaterjev je mnenja do so majhne celice (small cells) ena od najbolj pomembnih lastnosti LTE tehnologije. Predvideva se, da bo število majhnih celic v obratovanju konec leta 2012 višji od števila makro celic (6,4 milijonov nasproti 6 milijonov). Small Cell Forum [7] redno spreminja razvoj tržišča. Tri poglavitna vzroka zakaj mobilni operaterji uporabljajo majhne celice so razbremenitev makro celice, zvišanje globine pokrivanja in bolj kvalitetna izkušnja uporabnika (QoE - Quality of Experience). V primeru razbremenitve operaterji znotraj makro celice uporabijo v povprečju 6 majhnih celic. V primeru boljšega pokrivanja se uporabi do 10 majhnih celic znotraj makro celice. V tretjem primeru se lahko uporabi od 5 do 30 majhnih celic v

odvisnosti od pomena in razporeditve uporabe znotraj makro celice. Tehnologije za realizacijo majhne celice so Wi-Fi ali LTE. Wi-Fi lahko ponudi višje maksimalne kapacitete prenosa. LTE se pri vseh drugih parametrih bolj izkaže. Od dosega, ki je okrog petkrat večji v primerjavi z Wi-Fi, do višje zanesljivosti delovanja saj dela v licenčnem pasu za razliko od Wi-Fi, ki svoj frekvenčni pas »deli« z drugimi napravami, kot recimo CCTV kamerami.

Eden od izzivov pri postavitvi sodobnega LTE omrežja z uporabo makro in majhnih celic je agregacijsko-hrbtenično omrežje. Zaradi zahtev delovanja mobilnih omrežij je od izrednega pomena sinhronizacija takta in časa ter simetričnost delovanja. Zakasnitev signala v omrežju naj bi bila čim manjša in brez tresenja (jitter) signala. Postavi se vprašanje katera kombinacija optičnih in transportnih tehnologij lahko zagotovi najmanjše investicijske in obratovalne stroške (Capex in Opex). Rešitev je v Operaterskem Ethernetu [9] in optičnem multipleksiranju signala. Pri optičnem multipleksiranju signala je CWDM (Corse Wavelength Division Multiplexing) ali WDM-PON (Wavelength Division Multiplexing-Passive Optical Network) zaradi simetričnosti prenosa in zagotovljenih kapacitet najboljša izbira. Optimalni vmesnik med optičnim in radijskim sistemom je 1 GEthernet. Izbira vmesnika je narejena prvenstveno na osnovi kvalitete prenosa vmesnika. Zagotovljena kvaliteta komunikacijske storitve različnih Ethernet vmesnikov je med sabo zelo različna saj v osnovi gre za različne tehnologije, ki so bili privzete s strani Ethernet Task Force pri določitvi novih standardov. Pri vmesnikih z manjšo hitrostjo od 1 GEthernet je zelo težko zagotoviti sinhronizacijo ITU-T Rec. G.8261-2-4 in kvaliteto komunikacijske storitve. Osnova Etherneta je namreč statistično multipleksiranje okvirjev (paketov) signalov, kar deluje če je dovolj kapacitete za dodatni promet na vmesniku. Tudi zakasnitev okvirjev se pri večji kapaciteti vmesnika zmanjšajo saj se vmesni polnilnik (buffer) manj napolni.

### IV. REŠITEV ZA PODJETJA, DRŽAVNE IN JAVNE USTANOVE

Če sledimo dnevni ritem posameznika vidimo da je tisti čas namenjen delu najbolj zahteven do komunikacijskih omrežij. Do posameznika se dospava posredno, skozi podjetniško omrežje, omrežje javnih ustanov in omrežje državnih organov. Za zagotovitev zadostnih kapacitet in možnosti interaktivnega delovanja skozi omrežje je optična infrastruktura nujnost. Pri takšnih povezavah naj bi vmesnik med lokalnim omrežjem in operatorskim omrežjem bil 1 GEthernet ali 10 GEthernet. Kako učinkovito zagotoviti takšne kapacitete v omrežju? V hrbteničnem omrežju z uporabo koherentnih linijskih signalov OTU-4 (Optical Transport Unit) za prenos 100 GEtherneta in DWDM multipleksiranjem. V dostopovnih in agregacijskih omrežjih s CWDM in WDM - PON sistemi. Z linijskimi signalni 1GEthernet in 10 GEthernet. Pri večjih razdaljah in uporabi optičnih ojačevalnikov z OTU-2 linijskimi signalni za prenos 10 GEthernet.

Sistemi za prenosa po bakrenih paricah in DOCSIS 3.x (Data Over Cable Service Interface Specification) zmanjšajo časovno okno konkurenčnosti za GPON (Gigabit Passive Optical Network) in XGPON sisteme do takšne mere, da je ciklus nadgraditve opreme prehiter in se postavi pod vprašaj dobičkonosnost investicijskih sredstev. Scenariji nadgraditve

iz GPON na XGPON ter TWDM-PON (Time...) , ki je sestavljen iz XGPON sistemov na različnih valovnih dolžinah na istem optičnem vlaknu zahteva različne elemente za različne uporabljene valovne dolžine, kar lahko občutno podraži ONU ( Optical Network Unit). Omenjeni sistemi imajo svoj namen v ruralnih okoljih in pri ponujanju storitev večjemu številu rezidenčnih uporabnikov z najmanjšo investicijo v opremo. Pri tem je potrebno preudarno izbrati sistem s katerim se realizira prvotno omrežje saj je nadgraditev med GPON , XGPON in TWDM-PON povezana s pravilno izbiro svetlobnega razcepnika in z dodatnimi moduli (recimo filtri) na ONU (Optical Network Unit) enotami [5]. Posegi potrebnii za nadgraditev so lahko občutni v primeru spremembe na vsaki ONU lokaciji.

V urbanem okolju ponuja Operatorski Ethernet v kombinaciji s CWDM ali WDM-PON tehnologijo na fizičnem sloju OSI sistema bistvene prednosti pri ponujanju storitev podjetjem in javnim ustanovam. Še posebej če se uporabi tudi za zbiranje prometa iz makro in majhnih celic LTE mobilnega omrežja. Lastnosti in prednosti uporabe so podani v [2]. Za učinkovito uporabo WDM- PON sistemov je bistvena veliko število uporabnikov. Saj sistem pri majhnem številu priključenih uporabnikov ni konkurenčen.

## V. WDM – PON SISTEMI

Kakšne lastnosti naj bi imelo dostopovno optično omrežje v urbanih mestnih središčih? Zagotavljanje zahtevane kapacitete prenosa, zagotavljanje kvalitete prenosa, varnost uporabniških podatkov, simetričen prenos, možno kombiniranje različnih dostopovnih tehnologij, učinkovito izkoriščanje infrastrukture optičnih kablov, uporaba standardnih elementov. Nabor zahtev se lahko podaljša. Vrstni red je odvisen od sogovornika. Tisti parameter, ki določi kateri lastnosti se je uporabnik ali operater pripravljen odpovedati je potrebna investicija in strošek obratovanja. Na tržišču je nekaj različnih sistemov WDM-PON. Skupno je to, da je vsaki komunikacijski storitvi pri prenosu skozi isto parico optičnega vlakna namenjena posebna valovna dolžina (optični kanal). Na OSI sloju L2 vsi sistemi uporabljajo tehnologijo Etherneta. V bistvu gre za stikala, ki uporabljajo Operatorski Ethernet is so ustrezna za graditev MAN (Metro Ethernet Networks) [2]. Med sabo se bistveno razlikujejo na fizičnem sloju OSI ( Open System Interface) sistema. SFP (Small Form Package), ki se uporablja za opto električno pretvorbo in se vgrajujejo v module, ki vsebujejo funkcionalnosti na višjih OSI nivojih naj bi bili neodvisni od valovne dolžine. Se pravi brez v naprej določene valovne dolžine »barve« (non colored) svetlobe pri kateri delujejo. To je pomembno saj je na ta način enak SFP možno uporabiti za katerikoli optični kanal. Danes so dobavljeni WDM- PON sistemi s tako imenovano semensko (seed) svetlobo in 40 optičnimi kanali, ki se na optični kabel priključijo skozi AWG (Array Waveguide Gratings) optični multipleksler. S semensko svetlobo se povzroči delovanje svetlobnega vira v SFP modulu na ustrezni valovni dolžini (optičnem kanalu). ITU-T je februarja leta 2012 določil novi standard za WDM-PON sisteme s semensko svetlobo G.698.3. Predvsem so določeni optični kanali po katerih sistem lahko deluje. Obenem je standard dovolj odprt tako da lahko različni proizvajalci ponujajo svoje rešitve, ki se razlikujejo glede vira svetlobe, načina generiranja semenske svetlobe in izvedbe sistema. Zaradi tega se razlikujejo tudi lastnosti

sistema in način implementacije. Eden od najbolj elegantnih načinov realizacije semenske svetlobe je opisan v literaturi [4]. Stevilo elementov je minimalno, na obeh koncih optične povezave se uporabi enak opto električni modul. AWG z vgrajenimi zrcali na optičnih kanalih je nekakšen zunanj del sistema, ki zagotavlja generacijo optičnega signala ustrezne valovne dolžine iz prvotno širokopasovnega signala. Prvotni signal generira RSOA (Reflective Semiconductor Optical Amplifier), ki se uporablja kot vir moduliranega optičnega signala. Pri takšnem načinu delovanja so parametri sistema odvisni tudi od razdalje med AWG multiplekserjem in RSOA virom signala. V primeru uporabe tega sistema ni možno uporabiti optične kanale na AWG multiplekserju za prenos drugih signalov.

Druži način, ki kot vir moduliranega optičnega signala uporablja IL-FP-LD ( Injection Locked Fabry Perot Laser Diode) [6] uporablja poseben vir širokopasovnega optičnega signala, ki se preko optičnih povezovalnikov - cirkulatorjev usmeri skozi AWG v posamezne IL-FP-LD svetlobne vire. Pri prehodu skozi AWG se ustvari potrebna semenska svetloba. Sistem na obeh koncih uporablja enak opto električni modul v SFP formatu. Takšne SFP module je možno vgrajevati tudi v stikala drugih proizvajalcev saj gre za element s standardiziranim električnim vmesnikom. Pri delovanju v zvezi je na drugem koncu potrebno vgraditi enak SFP modul istega proizvajalca. Zahvaljujoči uporabi cirkulatorja na optični liniji je zveza prehodna tudi za druge optične signale saj so uporabljeni AWG multipleksjerji z valovnimi dolžinami v ITU-T standardiziranem C obsegu. Dodatni element pri takšnem prenosu je generator semenske svetlobe in optični cirkulator, ki sta posebna modula. Vgrajujeta se v posebno ohišje ali v ohišje v katerem se nahajajo moduli s funkcijo Ethernet stikala z SFP opto električni pretvorniki za generiranje WDM signala in AWG filtri.



Slika 2: Modul za generacijo »seed« svetlobe in modul optični povezovalnik ter WDM-PON SFP modul proizvajalca [www.transmode.com](http://www.transmode.com)

## VI. SKLEP

Dostopovno omrežje je od izrednega pomena za omrežnega operaterja. Lastnosti dostopovnega omrežja določijo kvaliteto izkušnje (QoExperience) uporabnika in s

tem njegovo »lojalnost« do operaterja. Investicije potrebne za implementacijo sistema in stroški obratovanja določijo ceno, ki jo uporabnik plačuje in s tem konkurenčnost omrežnega operaterja na tržišču komunikacijskih storitev. Podane lastnosti WDM-PON (Wavelength Division Multiplexing for Passive Optical Networks) tehnologij določijo možne implementacije v Operaterskih Ethernet (Carrier Ethernet) urbanih dostopovnih omrežjih za ponudnike komunikacijskih storitev, podjetja, državne in javne institucije. Pri tem je posebna pozornost namenjena sinergiji z radijskimi dostopovnimi omrežji.

S pravilno izbiro WDM-PON sistema in skrbnim načrtovanjem je možno zagotoviti enostavnost implementacije sistema in ohraniti odprtost dostopovnega omrežja za optične signale, ki so v skladu s standardom G.698.3 za C optični pasovni obseg delovanja.

S pravočasno uporabo WDM-PON dostopovnih omrežij se zmanjšajo investicijski cikli in s tem zviša ekonomičnost ponujanja komunikacijskih storitev.

#### LITERATURA

- [1] Stephen Wolfram über Facebook: Menschen sind vorhersagbarer als Elementarteilchen „SPIEGEL ONLINE - Netz Welt“ - 27.04.2013.
- [2] SPARC, ICT-2, 58457, Deliverable D2.1, [http://www.fp7-sparc.eu/assets/deliverables/SPARC\\_D2.1\\_Initial\\_Definition\\_of\\_use\\_cases\\_and\\_carrier\\_requirements\\_v3.0.pdf](http://www.fp7-sparc.eu/assets/deliverables/SPARC_D2.1_Initial_Definition_of_use_cases_and_carrier_requirements_v3.0.pdf)
- [3] Impact of seed source power on dispersion limited maximum reach in WDM-PONs using broadband light source seeded optical sources, Chul Han Kim, University of Seoul, South Korea, 2012.
- [4] System evaluation of economic 16/32ch 1.25Gbps WDM-PON with self-seeded RSOA, Yiran Ma,, Dekun Liu, Jingwen Yu, and Xiaomu Wang, China Telecom Beijing Research Institute, Beijing, China, 2012.
- [5] Optical Access Network Migration from GPON to XG-PON, Bostjan Batagelj, Jurij Tratnik, Luka Naglic, University of Ljubljana; Vitalii Bagan, Yury Ignatov, Maxim Antonenko, Moscow Institute for Physics and Technology; ACCESS 2012, 2012
- [6] A WDM-PON with a 40 Gb/s ( $32 \times 1.25$  Gb/s) capacity based on wavelength-locked Fabry-Perot laser diodes, Sil-Gu Mun, Jung-Hyung Moon, Hoon-Keun Lee, Jun-Young Kim, and Chang-Hee Lee, School of Electrical Engineering & Computer Science, Korea Advanced Institute of Science and Technology, Korea, 2008.
- [7] <http://www.smallcellforum.org/resources-reports>
- [8] <http://www.transmode.com/en/technologies/native-packet-optical-2-0/mpls-tp>
- [9] Arhitekture in protokoli v velemestnih omrežjih pri ponujanju komunikacijskih storitev za računalništvo v oblaku; Klaus Samardžić , Duncan Ellis, Vitel delavnica, 2011
- [10] FTTx PON Technology and Testing, Andre Girard, EXFO, 2005



**Klaus Samardžić** univ. dipl. ing. se je po študiju na Elektrofakulteti v Ljubljani ukvarjal z razvojem linjske digitalne komunikacijske opreme v podjetju Elektrozveze d.d.. Navdušen nad optičnim prenosom je v podjetju Fotona d.d. vodil razvojni tim za optični linjski sistem, ki je bil implementiran v Sloveniji in Sovjetski zvezni. S pojavom novih tehnologij je dizajniranje omrežij postalo izliv. Dizajniral je nekaj SDH omrežij v Sovjetski zvezni in bil vključen v projektno upravljanje. Od leta 2000 dela v Smart Com d.o.o. Na začetku pri implementaciji novih omrežnih tehnologij v regiji in kasneje kot produktni vodja za transportne sisteme z OTN in Carrier Ethernet tehnologijo. Dizajniral je OTN/WDM transportna omrežja za Telemach d.d., T2 d.o.o., Amis d.d.

# Kabelska omrežja kot NGN

Vasja Krotko, Telemach d.o.o., Ljubljana

**Povzetek** — Članek o tem, kako največji kabelski operater v Sloveniji, Telemach d.o.o., in drugi kabelski operaterji v Sloveniji dosegajo, oziroma uresničujejo Digitalno agendo, ki si jo je zastavila Evropska Unija.

**Ključne besede** — Telemach, kabelski operaterji, kabelska omrežja, Digitalna Agenda, NGN, VITEL 2013

**Abstract** — The article is about how the largest Slovenian cable operator Telemach d.o.o. and other cable operators in Slovenia are realizing the EU's Digital Agenda 2020.

**Keywords** — Telemach, Cable, Operator, Network, Digital Agenda, NGN, VITEL 2013

## I. UVOD

Telemach d.o.o. kot največji kabelski operater v Sloveniji v pričujočem prispevku, predstavlja svoj pogled na uresničevanje Digitalne agende, ki jo je zastavila Evropska Unija. Pokazali bomo, da kabelski operaterji nismo le pripravljeni na izzive, ki jih Digitalna agenda zastavlja, temveč jih že danes dosegamo in presegamo.

## II. STANJE TRGA ŠIROKOPASOVNEGA DOSTOPA

V svetovnem merilu si največji kos pogače širokopasovnih povezav odrežejo ponudniki DSL, ki imajo skupaj kar 60,4 % trga, z 19,3 % trga jim sledijo kabelski operaterji, 14,3 % imajo ponudniki FTTx povezav, malce več kot 5 % pa imajo skupaj ponudniki pravega FTTH, satelitskega in mobilnega dostopa ter ponudniki drugih oblik širokopasovnega dostopa.

V Sloveniji je slika nekoliko drugačna, dostopa xDSL je manj kot v svetu in zadnji dve leti tržni deleži upadajo, medtem ko ponudniki kabelskega širokopasovnega dostopa, dostopa FTTH in širokopasovnega dostopa preko drugih tehnologij rastejo v tržnih deležih. V Sloveniji je opazna rast dostopa FTTH v gospodinjstvih.

## III. KABELSKA OMREŽJA NEKOČ, DANES IN JUTRI

Kabelska omrežja v Sloveniji so večinoma gradili navdušenci, ki so običajno začeli tako, da so v svojem bloku do vseh sosedov potegnili koaksialne kable, po katerih so do njih prenašali izključno televizijske programe. Šlo je za majhna nepovezana omrežja, ki pa so se sčasoma širila in združevala. Način, na kakršnega se je postopek odvijal, je v svetovnem merilu precej neobičajen, saj običajno neko veliko podjetje izgradi sistem, v njem ponuja svoje storitve in ga širi. V teh časih ni nikče razmišljjal niti o povratnem pasu, kaj šele internetu in drugih storitvah, ki jih danes ponujamo strankam.

Večina teh majhnih omrežij se je združevala, saj so lastniki oziroma upravljavci hitro uvideli, da je stroškov pri taki razdrobljenosti preveč. Danes smo tako na točki, kjer je podjetje Telemach d.o.o. velik igralec v slovenskem merilu. Kabelski operaterji imamo večinoma hibridna optično-koaksialna omrežja (HFC), ki spadajo med omrežja FTTx,

bolj natančno pa se lahko klasificirajo kot omrežja FTTN (Fiber To The Node). Danes svojim strankam ponujamo televizijske programe, internet (hitri kabelski internet po standardu EuroDOCSIS 3.0), telefonijo ter mobilno telefonijo, video na zahtevo (VOD/TSTV) in storitve OTT za mobilne naprave. Da lahko strankam ponudimo vse te storitve, kabelski operaterji že danes s pridom izkoriščamo razporeditev frekvenčnega spektra v kabelskem omrežju. V praksi to pomeni, da lahko z manjšanjem ponudbe analognih programov v spekter dodajamo več digitalnih programov oziroma nosilcev internetnega prometa. Za primerjavo: z izklonom enega analognega programa pridobimo prostor za vklop 10 do 15 programov standardne ločljivosti (SD) ali 4 do 5 programov v visoki ločljivosti (HD).

Kabelski operaterji, ki za internetni promet uporabljamo tehnologijo EuroDOCSIS 3.0, že danes izpolnjujemo Digitalno agendo, ki jo je postavila Evropska unija. Telemach d.o.o. že danes strankam ponuja pakete prenosa podatkov s hitrostjo do 120/10 Mbps, stranke pa lahko z modemi, ki jih imajo sedaj, torej brez dodatnega stroška, dosegajo hitrosti do 400/120 Mbps. Res pa je, da bi morali v primeru redne ponudbe take in podobnih hitrosti dodatno segmentirati omrežje.

Ravno zato v prihodnosti kabelski operaterji načrtujemo nadaljnjo širitev optičnih povezav proti uporabnikom. Omrežja HFC oziroma FTTN bodo počasi prehajala v FTTB in nato FTTH omrežja. Kot primer lahko navedemo, da smo imeli leta 2002 približno 2000 uporabnikov na enem optičnem otoku (node), leta 2012 pa le še približno 200! Ta številka se bo v skladu s potrebami in povpraševanjem še nižala. Kot do sedaj bomo skupaj s svetovnimi trendi in povpraševanjem uvajali nove storitve, kar posledično pomeni, da nas čakajo velike naložbe.

## IV. TELEMACHOVO OMREŽJE FTTH

Telemach d.o.o. je že leta 2007 začel z gradnjo omrežja FTTH v Mariboru. Stroški izgradnje so bili previšoki in so se zato (takrat) izkazali za ekonomsko neopravičljive. Po analizi predvidenih potreb uporabnikov glede storitev v naslednjih petih letih smo prišli do zaključka, da bo omrežje HFC uporabnikom več kot zadostovalo. Sama izgradnja omrežja HFC je bila bistveno cenejša, zato smo se odločili zanjo. Danes, pet let kasneje, je jasno, da smo se odločili pravilno.

So se pa od leta 2007 precej znižali stroški izgradnje omrežij FTTH v primerjavi z izgradnjo omrežij HFC, še posebej ob uporabi tehnologij PON in GPON, zato gradimo bistveno več povezav FTTH kot prej. Iz prakse smo ugotovili, da je servisov oziroma stroškov s servisi na delih omrežja, ki je izgrajen s tehnologijo FTTH, več kot polovico manj kot na delih, ki so izgrajeni s tehnologijo HFC.

Nezanemarljiv je tudi prihranek energije v primerjavi s tehnologijo HFC.

## V. ZAKLJUČEK

Telemach d.o.o. je danes vodilni kabelski operater v Sloveniji. Smo ponudnik televizije, interneta, fiksne ter mobilne telefonije za rezidenčne uporabnike in široke palete rešitev za poslovne uporabnike. Ne gradimo zgolj ceste, saj strankam nudimo vsebino! Telemach d.o.o. je zato vodilni ponudnik na trgu televizije v Sloveniji. Imamo najširši nabor programov v visoki ločljivosti HD, svojim strankam ponujamo ekskluzivne športne in druge vsebine, video na zahtevo, časovne funkcije in storitev D3GO (storitve OTT). Pomembno nam je zadovoljstvo strank, zato veliko pozornosti posvečamo skrbi za stranke in hitremu servisu.

V zadnjih petih letih smo najhitreje rastoči ponudnik interneta ter fiksne telefonije v Sloveniji. S tehnologijo EuroDOCSIS 3.0 s hitrostmi prenosa podatkov do 400/120 Mbps (oziroma 120/10 za stranke) že danes izpolnjujemo zahteve iz Digitalne agende.

## ZAHVALE

Na tem mestu bi se žeeli zahvaliti gospodu Aliji Mesiću, tehničnemu direktorju podjetja Telemach d.o.o., za pomoč in podporo pri pisanju članka in pripravi predstavitve.

# Brezžične alternative za premostitev širokopasovne vrzeli

Tomi Mlinar, Boštjan Batagelj, Fakulteta za elektrotehniko, Ljubljana

**Abstract** — This paper describes a wireless broadband systems capable providing broadband access to end-users in areas that are due to geographical locations limited to narrowband services, do not have opportunity to choose between several providers, or just have to combine more technologies (usually by two or three providers) to get access to a multimedia content. Services can be given to end-users in a relatively short period of time. Such systems allow users at least basic broadband access to triple-play services: internet, IP telephony and TV. This article presents some calculations of when and under what conditions also network operators have a positive business case.

**Keywords** — broadband, wireless access, triple-play, internet, TV, IP telephony, business case, Digital Agenda

**Povzetek** — Članek opisuje brezžične širokopasovne sisteme, ki lahko končnim uporabnikom v razmeroma kratkem času omogočijo širokopasovni dostop tudi na območjih, ki so zaradi geografske lokacije omejena na ozkopasovne storitve, nimajo možnosti izbire med več ponudniki ali le s kombiniranjem tehnologij (navadno treh ponudnikov) rešujejo dostop do večpredstavnih vsebin. Takšni sistemi lahko v mnogih primerih omogočijo uporabnikom vsaj osnovni širokopasovnega dostop do t. i. storitev trojčka (internet, telefonija IP in televizija). V članku so prikazani nekateri izračuni, kdaj in pod kakšnimi pogoji se postavitev takih omrežij splača tudi operaterjem.

**Ključne besede** — širokopasovnost, brezžičen dostop, storitev trojčka, internet, televizija, telefonija IP, poslovni model, Digitalna agenda

## I. UVOD

Ta članek obravnava širokopasovne brezžične dostopovne sisteme (BWA<sup>1</sup>) oziroma fiksne brezžične dostopovne sisteme (FWA<sup>2</sup>). Kot alternativa oziroma dopolnilo žičnim/kabelskim/optičnim dostopovnim sistemom, lahko zagotavlja vsaj osnoven širokopasovnen dostop gospodinjstvom po vsej Sloveniji oziroma hitro pokrijejo tiste geografske lise (t.i. bele lise), ki te možnosti danes nimajo.

Za delovanje takih sistemov so sicer dodeljena različna frekvenčna območja v razponu od 2,5 do 43, 5 GHz [4]. Zaradi specifičnih lastnosti širjenja signala in pasovnih širin, ki so na voljo, pa je idealno območje okrog 11 GHz.

Danes lahko prenosne hitrosti 30 Mbit/s omogočajo infrastrukture in tehnologije kot so optični kabli, kabelska omrežja z DOCSIS 3.0 in v omejenem obsegu bakreni pari z VDSL. Podobne hitrosti so za brezžične tehnologije dosegljive predvsem teoretično, velik problem je simetričnost storitve in v primeru mobilnih omrežij vpliv spremenljive gostote uporabnikov na celico. Za brezžični dostop je po Digitalni agendi [7] namenjeno (oziroma v nekaterih državah šele bo) 1.200 MHz frekvenčnega spektra v frekvenčnih pasovih od 400 MHz do 6 GHz, kar naj bi dopolnilo fiksne žične, kabelske in optične storitve. Manjši delež gospodinjstev bi pokrili tudi s pomočjo satelitskih komunikacij.

## II. ŠIROKOPASOVNI DOSTOP

Pojmovanje osnovne širokopasovnosti je v državah Evropske unije (EU) precej različno, kot minimalno pa lahko vzamemo prenosno hitrost 256 kbit/s (OECD). Precej bolj življensko pa je obravnavanje širokopasovnosti s stališča uporabnikove izkušnje, ki se odraža skozi stalno vključenost uporabnika in hitro odzivnost večpredstavnih aplikacij. Z razvojem storitev in aplikacij se meja minimalne potrebne prenosne hitrosti neprestano dviguje. Torej je logično, da je EU v Digitalni agendi postavila za leto 2020 minimalno zahtevano prenosno hitrost na gospodinjstvo 30 Mbit/s z možnostjo priključka 100 Mbit/s za vsaj polovico vseh gospodinjstev v državi.

Po statistiki, ki jo vodi APEK [9], ima dobrih 65 % gospodinjstev osnovni širokopasovni dostop do interneta. To pomeni, da bi po osnovnih smernicah Digitalne agende [7], morali še 35 % gospodinjstev (cca. 280.000) zagotoviti osnovni dostop do interneta do konca leta 2013. Jasno je, da tega ne bomo dosegli z žičnimi tehnologijami, vprašanje pa je, s katerimi brezžičnimi bo to izvedljivo. Omeniti velja, da smo trenutno v Sloveniji pri številu 3,5 % vseh priključkov, ki imajo omogočene hitrosti nad 30 Mbit/s (vendar to primarno niso gospodinjstva), kar pomeni, da nas v naslednjih sedmih letih čaka še veliko dela.

## III. FREKVENČNI SPEKTER

EU ugotavlja, da je za vpeljavo modernih širokopasovnih brezžičnih sistemov največ povpraševanja po frekvencah v območju med 400 MHz in 4 GHz. V analizi ki jo je naredil Inštitut za EMS [1] in tehnični rešitvi, ki jo je naredila Fakulteta za elektrotehniko [2], pa je bilo obravnavano tudi zanimivo frekvenčno območje malo nad 10 GHz. Tu je na voljo sorazmerno širok frekvenčni pas (približno 600 MHz), večji kos je že zdaj namenjen sistemom točka-točka ali točka-mnogo točk, v večini evropskih držav pa tudi ni preveč zaseden.

Gigaherčna frekvenčna območja, ki so določena za fiksne brezžične dostopovne storitve [1, 6], so:

- 2,50–2,69 GHz (TRA-ECS<sup>3</sup>),
- 3,410–3,800 GHz (TRA-ECS),

<sup>1</sup> BWA – Broadband Wireless Access

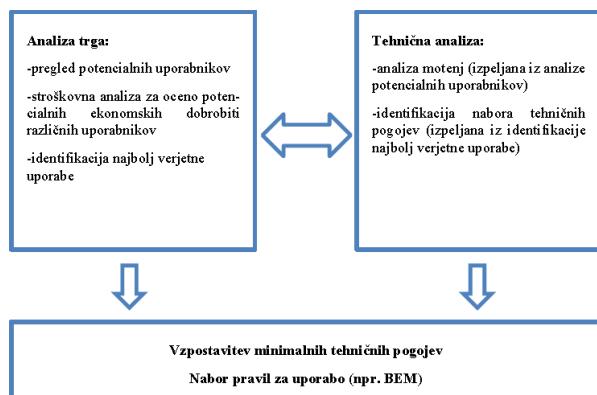
<sup>2</sup> FWA – Fixed Wireless Access

<sup>3</sup> TRA-ECS – Terrestrial Radio Applications capable of providing Electronic Communications Services

- 5,725–5,875 GHz (BFWA<sup>4</sup>),
- 10,150–10,650 GHz (BWA),
- 11,70–12,50 GHz (MMDS<sup>5</sup>),
- 24,5–26,5 GHz (BWA),
- 27,5–29,5 GHz (BWA),
- 31,8–33,4 GHz (P-P<sup>6</sup>, P-MP<sup>7</sup>),
- 40,5–43,5 GHz (MWS<sup>8</sup>).

Ker pa so ti frekvenčni pasovi zanimivi tako za nove operaterje, ki želijo vpeljati različne tehnologije, kot za obstoječe operaterje s starejšimi tehnologijami, je zelo pomembno, kako regulator postopa pri dodeljevanju dovoljenj. EU je v akcijskem načrtu številka 49 Digitalne agende [7] med drugim zapisala, da je treba zagotoviti radijski spekter tam, kjer daje največjo dodano vrednost (npr. za zagotavljanje hitrih brezžičnih storitev na podeželju) in da politika ravnana s spektrom spodbuja raziskave in inovacije, predvsem s spodbujanjem souporabe frekvenčnega spektra [8]. Marca 2012 sprejeti *Program politike radijskega spektra (RSPP)* [10] zajema načrt razvoja trga brezžičnih tehnologij in storitev v EU.

Pri izbiri, dodeljevanju in opravljanju frekvenčnega spektra naj bi se regulator držal postopka [5], ki je prikazan na sliki 1.



Slika 1: Postopek za upravljanje frekvenčnega spektra

Do nedavna je bilo regulatorjem, s poznavanjem tehnologij, ki so bile namenjene za delovanje na nekem frekvenčnem pasu, omogočeno relativno suvereno upravljanje frekvenčnega spektra. Danes pa so mnogi regulatorji prepričani, da je zaradi velikega povpraševanja po frekvenčnem spektru treba spremeniti klasičen način reguliranja le-tega – operaterjem se da več prostosti pri uporabi tehnologije, omeji pa se jih s splošnimi omejitvami (npr. mejna PFD, geografsko ločevanje,...), ki pa včasih lahko privedejo do večjih potrebnih investicij v primerno opremo (npr. kvalitetnejša frekvenčna sita).

Pri uporabi določene tehnologije na nekem frekvenčnem območju je poudarek na sobivanju različnih sistemov, ki se odraža tudi skozi prilagodljivost operaterjev in regulatorja. Evropski predlogi gredo v smer, da lahko operaterji, v dogovoru s sosednjimi operaterji in soglasjem regulatorja, z razvojem svojih sistemov tudi predlagajo spremembe pogojev iz dodeljenih licenc (frekvenčnih dovoljenj).

<sup>4</sup> BFWA – Broadband Fixed Wireless Access

<sup>5</sup> MMDS – Multimedia Multipoint Distribution System

<sup>6</sup> P-P – Point to Point

<sup>7</sup> P-MP – Point to Multitpoint

<sup>8</sup> MWS – Multimedia Wireless System

<sup>9</sup> RSPP – Radio Spectrum Policy Programme

#### IV. BREZŽIČNE ALTERNATIVE

Med fiksne (širokopasovne) brezžične sisteme (BWA/FWA) štejemo tiste, ki omogočajo vsaj osnovni (širokopasovni) dostop do interneta (in telefonije IP), razširjeno pa tudi dostop do video vsebin (televizije).

Takšni sistemi so primerni tudi kot alternativni dostopovni sistem za pokrivanje t.i. sivih lis (geografska območja, kjer je prisotno le eno omrežje).

V skupino sistemov BWA/FWA se uvrščajo tudi sistemi MMDS, ki v prevodu pomenijo večpredstavne mnogotočkovne distribucijske sisteme. Sistemi MMDS so bili v osnovi mišljeni kot brezžični podaljšek kabelskim omrežjem, kjer je bila gradnja le-teh ekonomsko neupravičena. Z leti so se ti sistemi razvili in danes omogočajo dvosmerno širokopasovno komunikacijo, vključno z distribucijo televizijskih signalov. Doseg sistemov MMDS je nekje do razdalje 25 kilometrov med centralno in terminalno postajo. Obe strani uporablja ozko usmerjene antene (lijak, parabolno zrcalo).

Frekvenčni pas, ki ga sistemi MMDS zasedajo, je 300 do 400 MHz v odtoku (distribucija TV programov) in nekaj 10 MHz v pritoku (internet in VoIP). Za odtok in pritok se danes uporablja dve ločeni frekvenčni območji (12 GHz in 5 GHz), v prihodnje pa se razmišlja o poenotenju sistemov na istem frekvenčnem območju (10 GHz) [1].

Pri zdajnjem stanju tehnologije lahko računamo s hitrostmi 10 Mbit/s na priključek, kar je za večino gospodinjstev, ki podobne možnosti ne bodo imeli še vrsto let, povsem sprejemljivo.

V skupino sistemov/tehnologij, ki omogočajo dvosmerno (širokopasovno) komunikacijo, uvrščamo:

- WiFi,
- WiMAX,
- hibridne rešitve (tudi MMDS).

V skupino sistemov/tehnologij, ki omogočajo enosmerno širokopasovno povezavo, uvrščamo:

- DVB-S (ang. Digital Video Broadcasting – Satellite),
- DVB-T (ang. Digital Video Broadcasting – Terrestrial),
- DVB-C (ang. Digital Video Broadcasting – Cable),
- DVB-H (ang. Digital Video Broadcasting – Handheld).

V drugi skupini so dejansko naštete izvedenke standarda DVB, ki je v osnovi namenjen enosmerjnemu prenosu televizijskih kanalov (radiodifuziji), se pa različice uporabljajo v različnih hibridnih izvedbah dvosmernih širokopasovnih sistemov.

Čeprav uvrščamo sistema WiFi in WiMAX v kategorijo širokopasovnih brezžičnih sistemov, sta kot samostojni tehnologiji relativno neprimerni in neučinkoviti pri omogočanju večjega števila TV-kanalov večkratnim uporabnikom. Zato sta v nadaljevanju omenjeni dve hibridni rešitvi, ki kombinirata DVB-S in WiMAX ter DVB-T in DVB-C (DOCSIS). Obe hibridni rešitvi v Sloveniji imenujemo MMDS.

##### 1. MMDS 1 (DVB-S in WiMAX)

To hibridno rešitev [1, 2] je sestavilo podjetje Iskra Sistemi, d. d. iz Ljubljane v okviru projekta gradnje odprtih širokopasovnih omrežij (GOŠO 2).

Kombinacija MMDS (DVB-S) in WiMAX je rešitev, ki kombinira zmognost dveh tehnologij in zmogljivost dveh frekvenčnih območij. Tehnologija DVB-S se uporablja za prenos televizijskih (in radijskih) kanalov, tehnologija

WiMAX pa za dvosmerni prenos internetnega in govornega prometa. Deluje na dveh frekvenčnih območjih, 12 GHz za prenos televizije (DVB-S) in 3,5 GHz za dostop uporabnikov do interneta in telefonije IP (WiMAX). Širina frekvenčnega pasu, ki je na voljo za prenos televizije je 400 MHz, širina frekvenčnega pasu za internet in telefonijo pa je 2 x 21 MHz. Modulacija v sistemu DVB-S je QPSK, v sistemih WiMAX pa prilagodljiva QAM.

Zmogljivost tega sistema je približno naslednja:

- televizija: približno 150 televizijskih kanalov na uporabnika (kodiranje MPEG-4, 6 Mbit/s),
- internet/telefonija: če računamo s 4 Mbit/s na uporabnika, lahko ena postaja WiMAX pokrije 350 uporabnikov (16QAM, FEC=3/4, kanal širine 7 MHz).

## 2. MMDS 2 (DVB-T in DVB-C (DOCSIS))

To hibridno rešitev [1, 2, 3] je razvilo podjetje Globtel, d. o. o. iz Maribora, komercialno ime je AIR. V Sloveniji uporabljata njihovo tehnologijo dva operaterja (Ario, Telemach).

Za prenos digitalne televizije se uporablja standard DVB-T, za prenos podatkov in telefonijo (IP) pa se uporablja DVB-C (DOCSIS). Terminalno opremo na strani uporabnika sestavljajo: parabolno zrcalo, set-top-box in modem. Terminalna postaja je v stalni brezžični povezavi s centralno postajo, ki je v njenem vidnem polju. V odtoku (povezava navzdol) se uporablja modulacije 16QAM do 256QAM in v dotoku (povezava navzgor) modulacije QPSK do 128QAM. Vsak sektor centralne postaje ima na voljo pasovno širino 300 MHz za dotok in odtok. Širina enega transportnega kanala v odtoku je 8 MHz in v dotoku 6,4 MHz.

Lastnosti in zmogljivost tega sistema so približno naslednje:

- televizija: več kot 100 digitalnih televizijskih kanalov na uporabnika (širina kanala 8 MHz, prilagodljiva modulacija QAM, kodiranje MPEG 2 ali 4, 4 do 8 Mbit/s, DVB-T),
- internet/telefonija: do 35 Mbit/s pri povezavi navzdol (kanal 8 MHz, 8 kanalov, DOCSIS) in do 5 Mbit/s pri povezavi navzgor (kanal 6,4 MHz, 8 kanalov, DOCSIS). Če računamo s prenosno hitrostjo 2 Mbit/s na uporabnika, lahko na odtoku nudimo storitev približno 2.500 uporabnikom (8 kanalov po 8 MHz, 16QAM) in na dotoku 1.600 uporabnikom (8 kanalov po 6,4 MHz, 16QAM).

## V. EKONOMSKA SMISELNOST IZGRADNJE SISTEMOV MMDS

### A. Potencial

Ocene v preglednici 1 veljajo za primestna območja in podeželje ter za direktno vidljivost med centralno postajo in terminalno postajo (uporabnikom). Kot vidimo, je potencialno število vseh gospodinjstev, ki bi lahko koristila storitve MMDS okrog 115 tisoč.

Preglednica 1: Ocena potencialnega števila priključkov za MMDS [1]

I. OBČINE	
a) vse občine	212
b) potencial za MMDS (podeželje in primestja)	137
II. GOSPODINJSTVA	
c) vsa gospodinjstva	815.000
d) št. gospodinjstev v primestjih in na podeželju (65%)	526.675
III. POTENCIAL ZA MMDS (22 % od II.d)	
	115.868
IV. POTENCIAL AKTIVNIH PRIKLJUČKOV MMDS (15–20 % od III)	
	17.000–23.000

### B. Primeri

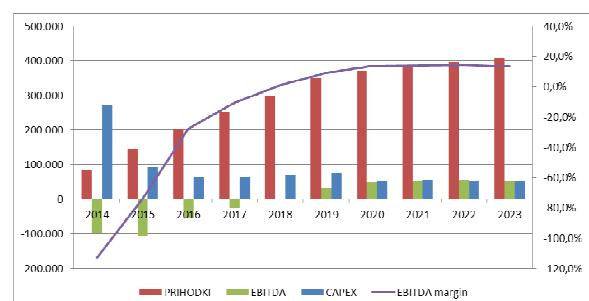
Pri vseh primerih izračunov so privzeti naslednji vhodni podatki [1]:

- ena centralna postaja pokrije približno 1.500 uporabnikov,
- en zaposleni na 1.500 uporabnikov,
- prenosna hitrost je 10 Mbit/s na uporabnika,
- vzdrževanje omrežja je 5 % investicije,
- cena terminalne opreme je 350 €,
- priključnina je 100 €,
- instalacija opreme je 100 €,
- cena licence je 5–10 % 10-letne investicije,
- letno nadomestilo za uporabo frekvenc se izračuna po Pravilniku [11].

#### 1. Primer lokalnega pokrivanja

Vhodni podatki:

- pokrivanje dveh regij s petimi občinami,
- 2 centralni postaji,
- približno 1.200 naročnikov v desetih letih.



Slika 2: Ekonomski kazalniki za primer lokalnega pokrivanja s sistemom MMDS [1]

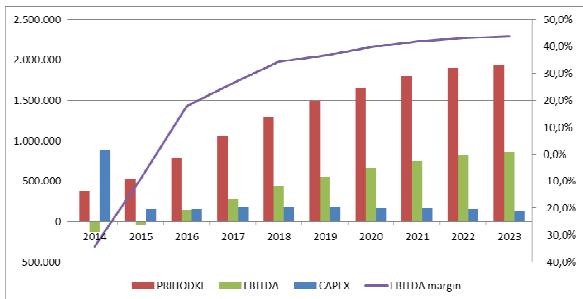
V tem primeru je EBITDA pozitiven v petem letu, čisti dobiček pa v devetem letu od začetka investicije. Vračilo investicije je precej več kot 10 let, predvsem zaradi nizkega deleža dobička v prihodkih. Cena na priključek je približno 680 €.

Omrežje z majhnim številom uporabnikov (<1.500) ima prevelike tekoče stroške delovanja, zato komercialno ni zanimivo.

#### 3. Primer regijskega pokrivanja

Vhodni podatki:

- pokrivanje do 130 občin,
- 6 centralnih postaj,
- približno 6.000 naročnikov v desetih letih.



Slika 3: Ekonomski kazalniki za primer regijskega pokrivanja s sistemom MMDS [1]

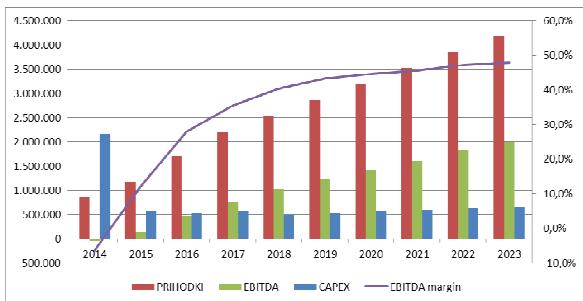
V tem primeru je EBITDA pozitiven v tretjem letu, čisti dobiček pa v četrtem letu od začetka investicije. Vračilo investicije je po osmih letih delovanja omrežja. Delež dobička v prihodkih se dvigne na 44 % v desetem letu poslovanja, kar zagotavlja stabilno poslovanje. Cena na priključek je približno 385 €.

Po naših predpostavkah je omrežje z vsaj 5.000 uporabniki komercialno zanimivo za investitorje.

#### 4. Primer pokrivanja celotnega območja Slovenije

Vhodni podatki:

- pokrivanje celotnega območja Slovenije,
- 12 centralnih postaj + več repetitorjev,
- približno 13.000 naročnikov v desetih letih.



Slika 4: Ekonomski kazalniki za primer pokrivanja celotnega območja Slovenije s sistemom MMDS [1]

V tem primeru je EBITDA pozitiven po drugem letu, čisti dobiček pa v četrtem letu od začetka investicije. Investicija se povrne v devetem letu delovanja omrežja. Cena na priključek je približno 560 €.

Omrežje z večjim številom uporabnikov (>10.000) je komercialno zanimivo za investitorje.

## VI. ZAKLJUČEK

Frekvenčni spekter okrog 10 GHz je zaradi svojih fizikalnih lastnosti in relativno širokih pasov (300 do 600 MHz) zelo primerni za vpeljavo brezžičnih širokopasovnih dostopovnih sistemov [2]. Tehnološko je mogoča tudi kombinacija različnih pasov (npr. 10 in 12 GHz ali kakšnih drugih). Oprema je na voljo že danes. Takšni sistemi lahko brez večjih težav ponujajo storitve brezžičnega trojčka, s prenosnimi hitrostmi do 10 Mbit/s (tipično 2 Mbit/s) na uporabnika.

Sisteme je mogoče hitro in cenovno ugodno postaviti tudi na odročne kraje, ki nimajo tako velikega potenciala naročnikov, je pa v tem primeru potrebno postaviti več takšnih sistemov (na različnih lokacijah), da se za pozitiven poslovni model doseže kritičen potencial naročnikov. Izračuni kažejo, da mora operater pridobiti skupaj vsaj 5.000 aktivnih naročnikov v 10 letih na geografskem območju, kjer je potencial za 10 do 15 tisoč priključkov. To velja predvsem takrat, ko je to edina dejavnost operaterja. Če mu to predstavlja le podaljšek osnovne dejavnosti, je poslovni model pozitiven že veliko prej [1]. Pomembna postavka pri pozitivnem poslovнем izzidu je tudi višina koncesijske dajatve in višina letnega nadomestila za uporabo frekvenc.

Brezžični širokopasovni sistemi sledijo smernicam, zapisanim v Digitalni agendi [7] in lahko omogočajo odprt dostop do omrežij. Primerni so za pokrivanje tako belih kot sivih lis.

## LITERATURA

- [1] Analiza dvosmernih širokopasovnih dostopovnih tehnologij v gigaherčnem frekvenčnem območju, Inštitut za EMS, februar 2013;
- [2] Izdelava tehnične rešitve MMDS v frekvenčnem pasu 10 GHz, Fakulteta za elektrotehniko, marec 2013;
- [3] Air Triple play system, System overview, Globetel;
- [4] CEPT/ERC/REC 13-04: Preferred frequency bands for fixed wireless access in the frequency range between 3 and 29.5 GHz, Tallin, 1998;
- [5] CEPT Report 19: Report from CEPT to the European Commission in response to the Mandate to develop least restrictive technical conditions for frequency bands addressed in the context of WAPECS, ECC/CEPT, 2007;
- [6] Načrt uporabe radijskih frekvenc (NURF 2), Uradni list RS, št. 66/12, popr. 68/12;
- [7] Digital Agenda for Europe (<http://ec.europa.eu/digital-agenda/>)
- [8] COM(2012) 478: Spodbujanje souporabe virov radijskega spektra na notranjem trgu, 2012;
- [9] Poročilo o razvoju trga elektronskih komunikacij za tretje četrletje 2012, APEK, december 2012;
- [10] RSPP (Radio Spectrum Policy Programme), Sklep št. 243/2012/EU Evropskega parlamenta in sveta o vzpostavitvi večletnega programa politike radijskega spektra, 14. Marec 2012;
- [11] [http://zakonodaja.gov.si/rpsi/r09/predpis\\_PRAV10859.html](http://zakonodaja.gov.si/rpsi/r09/predpis_PRAV10859.html);



Tomi Mlinar je doktoriral na Fakulteti za računalništvo in informatiko, magistriral in diplomiral na Fakulteti za elektrotehniko v Ljubljani, študij MBA pa opravil na Univerzi v Kansasu v ZDA. Redno je zaposlen na Inštitutu za EMS in dopolnilno na Fakulteti za elektrotehniko. Njegovo raziskovalno delo zajema vse vrste brezžičnih komunikacij, dolga leta se je ukvarjal z elektromagnetnimi sevanji, v zadnjem času pa se posveča celostnim analizam telekomunikacijskih trgov, alternativnemu brezžičnemu dostopu in širokopasovnim komunikacijam. Je avtor ali soavtor številnih strokovnih in poljudnoznanstvenih prispevkov, urednik več zbornikov, urednik in soavtor knjige Elektromagnetna sevanja in dolgoletni organizator in programski vodja strokovnega seminarja Radiokomunikacije.



Boštjan Batagelj je docent na Fakulteti za elektrotehniko, Univerze v Ljubljani. Raziskovalno delo opravlja v Laboratoriju za sevanje in optiko, kjer se med drugim ukvarja z dostopovnimi telekomunikacijskimi omrežji. V Centru odličnosti za biosenzoriko, instrumentacijo in procesno kontrolo (COBIK) je predsednik strokovnega sveta zavoda. Poleg tega na Fakulteti za elektrotehniko predava predmete Optične komunikacije, Radijske komunikacije in Satelitske komunikacije.

# LTE: prve izkušnje in pričakovanja

Iztok Saje, Telekom Slovenije

**Povzetek** — Hiter razvoj vsako leto povečuje zmogljivost mobilnih omrežij. Članek podaja pregled LTE standarda, izkušnje iz delajočega omrežja ter kako LTE zadosti zahtevam DA2020.

**Ključne besede** — UTRAN, HSPA, LTE, digitalna dividenda, Vitel

**Abstract** — Beside experience from live network, short LTE overview is given, focusing of DA2020 targets fulfillment using LTE 800 MHz.

**Keywords** — LTE, HSPA, Telekom Slovenije, Vitel

## I. UVOD

GSM sistem je povsem spremenil govorno telefonijo in način življenja, saj smo povsod dosegljivi. Fiksna telefonija se uporablja le takrat, ko ne želimo konkretnega človeka, temveč prostor ali funkcijo. Sedaj smo priča podobnemu procesu na internetu. Pametni terminali (smartphones) in solidna podatkovna mobilna omrežja omogočajo, da se bo fiksni internet uporabljal samo za storitve, ki zahtevajo visoke hitrosti prenosa, kot je 3D-HDTV. Prihajajoče storitve, kot so E-call in internet stvari, brez mobilnih omrežij skoraj niso možne.

Pričakujemo, da se bo podatkovni promet zelo hitro povečal, zato moramo operaterji omrežja pripraviti za desetkratno ali celo stokratno današnjo prepustnost. To nam omogoča tehnološki razvoj: sedaj se načrtujejo heterogena omrežja (HetNet), kjer se različne tehnologije zlivajo v eno omrežje, ki bo uporabnikom nudilo dostopne in kakovostne storitve povsod, kjer jih pričakujejo.

## II. RAZVOJ BREZPOVEZAVNIH OMREŽIJ

Standardizacija brezpovezavnih omrežij poteka v organizaciji 3GPP (Third Generation Partnership Project, sodelovanje za tretjo generacijo), ki skoraj vsako leto izda nov standard. 3GPP skrbi za postopen in usklajen razvoj omrežij.

GSM standard je bil zasnovan predvsem za govor (ISDN na radiu) in je šele s prihodom GPRS in kasneje EDGE postal primeren za podatkovni promet. Ustreza za večino storitev, ki ne zahtevajo visoke vršne hitrosti prenosa podatkov. Zaradi cenenih terminalov pričakujemo, da bo samo EDGE uporabljal velik del M2M (Machine to machine, povezava med napravami), na primer različni števci, telemetrija, senzorji, cestninjenje in podobno. EDGE je poleg govorja glavni razlog, da nihče ne pričakuje izklop GSM pred letom 2025.

UMTS je prvi sistem, načrtovan za večpredstavnost (ATM na radiu). Standard iz leta 1999 (R99) ni bil primeren za zahteve uporabnikov, zato je bil nadgrajen s pravim hitrim paketnim prenosom podatkov (HSDPA, HSPA in HSPA+), ki sedaj prenaša največ podatkov v mobilnih omrežjih. Nadaljni razvoj HSPA je omejen s skladnostjo s standardom 3GPP R99 in kasnejšimi standardi, kar izredno povečuje zahtevnost sistema. Deljenje naloga med krmilnik RNC in bazno postajo vnaša nesprejemljive zakasnitve, danes je že presežena delitev med govornimi in podatkovnimi storitvami.

Današnja HSPA+ omrežja lahko podvojijo ali potrojijo prepustnost, kar ne zadošča za predvideno rast prometa v naslednjih petih letih. Prav zaradi tega je bil čas za nov standard, primeren za naslednjih 10 in več let.

Hitri razvoj procesorjev za obdelavo signalov (DSP, Digital Signal Processor) in polprevodniških komponent za radijske oddajnike omogočajo marsikaj, česar pred 10 leti ni bilo možno vgraditi v bazne postaje in terminalne. Nastal je nov standard, ki izhaja iz HSPA+ in GSM. Novi standard predvideva postopno nadgradnjo, zato se imenuje LTE (Long Term Evolution, dolgoročno izboljševanje). Po ISDN na radiu (GSM) in ATM na radiu (UMTS) sedaj gradimo Ethernet na radiu.

Novi standard LTE je 3GPP definiral v Rel-8 (prvo komercialno omrežje leta 2009). Osnovne značilnosti so:

- Uporaba modernih tehnologij, kot sta OFDMA in MIMO.
- Enostavna arhitektura omrežja (ni več krmilnika baznih postaj RNC).
- Krajsa vzpostavitev zveze in obhodni časi, kot so pri HSPA+.
- Večje število uporabnikov v celici, višje vršne hitrosti.
- Vsi protokoli temeljijo na IP povezavi med omrežnimi elementi.
- Primerno za VoIP in IMS.
- FDD in TDD sistemi (ali oddajajo terminali na istih ali na drugih frekvencah kot eNB).
- Frekvenčni pas enega kanala od 5 MHz (tudi 1,4 in 3 MHz) do 20 MHz.
- Isti frekvenčni pasovi po celem svetu (ni uspelo, vendar terminali zmorejo več pasov).
- Združevanje več kanalov za doseganje ITU ciljev za četrto generacijo (LTE Advanced, Rel-10).
- Predviden razvoj sistema v naslednjih letih.

LTE oprema je veliko bolj učinkovita kot HSPA+, zato pričakujemo, da ga bo kmalu povsem zamenjala. Zelo verjetno je, da leta 2020 HSPA+ ne bo več v uporabi, zato tudi ni predviden kot tehnologija za izpolnjevanje ciljev digitalne agende 2020 v Evropi.

### A. Oprema baznih postaj

Sočasna gradnja in vzdrževanje treh različnih sistemov (EDGE, HSPA in LTE) predstavljajo velik zalogaj za operaterje.

Sodobne bazne postaje podpirajo več standardov: en oddajnik ali sprejemnik deluje na širokem pasu. Programsko lahko izberemo, kateri sistem podpira (Multi Protocol Radio, Software Defined Radio). Ista radijska glava lahko istočasno dela na večih sistemih, recimo GSM in UMTS na 900 MHz, ali GSM in LTE na 1800 MHz. Radijski sprejemniki in oddajniki so pri anteni (RRU, Remote Radio Unit, oddaljena radijska enota), s procesno enoto na osnovnem pasu

(Baseband) so povezani z optiko. S tem se izognemo slabljenju kablov na visokih frekvencah, tudi hlajenje opreme je manj zahtevno. Tudi prihajajoče nadgradnje so enostavnejše, kot s staro opremo, marsikdaj zadošča samo nakup novih licenc in programske opreme, nadgradnja se izvede brez posegov na lokaciji bazne postaje.

### III. LTE, DOLGOROČNO IZBOLJŠEVANJE

Osnovni gradnik LTE je RB (Resource Block), ki ga sestavlja dvanajst 15 kHz širokih simbolov in traja 0,5 ms. Dva RB sta združena v en TTI (Transmission Time Interval, časovni interval). Število 180 kHz blokov na razpolago je odvisno od širine radijskega kanala, 20 MHz ima na razpolago 100 blokov, pri 10 MHz jih je 50. Določena kapaciteta je rezervirana za signalizacijo, tako da je izkoristek LTE kanala zelo slab, v kolikor kanal ni vsaj 10 MHz širok.

LTE omogoča istočasno delovanje večih sprejemnikov in oddajnikov na istem pasu (MIMO: Multiple Input, Multiple Output). Antene morajo biti dovolj razmagnjene, da lahko sprejemnik loči podatke, ki potujejo po različnih poteh. Na začetku je bil standardiziran 2 krat 2 MIMO, kar je enostavno doseči z različnima polarizacijama. Za višje vršne hitrosti je standardiziran MIMO s po 8 oddajnikov in sprejemnikov, kar predstavlja hudo zahtevo za terminalne. MIMO nad 2 krat 2 je primeren za zgradbe in mesta ter frekvence nad 2 GHz, ker zaradi kratke valovne dolžine lažje dovolj razmagnemo antene, prav tako je lažje doseči različne poti med oddajnimi in sprejemnimi antenami.

#### A. Prepustnost enega radijskega kanala

Prepustnost radijske zveze je odvisna od razmerja med signalom in motnjami ali šumom (Shannonov zakon). Sprejemnik stalno meri radijske razmere in jih sporoča oddajniku, ki izbere optimalno modulacijo in kodiranje za vsak TTI. 64-QAM modulacija omogoča šest bitov na simbol, 16-QAM štiri in bolj robustni QPSK dva bita na simbol. Kanalsko kodiranje omogoča vnaprejšnje popravljanje napak (FEC, Forward Error Correction). Najmočnejše kodiranje ima faktor 0,35, najšibkejše je 0,95 (razmerje med podatkovnimi in vsemi prenašanimi biti). Ob napaki pri sprejemu se podatki ponovijo, kar vnaša dodatne zakasnitve in padec kapacitete.

Pri idealnih razmerah uporabljamo 0,95 kodiranje s 64-QAM modulacijo. 20 MHz kanal ima 100 RB na razpolago, poleg signalizacije za uporabnike ostaja 75 Mbit/sec prepustnosti. MIMO 2 krat 2 to podvoji, zato sedanji LTE sistemi brez težav dosegajo 150 Mbit/s v 20 MHz širokem kanalu. Z osmimi antenami je vršna kapaciteta kanala 600 MBit/sec.

Na robu celice je prepustnost omejena z razpoložljivo močjo terminala, ki mora biti v stanju potrjevati sprejem. V najslabših razmerah sta uporabljeni QPSK modulacija ter 0,35 kanalsko kodiranje. MIMO ne deluje, oba oddajnika oddajata iste podatke, vendar različno kodirane, tako da pomagata pri sprejemu. 20 MHz kanal omogoča 9,6 Mbit/sec na robu celice, v 10 MHz kanalu je na razpolago 4,8 Mbit/sec z določeno stopnjo ponavljanja.

Vse navedeno velja v smeri od bazne postaje do terminala. Prepustne hitrosti v smeri navzgor so manjše zaradi omejitve v terminalih (moč, modulacija). Sedanja omrežja dosegajo 50 mbit/sec s 16-QAM modulacijo v 20 MHz širokem kanalu.

#### B. Dvig kapacitete radijskega kanala

10 MHz širok kanal je primerljiv s HSPA+ DC (Dual Carrier, dvojni nosilec), kar je običajna konfiguracija HSPA+ obremenjene celice. Z 64-QAM in 0,95 kodiranjem dobimo 36 Mbit/sec vršno uporabniško hitrost, na meji celice lahko dosegamo 4,8 Mbit/sec. Realna prepustnost je odvisna od lege terminalov, saj niso nikoli vsi v enakih radijskih razmerah.

Prvi korak za dvig prepustnosti je dvig moči oddajnikov in s tem izboljšanje razmerja med signalom in šumom. Celica je omejena z močjo oddajnikov v terminalu, zato je dvig moči smiselen na obremenjenih celicah, kjer lahko istočasno deluje več terminalov. V kolikor se moč dvigne na vseh celicah, se razmerje med šumom in motnjami ohranja.

Kapaciteta se podvoji z drugim oddajnikom in MIMO 2 krat 2. Prav tako se kapaciteta podvoji, če imamo 20 MHz širok pas. Za kasnejši dvig kapacitete moramo dodajati antene in pasovno širino. V omrežjih se bodo operaterji prilagajali obremenitvi posamezne bazne postaje, tako da bo večje število anten in radijskih kanalov le tam, kjer je potrebno.

#### C. Radijski kanal z večimi uporabniki

Seveda nihče ne gradi LTE omrežja za enega uporabnika v celici. Razpoložljiva kapaciteta se stalno deli med vse zveze. 3GPP omogoča, da se za vsako zvezo določijo različni parametri, kot so vrste zvez (pogovor, strjanje, interaktivno, v ozadju) ter vršna hitrost (MBR Maximum Bit Rate), zajamčena hitrost (GBR Guaranteed Bit Rate), prednost, zakasnitev in podobno. Izboljšano paketno jedrno omrežje (EPC Evolved Packet Core) posreduje QoS (Quality of Service, kakovost storitve) podatke bazni postaji.

Vsaka celica ima za vsako zvezo štiri čakalne vrste za različne vrste zvez. Poleg QoS parameterov in stanja vmesnikov pozna tudi razmere za vsak terminal, saj terminali stalno javljajo podatke o radijskem kanalu. Dodeljevalnik (Scheduler) v celici vsako milisekundo določi, kako bodo med uporabnike razdeljeni bloki (RB) in antene, za vsak blok določi tudi modulacijo (QPSK, 16-QAM, 64-QAM), moč oddajnika in kanalsko kodiranje.

Operater izbira, kako bo deloval dodeljevalnik. Lahko skuša izboljšati prenos podatkov s tem, da večino kapacitete dodeli najbližjim terminalom, lahko daje prednost terminalom na robu celice in podobno. Nastavitev dodeljevalnika je del optimizacije omrežja in se izbira glede na posebnosti vsake celice v omrežju.

Danes za veliko večino storitev zadoščajo prenosne hitrosti 2 do 3 Mbit/s in le izjemoma več. LTE že z začetno konfiguracijo 10 MHz in 2 krat 2 MIMO omogoča, da je v celici 10 uporabnikov istočasno, ne da bi bila okrnjena njihova uporabniška izkušnja. Hkrati je jasno začrtana pot za izboljšave v sistemu, ko se bodo število uporabnikov in povprečna hitrost povečali.

#### D. Izboljševanje LTE

LTE je živ standard in vsako leto se dodajajo nove funkcije. V prvi fazi so standardizirali osnovni 20 MHz kanal, kasneje so dodali združevanje do petih 20 MHz kanalov in povečali število MIMO anten na 8. S tem je dosežena smiselna vršna hitrost prenosa celice, tako da sedaj poteka standardizacija za izboljšavo uporabniške izkušnje v

obremenjenem omrežju ter za poenostavitev terminalske opreme.

Prenosno hitrost in moč oddajnikov v obeh smereh določa razmerje med signalom in motnjami. Motnje so drugi oddajniki v istem frekvenčnem pasu. Razvoj LTE gre v smeri koordinacije med sosednjimi oddajniki, prvo na isti bazni postaji in kasneje tudi z ostalimi. S tem se dodatno oteži delo dodeljevalnika, saj mora upoštevati tudi razmere v sosednjih celicah. Usklajevanje sosednjih baznih postaj zahteva zmogljivo povezavo med baznimi postajami (X2 vmesnik) ter natančno sinhronizacijo časa.

Za prehod nizkoprepustnih storitev, kot je govor, z GSM in HSPA na LTE je smiselno dodajati funkcije za boljše pokrivanje. Združevanje TTI omogoča, da se isti podatki oddajo večkrat, s tem je manjša verjetnost napake in izboljša se radijsko pokrivanje celice.

Klasični repetitorji, kot jih poznamo v GSM in UMTS, niso posebno učinkoviti pri LTE, saj s posredovanjem celega pasu zvišujejo motnje. LTE ima že od 3GPP Rel-10 dalje predvidene posredovalnike (Relay), ki se proti sistemu obnašajo kot terminali in proti terminalom kot bazna postaja. Najbolje je, če delujejo na različnih pasovih: v kolikor sprejemajo in oddajo na istem pasu, mora dodeljevalnik v celici ustrezno razpodeliti kapaciteto.

Le nekateri terminali resnično potrebujejo polno vršno hitrost (tablice, fiksni terminali) in bodo istočasno delovali na večih pasovih s po osmimi oddajniki in antenami (MIMO 8 krat 8). Za telemetrijo, senzorje, daljinsko krimiljenje in podobno je enostavnost in cenenost pomembnejša kot vršna hitrost. Radijski del je veliko enostavnejši, če terminal ne oddaja in sprejema istočasno. Sedaj poteka standardizacija, kako to omogočiti, ne da bi izgubili kapaciteto celice.

#### IV. DOLGOROČNO IZBOLJŠEVANJE BREZVODNIŠKIH ŠIROKOPASOVNIH OMREŽIJ V SLOVENIJI

V Sloveniji imamo štiri operaterje mobilne telefonije z različno strategijo pri gradnji in razvoju omrežij. Prva operaterja (Simobil in Mobicel omrežji) nadgrajujeta staro radijsko opremo z novo, ostala dva sta gradnjo začela z moderno opremo baznih postaj. Vzporedno poteka tudi modernizacija prenosnih sistemov, poleg LTE tudi za GSM in UMTS. Intenzivno poteka gradnja optičnih povezav z baznimi postajami, tako da bodo mikrovalovne zveze le za zadnji korak.

LTE sta Mobicel in Simobil preiskušala leta 2011, se spoznala s tehnologijo in pripravila načrte za izgradnjo. Zaprosila sta za dodatne frekvence, vendar so bile prošnje zavrnjene. Oba operaterja gradita komercialni omrežji na frekvenčnem pasu 1800 MHz, pridobljenem za GSM 1800. Leta 2013 je APEK trem operaterjem dodelil dodatne frekvence na 1800 MHz pasu, s tem bosta lahko obe LTE omrežji delovali v 20 MHz širokem kanalu.

##### A. Izkušnje delajočega omrežja

Telekomovo LTE omrežje na 1800 MHz pokriva več kot 40 % prebivalcev. Kakovost omrežja presega pričakovanja: vršne hitrosti ustrezajo pasovni širini oddajnika (10 ali 15 MHz) in tudi zakasnitve na radijskem kanalu pri sočasnem prenosu v obe smeri so blizu 10 ms. Uporabljen je MIMO z dvema polarizacijama, kar podpirajo vsi sedanji terminali. Meritve kažejo, da je MIMO uporaben praktično povsod, le redko oba oddajnika oddajata iste podatke.

Testiranja in meritve v celicah z večimi uporabniki kažejo, da je programska oprema v sistemu in terminalih že zrela in deluje primerljivo z zanesljivim HSPA+. Trenutno VoLTE (govor prek LTE) še ni na voljo v terminalih, zato za govor uporabljam CSFB (Circuit Switch FallBack, ali povratek na GSM oziroma UMTS) skupaj z obstoječima GSM in UMTS.

Uporabniška izkušnja, tudi pri obremenitvi, je odlična. Odzivnost sistema in enakomernost prenosne hitrosti presegata zahteve večine današnjih storitev. Kjer ni LTE pokrivanja terminal izbere HSPA+ ali GSM, tako da uporabniki nikjer niso prikrajšani zaradi LTE.

Kmalu bo tudi v Sloveniji veljalo: kdor enkrat izkusi LTE, ne želi iti nazaj.

##### B. Novi frekvenčni pasovi

Za LTE je bil v Evropi prvotno predviden 2,6 GHz pas, kasneje tudi 800 MHz (digitalna dividenda), ki so ga zapustili TV oddajniki ob prehodu na digitalno televizijo. 1800 MHz je postal najbolj uporabljan pas za LTE v svetu, saj lahko operaterji z modernizacijo opreme sprostijo del GSM frekvenc brez zamudnega pridobivanja novih pasov, hkrati uporabijo iste radijske enote in antene za GSM in LTE.

Pas 800 MHz je zelo zanimiv, saj omogoča pokrivanje podeželja tam, kjer višje frekvence nad 1 GHz niso primerne. Telekom Slovenije je želel že letos izboljšati HSPA+ pokrivanje z LTE na 800 MHz in s tem omogočiti širokopasovni internet marsikom, ki ga sedaj nima. Žal frekvence niso na razpolago, APEK napoveduje dražbo in dodelitev 800 MHz junija 2014. Izgradnjo omrežij na podeželju lahko pričakujemo v letih 2015 do 2017. Poleg zakasnjene izgradnje omrežij je tujim operaterjem omogočeno, da pokrivajo obmejni pas Slovenije in ponujajo svoje storitve, kasneje bodo nastale težave zaradi medsebojnih motenj.

Izkušnje v drugih državah kažejo, da je LTE primerna tehnologija za širokopasovni dostop na redko poseljenem težavnem terenu. Zaradi tega ITU že napoveduje naslednji frekvenčni pas 700 MHz, kjer še poteka usklajevanje in standardizacija, verjetno bo na voljo šele konec desetletja.

Obstoječi pasovi ne zadoščajo za napovedane storitve in število terminalov, zato se po sedanjih pasovih 800, 1800 in 2600 MHz pričakuje širitev na 3,5 GHz ter obstoječe 900 MHz in 2,1 GHz. Privlačna je tudi tehnologija TDD (Time Division Duplex, časovna delitev) in prva komercialna omrežja že uporablja TDD LTE, tudi istočasno s FDD (frekvenčna delitev).

##### C. Odprte bazne postaje

Izgradnja novih baznih postaj in povezana infrastruktura (cesta, napajanje, optika) so najdražji del omrežja. Ovira so tudi dolgotrajni postopki. Kjer ni dovolj uporabnikov, operater ne more upravičiti izgradnje. Za opazno izboljšanje dostopnosti storitev v Sloveniji je nujna državna pomoč, s katero lahko lokalna skupnost izgradi ustezen objekt, ki je za zmerno najemnino na razpolago vsem operaterjem za mobilno telefonijo, DVB-T, WiGig in ostale radijske tehnologije. Odprte bazne postaje so povsem v skladu z EU smernicami in brez njih bodo marsikje še dolgo brez širokopasovnega dostopa.

## ZAKLJUČEK

Uporabniki bodo kmalu prenehali ločevati med mobilnim in fiksnim dostopom, večino storitev bodo dosegali prek pametnih telefonov in tablic in pričakovali bodo, da so omrežja na voljo vedno in povsod. Internet stvari (Internet of Things) tudi zahteva solidno pokrivanje in prepustnost omrežij.

Z dolgoročnim izboljševanjem (LTE) brezvodniških širokopasovnih omrežij (MBB Mobile Broad Band) varno vstopamo v naslednje desetletje. Ne glede na to, kako hitro se bo promet povečal, lahko z nadgradnjami dosežemo želeno prepustnost.

LTE ustreza večini ciljev digitalne agende 2020, marsikje jih presega. Na podeželju, kjer je fiksna infrastruktura zelo draga, je LTE 800 MHz (in tudi 700 MHz) edina smiselna izbira, da omogoči povezljivost zadnjim odstotkom prebivalstva. Operaterji pričakujemo tudi pomoč pri izgradnji omrežij, najverjetnejne v obliki odprtih baznih postaj.

V Sloveniji zaostajamo za primerljivimi državami, saj država nima izdelane strategije, prav tako niso podeljene 800 MHz frekvence. Izgubili smo nekaj let, ki jih bomo le težko nadomestili.



**Iztok Saje** univ. dipl. ing. elektrotehnike, je strateg v Sektorju za dostopovna omrežja Telekoma Slovenije. Od leta 1992 sodeluje pri načrtovanju, izgradnji in optimizaciji radijskih dostopovnih omrežij. Pred tem je bil zaposlen v Iskri ter IJS (Robotika). Iztok Saje predava na Višji strokovni šoli za telekomunikacije v Ljubljani.  
E-pošta: [iztok.saje@telekom.si](mailto:iztok.saje@telekom.si)

# Broadband Satellite Access

Stefano Zara, Europe Professional Data Network Sales & Channel Manager, Milan

**Abstract** — This article provides a general description of satellite broadband available today, without being an exhaustive guide, but identifying opportunities for development and implementation according to the increasing demands of the Internet access market and in general of Broadband.

**Keywords** — HTS, High Throughput Satellite, satellite business continuity, Digital Divide, Multi-beam.

## I. INTRODUCTION

Traditionally, satellite communication systems have played a significant role in supporting services such as TV broadcasting, digital messaging, enterprise Virtual Private Networks (VPNs) and point-to-point telecommunications and data services.

The growing demand for multimedia applications on the Internet provided a major opportunity for broadband access network services both for businesses and residential users.

The massive growth of Internet, social networks, and open data distribution has resulted in new generation of applications with higher throughput requirements and communication demands. Service providers, network and Internet access providers are faced with a challenge to meet the higher capacity needs of the end user and wider service offerings.

In the consumer market the growing awareness of the Internet, social networking, peering, Entertainments, Infotainments, and activities ranging from shopping to remote working at home, are driving the boosting demand for more & more bandwidth. Education and entertainment content delivery also has become one of the driving applications on the Internet.

During business globalization and boost of Mobile smartphones & tablets usage, an increase of virtual businesses ideas, enterprises, teams in competition for highly skilled workers, service providers and equipment vendors, is driving the demand for higher bandwidths or broadband.

Broadband is more than high speed, it has to comply with flexibility, scalability and application support. This concept has influence in the mass market, it is about delivering information, education and entertainment, enlarging to wider metropolitan areas but also on peripheral and rural areas. It has influence in the business market, it is about delivering efficiencies, productivity.

Satellite communication network systems were optimized to meet such new service demands. New architectures and networking concepts, designs and implementations based on performance-cost tradeoff studies were developed.

Satellite Services are supporting broadband deployment on Consumer & Business market providing Last Mile Access and/or Backhaul typically comparable and often higher in performance than 'better known' wired & terrestrial wireless broadband solution, with a concrete and immediate alternative solution for Digital Divide, Business Continuity and Data Offload.

## II. SATELLITE BROADBAND SERVICES

The first advantage of satellite communications is the ubiquitous coverage.

A single satellite system can reach every potential user across an entire continent regardless of location, particularly in areas with low subscriber density and/or otherwise impossible or difficult to reach by other means. Current satellites have various antenna types that generate different footprint sizes, ranging from whole earth as viewed from space (about 1/3 of the surface) down to a spotbeam that covers most of Europe or North America, for example. All these coverage options are usually available by the same satellite. Selection between coverage is made on transparent (passive) satellites by the signal frequencies. Spot-beam coverage is most effective for access since it operates with ground equipment of reduced size and cost.

HTS (High Throughput Satellite) systems have very narrow spot beams of a few hundred miles across that have a width of degrees.

Another important advantage of satellite communications is the bandwidth flexibility.

Satellite bandwidth can be easily configured to provide capacity to customers in virtually any combination or configuration required. This includes simplex and duplex circuits from narrowband to wideband and symmetric and asymmetric configurations. Also the same bandwidth resource is intrinsically sharable in real time over multiple location increasing the total efficiency and usage.

HTS satellite networks can deliver rates up to 100 Mbps with small dishes (50 Mbps with 75 cm) and the backplane speed within the satellite switch could reach Gbps range. The uplink rate from a 1 meter user terminal can reach 10-15 Mbps (6-10 Mbps with 75 cm).

Then Costs have to be considered when deploying a broadband access; on satellite solutions they are independent from distance, differently by other technologies.

The wide area coverage from a satellite implies that it costs the same to receive the signal from anywhere within the coverage area.

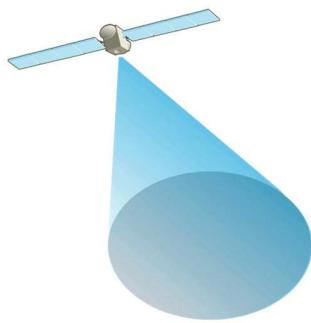
Satellites also can enable service to an entire continent immediately after deployment, with short installation time for customer premises equipment (even few hours, and in some cases also without installer thanks to easy installation and self-activation). Once the network is in place, more users can be added easily.

Reliability and security using Satellite Communication are also other advantages.

Satellites are amongst the most reliable of all communication technologies, as demonstrated by intensive uses in Emergency and Disaster condition, or even in military field usage. Satellite links only require the end stations to be maintained and they are more robust for being disabled through accidental or malicious damage.

On Disaster recovery then, Satellite provides an alternative to damaged fiber-optic networks for disaster recovery options and provide emergency communications.

Traditional satellite technology utilized broad single beam covering entire continents and regions.

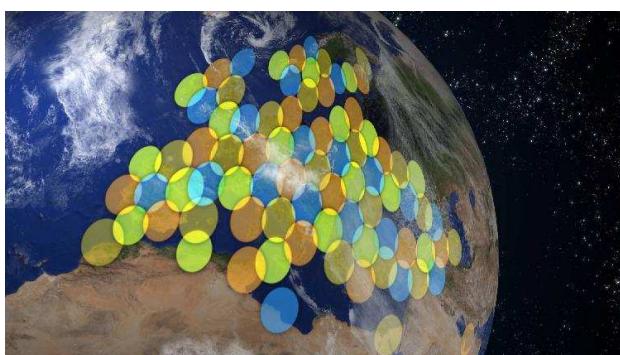


Picture 1: Traditional wide footprint, Single Beam architecture, Optimized for broadcast services

Traditional architecture of most commercial satellites yield bandwidths of 3 to 10 GHz or less, with ground segment managed even by a single Teleport integrated in the terrestrial Networks.

Next Generation satellites (HTS) with Ka-band spot beams provide coverage over a much smaller region than previously which is advantageous in providing more bandwidth. By shaping the antenna on the spacecraft into a tighter focus, the size of the footprint on the ground is reduced. Two benefits are created by this modification: the signal strength as seen from ground terminals increases allowing the use of smaller ground antennas, and the same frequency range can be utilized multiple times in different beams yielding greater total bandwidth.

Using frequency reuse through multiple spot beams, Ka-band satellites can be configured in a similar fashion to terrestrial cellular networks. Total available bandwidth increase to 90 Gbps with 82 Spot Beam (KA-SAT – Eutelsat), 140 Gbps with 72 Spot Beam (Viasat 1 – Viasat inc.), for example.



Picture 2: Artist view of KA-SAT coverage

In particular, the limiting factor is no longer the available spectrum, but the amount of power available to transponders and the weight of the entire payload to be launched.



Picture 3: New generation footprint, Multi-beam architecture, Optimized for IP applications

### III. DIGITAL DIVIDE

Currently, the vast majority of broadband access is confined to cities and towns, where people live close to telephone exchanges and can access the Internet with rather inexpensive and efficient wire Technology, like ADSL, terrestrial wireless & Mobile Technology, like WiFi, WiMax and UMTS/Lte. However, vast numbers of citizens, in Europe like in USA and more in Africa or Asian countries, also live in rural, or even isolated regions, and broadband access provisioning is more costly, difficult, and complicated.

The satellite option is a compelling solution to the broadband problem for rural areas, known as the digital divide.

In rural and remote regions, the deployment of wired and wireless technologies is often not commercially attractive, substantially more expensive than alternatives. In a recent speech on Bridging the Digital Divide, European Commissioner for Information Society and Media, Viviane Reding said “Satellite services offer wide coverage and are therefore an interesting solution in isolated areas and in regions characterized by difficult topographies. They can also provide a medium-term solution when terrestrial roll-out is uncertain.”

Citizens and businesses in rural and remote areas should benefit equally from access to broadband as those in urban areas. They need the same high quality services as urban residents. Telemedicine and e-Health applications via Broadband improve the delivery of healthcare in rural and remote areas. E-Government applications via Broadband allow better access to and interaction with government, and e-learning applications substantially improve the quality of education in more remote regions.

Satellites enable all these applications without discrimination between users. The European Commission considers wide broadband coverage in Europe as crucial for fostering growth and jobs in Europe. Lack of access to a high-quality communications tool in rural European economies will remain a barrier to true integration of all in the wider economy.

Thus, one of the greatest challenges today is how to eradicate this 'digital divide' which separates the world into communications "haves" and "have nots". This problem has

been considered at local, national and International levels but an appropriate and definitive solution is still to implemented.

Satellites can be a natural complement to existing technologies, extending their reach to ensure that Broadband is available to all.

Satellite broadband is available now from any location in Europe. For the more remote areas in particular, a satellite-based solution may not only be the cheapest to implement, but sometimes the only available solution. Satellites flying in orbit today can be used to provide Broadband services to unconnected people anywhere.

It is often said that satellite broadband is expensive and indeed, a cursory look at the market will tell you that it does cost slightly more than DSL. This price simply reflects the fact that delivering services to a small number of people in remote areas costs more per head than delivering to large numbers of people in urban areas.

Satellite-based Broadband represents a real solution to Digital Divide issues in rural and remote areas. Satellite capacity is available and sufficient to start a significant roll-out of services. With an uptake of services, more capacity will follow.

But the digital divide is also about price and affordability and this is where action is required. Unlike a new DSL or cable initiative that would require very substantial infrastructure investment, satellite operators have already invested in infrastructure and clearly they need to see a return on that investment. In addition, service providers and local support infrastructure is needed as well as the user terminals and their installation. These types of costs are common irrespective of the bandwidth provision.

Whereas it is relatively easy to see how Structural funds could be used to support the building of a new infrastructure, in the more remote regions it is not a new terrestrial infrastructure that is required, but the completion of the existing satellite one by the deployment of the ground equipment at customer premises. Important questions remain whether structural funds can be systematically considered to support the return on the investment already made by satellite operators.

Especially in rural areas, due to low population density, the costs of deployment of terrestrial infrastructures often lead to lack of broadband connectivity either low performances where available; in these areas satellite, which has a fix deployment cost per user regardless the location, is typically the best if not the only solution to provide broadband in a cost-efficient way.

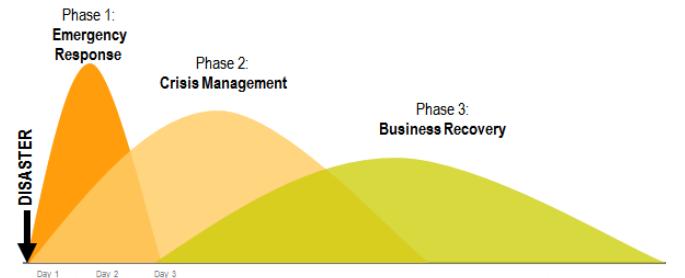
In this respect, the satellite technology enables a to find a balance between the provision of very high speed infrastructure in urban areas and the need to avoid that a new digital divide in rural areas arises, in accordance with the goals of the Digital Agenda for Europe

#### IV. BUSINESS CONTINUITY

Business continuity and disaster recovery can mean either life or death for a company.

In the event of a disaster, inadequate planning and/or technology deployment can compromise a return to operations and bring financial downfall. With this in mind, we note that operational continuity and recovery objectives continue to increase in priority for commercial and government entities alike. Recovery objectives once

measured in days or hours are now measured in minutes or seconds. This is motivated by increased business reliance on technology and a diminishing tolerance for downtime and its financial impact. This downtime can also bring unwanted visibility by customers, partners, stakeholders, competitors. Deteriorating the credibility of a firm.



Picture 4: Emergency phase approach. Satellite can be available in all phases

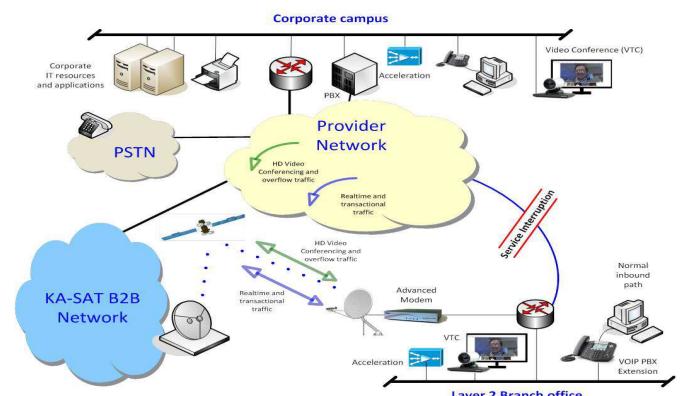
Terrestrial wan backup does not assure business continuity.

Enterprises have been using vsat technology for more than two decades, in the beginning largely for transaction oriented applications such as credit card authorization, lottery, and content distribution.

As the economy moves faster and faster to a global economy, it is imperative that organizations big and small take note of how they protect themselves from a variety of disasters, which will enable them to not only grow but become sustainable. The importance of sustainability as a provider of goods and services has reached this global market place as a key factor in the selection process of these goods and services.

Broadband services now available on next Generation (HTS) satellite can provide backup, secondary 'off-the-shelf' solutions (and even used as primary WAN connections in some cases) in symmetric and/or asymmetric totally compatible with primary link.

And a more commercial attractive advantage using satellite backup solution is still always-on solution, and the sharing feasibility over multiple locations, available partially or totally on each site in real-time mode.



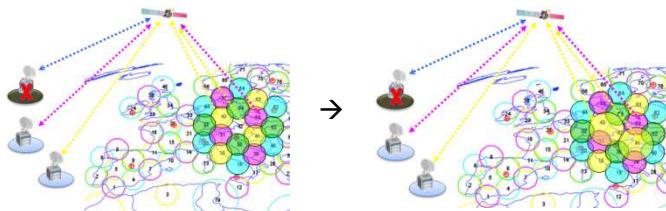
Picture 5: Typical implementation of Satellite Backup solution.

A moreover important point is related to higher Service Level Availability provided by redundancy.

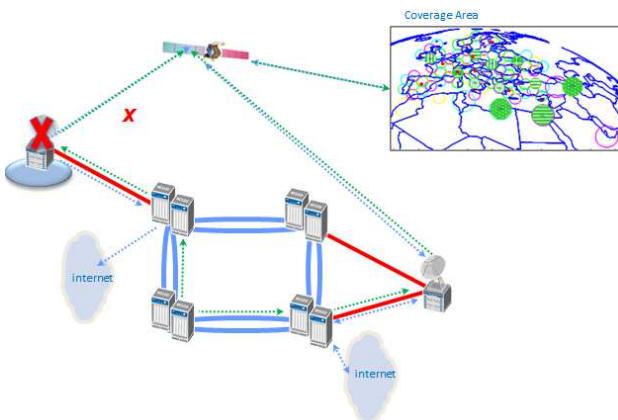
Satellite Services are almost unique solutions that provide real redundancy since they're using completely different infrastructure and paths from the geographical viewpoint.

Additionally, next generation (HTS) satellites (like Ka-Sat) are managed by multiple Gateways (Teleport) interconnected by Fiber Optics Ring, bringing an higher level of redundancy. It means that Infrastructure is performing a Gateway redundancy, where traffic of any gateway can be redirected to any other gateway in the ground network.

But also a Spot beam redundancy, where Satellite spots overlapping allows adjacent beams to take over traffic from a neighbour beam in case of failure.



Picture 6: Adjacent beams coverage is sufficient to assure traffic in locations covered by failed beam.



Picture 7: Automatic redirection of subscribers traffic to guarantee seamless internet access.

## V. DATA OFFLOAD ACCESS

3G networks are currently overloaded, due to the increasing popularity of various applications for smartphones.

The rapid uptake and now mainstream use of wireless smart phones and tablets have led to an explosion in mobile data consumption. These massive consumption levels have created requirements for substantially more alternative network capacity to transport mobile traffic. Users already expect high-speed wireless access anywhere and anytime, and its usage is only expected to multiply as smart phones, tablet computers and other mobile devices continue to proliferate.

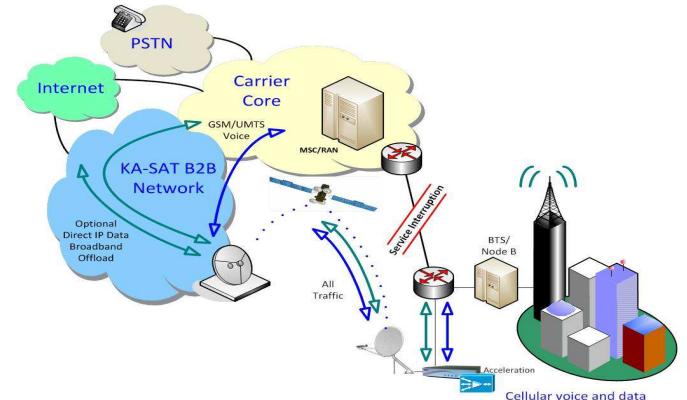
For example, while the United Kingdom's Research reports that smart phone shipments reached 485 million in 2011, it expects the number to top 655 million in 2012 and leap to 1 billion in 2016.

It goes without saying that these and other usage trends are stressing mobile operators' networks nearly to saturation. And the potential for network traffic jams will continue even as carriers upgrade their infrastructures to support faster 3G and 4G speeds.

Mobile service providers need a strategy to successfully handle mobile traffic demands so they can continue to deliver high-quality mobile experiences to subscribers, attract new customers, and retain happy ones.

Mitigating the traffic problem by moving mobile WAN traffic onto satellite networks is proving an easier and economical solution.

Satellite networks operate at broadband speeds in frequency spectrum licensed to Satellite Operator. If the mobile network operator has put the appropriate backhaul infrastructure in place, subscribers can move between the two network types in seamless mode.



## VI. CONCLUSION

Broadband satellite services available now on market can really lift off sustainable and increasingly ubiquitous broadband access, but it can also transform their market niche to serious mass market by targeting enterprises market.

## ACKNOWLEDGMENTS

Thank to Giorgio Tarchi, Key Account Manager, for supporting and helping with suggestion on Digital Divide contribution.

## LITERATURE

- [1] Sastri L.Kota, Quality Of Service For Broadband Satellite Internet, Oulu 2002
- [2] Sastri L Kota - Kaveh Pahlavan - Pentti Leppanen, Broadband Satellite Communications for Internet Access, 2004.
- [3] ITU, [www.itu.int](http://www.itu.int)
- [4] European Satellite Operators' Association, [www.esoa.net](http://www.esoa.net)
- [5] SABER Project, <http://www.project-saber.eu>
- [6] Eutelsat, [www.eutelsat.com](http://www.eutelsat.com)
- [7] Skylogic, [www.skylogic.com](http://www.skylogic.com)



Born in Milan on May 30, 1969. In 1997 I graduated in Electronic Engineering at "Politecnico di Milano" University. After a first job experience at SA.RES Spa, an international leader in Integrated system for sheet metal assembly, I was called in December 1998 by IMPREGILO Spa, International Civil Construction Company, to participate at construction of Skyscraper "Kingdom Centre Tower" - Riyadh, Saudi Arabia, deepening knowledge in communications infrastructure, security systems, and their integration (Building Management System). In July 2000 I participated at NewCo Startup, Netsystem.Com, First Italian Satellite ISP, following Design & Engineering, Deployment and Acceptance of Services Infrastructure, covering then the responsibility of the Sat & DVB Engineering Division, and coordinating the development of new products and services in relationship with the technical partner (SES-ASTRA).

In December 2002, I participated at startup of Skylogic SpA (Eutelsat Group), initially as a Technology Consultant.

Here I hold several positions with growing responsibility for technical & sales organization.

I was Reference for R&D & special projects at National (Civil Protection - Fire Brigade - Italian Army) and international (ESA-European Space Agency) level.

I am participating to launch of first HD channel on Satellite during Torino 2006 winter Olympic Games, to Cinema content Distribution with "ISide" ESA Project on 2009 and even the launch of first 3D Channel on 2011.

Then holding the position of Key Accounts & Special Project Manager for the B2B market within the Commercial Department, and later as Regional Sales Manager for the development of KA band services for the Eastern European market and Balkan area, actually I'm in charge of Channel Manager for satellite KA band Professional Data Network for EutelsatBroadband Services deploying & coordinating Sales in the B2B Market.

I'm member of the Engineers Association of Milan.

# Omrežja 21. stoletja

Darko Gradišnik, GVO, d.o.o.

**Povzetek** — V tem članku je opisano, kako uporabiti novo tehnologijo za zmanjšanje stroškov izgradnje dostopovnega optičnega omrežja. Pomembno je upoštevati razvoj mikro kablov, ki imajo z novim oblikovanjem vse več vlaken. Za zadnjo »miljo« je bolje uporabiti tehnologijo Fibreflow, s katero dosegamo boljše rezultate vpihanja in fleksibilnost omrežja.

**Ključne besede** — Mikro kabel, snop optičnih vlaken, Fibreflow tehnologija

**Abstract** — This article explains how to use new technology to reduce cost of building optical access networks. It is important to consider development of micro cables which can have more fibres with new design. For last mile is better to use Fibreflow technology because of better blowing performance and network flexibility.

**Keywords** — Micro cable, Fibreunit, Fibreflow

## I. UVOD

Potrebe po pasovni širini naraščajo eksponenčno. Obstajača bakrena in koaksialna omrežja imajo fizikalne omejitve, zato jih bodo prej kot slej nadomestila optična omrežja FTTH, ki praktično omogočajo neomejeno pasovno širino.

Gradnja optičnih omrežij zahteva velika vlaganja, zato so tudi pomisleni ali ne bi raje nadgradili obstoječa omrežja s tehnologijami, kot so: Vektorring, DOCSIS, LTE, skrajšava bakrene zanke, itd. Glede na to, da vse te tehnologije v primarnem delu potrebujejo optična vlakna, je v glavnem razlika v dostopovnem delu omrežja »last mile«. Postavlja se vprašanje ali bomo izgradili tudi ta del optičnega omrežja ali pa bomo investirali v elektronske komponente in predelavo obstoječih bakrenih omrežij, ki so prav v dostopovnem delu v precej slabem stanju.

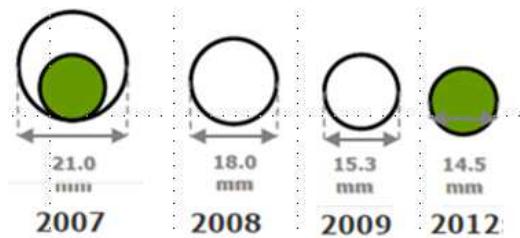
V nadaljevanju bo predstavljen razvoj optičnih kablov in tehnologij, ki so v povezavi z izgradnjo optičnih omrežij. Na podlagi praktične uporabe tehnologije »Fibreflow«, je v prispevku opisana primernost te tehnologije in stroškovna analiza, iz katere je razvidno, da je mogoče graditi optična omrežja ceneje in tudi racionalneje v smislu prilagodljivosti in kasnejših potreb.

## II. OPTIČNI KABLI

Optični kabli predstavljajo osnovni gradnik optičnih omrežij. Razvoj poteka v smeri povečevanja števila optičnih vlaken ob čim manšem preseku kabla. V grobem delimo optične kable na standardne in mikro. V dostopovnem omrežju so vse bolj pogosto v uporabi mikro kabli, ki so skonstruirani tako, da so čim tanjši. V komercialni uporabi imamo že 216 vlakenski mikro kabel debeline samo 8,3mm. Sestavljen je iz centralnega ojačitvenega elementa in šestih cevk (lose tube) preseka 1,9/2,45mm. V vsaki cevki je 36 vlaken, kar je trikrat več od standarde izvedbe. Zapolnitve cevke z vlakni je 67%, ostali prostor je zapolnjen z gelom, ki zagotavlja vzdolžno vodotesnost. Kljub zunanjemu plašču debeline samo 0,4mm, mora kabel izpolnjevati zahteve glede odpornosti na udarec (1500N/100mm), večkratno upogibanje, natezno silo 500N in temperaturne spremembe od -20 do +70 °C.

Mikro kable vpihujemo v mikro cevi s posebno napravo, ki ima hidravljični pogon za potiskanje kabla v cev in sistem

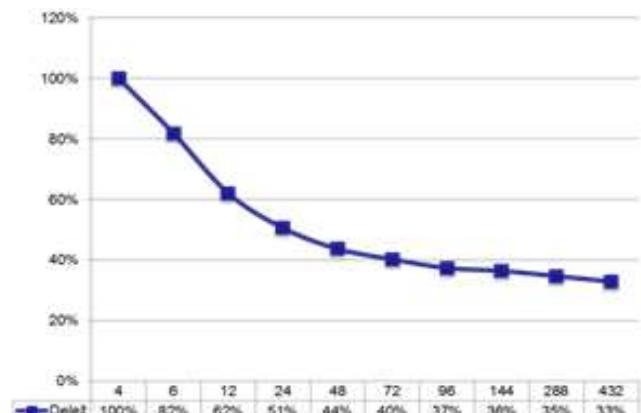
za dodajanje zraka (do 10 Barov). Tlak v cevi povzroči ledbenje kabla, kar močno zmanjša trenje. Ob idealnih pogojih je mogoče vpihniti mikro kabel dolžine do enega kilometra. Na rezultat vpliva kvaliteta kabla (primerna vzdolžna trdnost), kvaliteta mikro cevi in izvedba gradbenih del (mikro krivine oziroma poškodbe). Mikro cevi imajo poseben premaž oziroma vzdolžne zareze za zmanjšanje trenja. Za direktno polaganje cevi v zemljo so običajne dimenzijske 8/12, 10/14, 12/16 ali 14/18 (notranji / zunanjii premer v mm). V primeru obstoječe kabelske kanalizacije uporabimo tanjše cevi (debelina stene 1mm). V PEHD cev 50mm lahko vpihnemo 7 mikro cevk 10/12, v vsako cevko 216 vlakenski kabel, kar je skupna kapaciteta 1512 vlaken.



Slika 1: 720 vlakenski optični kabel

Zakaj je tako pomembna debelina optičnega kabla? Prostor v cevah je zelo dragocen. Če imamo tanek kabel je mogoče v obstoječe cevi dodatno vpihniti kable in s tem povečati kapaciteto omrežja, po drugi strani pa lahko s tanjšimi kabli gradimo ceneje, saj lahko uporabimo cenejše cevi, ki jih je tudi enostavnejše polagati.

Optična vlakna so se v zadnjih petnajstih letih izjemno pocenila. Z večanjem kapacitete kabla se cena na posamezno vlakno dodatno znižuje.



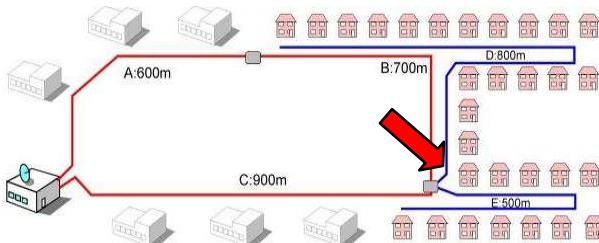
Slika 2: Cena vlakna glede na kapaciteto kabla

Za telekomunikacijske namene se uporablja enorodovno vlakno. Tipična (standardna) dimenzija enorodovnega vlakna je 9/125 (jedro 9 $\mu$ m, obloga 125 $\mu$ m in primarna zaščita 250 $\mu$ m). Obstaja že nekaj proizvajalcev, ki izdelujejo vlakna s primarno zaščito 200 $\mu$ m. S temi vlakni potrebujejo 46% manj prostora za isto kapaciteto. Vlakna izdelana po standardu ITU-T G.657A lahko uporabljamo v celotnem spektru od 1260 – 1625nm (AllWave). Dovoljen je zelo mali radij ukrivljenja (pri radiju 20 mm se poveča slabljenje za samo 0,2 dB pri valovni dolžini 1550nm).

Dodatno je mogoče povečati gostoto vlaken v kablu za 80 % z uporabo Flextube cevk, ki so tanjše od klasičnih Lose tube.

### III. FIBREFLOW TEHNOLOGIJA

Fibreflow tehnologija temelji na še tanjših polietilenskih mikro cevkah, praviloma preseka 7/4 ali 5/3,5mm. V te cevke vpihujemo vlakna v obliki snopa (ang. Fibreunit) kapacitete od 2 do 12 vlaken, debeline samo 1,6mm. V komercialni uporabi je tudi snop z 24 vlakni, preseka 2,1mm. V eno mikro cevko 7/4 lahko vpihnemo istočasno dva snopa po 12 vlaken. Snop vlaken je izjemno tanek in lahek, kar pomeni veliko prednost v primerjavi z mikro kabli. Ker so vlakna tako lahka, je tudi minimalno trenje, kar omogoča vpihanje vlaken na razdaljo 1,2km ali dlje. Povprečna razdalja vpihanja mikro kablov v realnih primerih znaša 500m. Ker so vlakna zložena v posodi (niso navita na kolut), je mogoče za vpihanje uporabiti oba konca snopa vlaken. Tako lahko vpihujemo iz središčne točke v vse smeri, kot prikazuje spodnja slika.



Slika 3: Pozicija vpihanja optičnih vlaken

#### Prednosti Fibreflow tehnologije:

- Vpihanje snopov vlaken je mogoče na bistveno daljše razdalje (do 1.2km v eni smeri).
- Snope vlaken lahko vpihujemo naknadno, ko jih dejansko potrebujemo.
- Omrežje je mnogo bolj prilagodljivo. Z minimalnimi gradbenimi posegi je mogoče dostopati do obstoječih vlaken oziroma mikro cevk. Snop vlaken je mogoče izpihniti in zamenjati z večjo kapaciteto.
- Nezaželjene rezerve kapacitet, ki nastanejo pri načrtovanju so zmanjšane na minimum.
- Število spojk je lahko manjše do štirikrat.

### IV. STROŠKOVNA ANALIZA

#### A. Pilotski projekt FTTH Sl. Bistrica

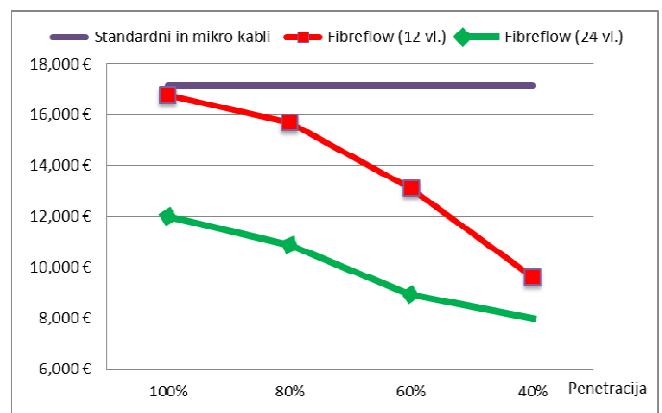
Analiza stroškov in prednosti posamezne tehnologije je narejena na dveh primerih. Prvi primer se nanaša na pilotski projek »FTTH Sl. Bistrica«, drugi pa na izračun sprememb

stroškov materiala in montažnih del, če uporabimo namesto mikro kablov tehnologijo Fibreflow.

Za pilotski projekt smo naredili PZI za obe tehnologiji: klasično v kombinaciji z mikro kabli in Fibreflow (12 in 24 vl). Pri 100% penetraciji so bili stroški v obeh primerih približno enaki. Razlika nastane očitna, če predvidimo manjšo penetracijo. Pri 40% penetraciji je strošek z Fibreflow tehnologijo manjši za 53%.

Tabela 1: Stroški glede na tehnologijo in penetracijo

Kategorija	Mikro kabli	Fibreflow		
	100%	100%	60%	40%
1. OPTIČNI KABLI	5.183	4.247	2.812	1.405
2. OMARE, DELILNIKI IN SPOJKE	982	476	317	158
3. CEVI IN MIKRO CEVI	0	2.571	2.571	2.571
4. MONTAŽNA DELA	10.320	9.254	7.256	5.400
5. MERITVE	662	231	154	77
<b>SKUPAJ</b>	<b>17.147</b>	<b>16.779</b>	<b>13.110</b>	<b>9.611</b>



Slika 4: Investicija glede na penetracijo in tehnologijo

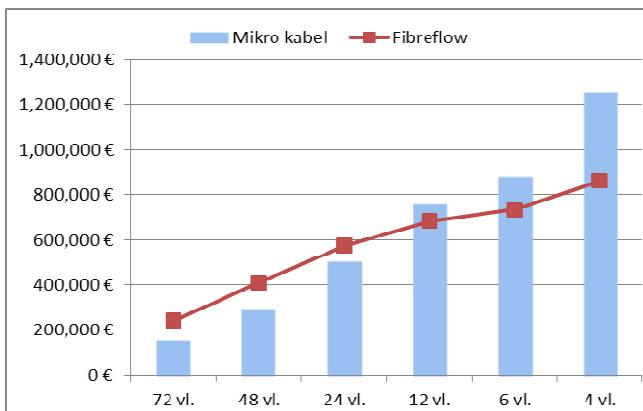
Povdarniti je potrebno, da je to običajno pričakovana penetracija v začetnem obdobju treh let. V petih letih lahko pričakujemo zasedenost omrežja do 60%, na daljše obdobje pa 70%. V tem je velika prednost te tehnologije, saj začetno investicijo lahko prepolovimo, obenem pa imamo zagotovljene prazne mikro cevke, v katere kasneje vpihnemo vlakna glede na dejanske potrebe. S premišljenim načrtovanjem skoraj ni »mrtvih vlaken«, ki nastanejo zaradi same izvedbe kablov. Optični kabli so zgrajeni po določenih kapacitetah (48, 72, 96, 144, 196, 288, itd.). Če potrebujemo 100 vlaken, je potrebno uporabiti 144 vlakenski kabel (44 vlaken ostane v rezervi).

#### B. OŠO omrežje Koroška

V tej analizi so zajeti podatki OŠO omrežja zgrajenega za 3800 gospodinjstev, pretežno na ruralnem območju, v sedmih občinah Mislinjske in Dravske doline. Na tem projektu je bilo izgrajeno 980 km kabelske kanalizacije, položeno 1280km kablov v PEHD in mikro cevi 10/14. Na tem projektu smo porabili 18 % standardnih in 82% mikro kablov. Uporabljeni so bili mikro kabli od 4 do 72 vlaken. Največji delež predstavlja mikro kabli do 24 vlaken (83%).

Na tem projektu smo vpihivali mikro kable v povprečju na razdaljo 400m, kar je polovico manj od pričakovanj. Razlog je v sami konfiguraciji terena (hribovito, na več mestih skalnato) in mikro krivinah položenih cevi. Pri vpihovanju vlaken teh težav ni in brez težav vpihnemo v eni smeri 1200m. Ob upoštevanju, da za vpihanje vlaken

potrebujemo manj delavcev in opreme (izkop samo v izjemnih primerih) se strošek vpihanja vlaken zmanjša za 83 % v primerjavi z mikro kabli.



Slika 5: Kumulativni strošek materiala in montažnih del

V zgornjem grafu so upoštevani stroški materiala in Stroški so prikazani kumulativno. Prelomna točka je pri 24 vlakenskih kablih. V celotnem projektu imamo 31% prihranek z Fibreflow tehnologijo. Potrebno je povdariti, da pri tej analizi izhajamo iz obstoječih podatkov in projekta, ki je v osnovi bil narejen za tehnologijo z mikro kabli. Če bi prilagodili projekt na Fibreflow tehnologijo, bi bili še dodatni prihranki, saj bi imeli manj kabelskih jaškov, spojk in montažnih del za spajanje optičnih vlaken.

## V. ZAKLJUČEK

Dostopovna optična omrežja je mogoče graditi ceneje ob upoštevanju novih tehnologij. Mikro kabli imajo vse večje kapacitete, zato so vse bolj uporabni že v primarnem delu omrežja (od funkcionske lokacije do prvih jaškov), njihovo prejšnje mesto pa prevzema tehnologija Fibreflow, ki predstavlja podoben preskok, kot mikro kabli v primerjavi s klasičnimi optičnimi kabli. S tehnologijo Fibreflow smo zgradili 220 km dostopovnega omrežja, kar je dovolj, da lahko potrdimo prednosti te tehnologije tudi v praksi.

## LITERATURA

- [1] [http://prysmiangroup.com/en/business\\_markets/markets/telecom-solutions/downloads/datasheets/InternetCableData-StdFlextube\\_en.pdf](http://prysmiangroup.com/en/business_markets/markets/telecom-solutions/downloads/datasheets/InternetCableData-StdFlextube_en.pdf)
- [2] <http://www.ofsoptics.com/resources/200-Micron-Fiber-Enables-New-Cable-Designs.pdf>



**Darko Gradišnik** je diplomiral na Fakulteti za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Univerze v Mariboru, magistriral pa leta 2005. Zaposlen je v podjetju GVO, kot direktor Operativne enote gradnje. Ima večletne izkušnje z vzdrževanjem in gradnjo TK omrežij.

# Več kot samo Internet

Boštjan Tavčar, Uprava RS za zaščito in reševanje, Ljubljana

**Povzetek** — Dostopnost, svoboda in odprtost svetovnega spletu se nam zdi nekaj samo po sebi umevnega. Omejevanje dostopa do znanja na internetu pod krinko zaščite avtorskih pravic, prilaščanje svetovnega spletu kot tržnega blaga, državni nadzor, omejujejo njegovo svobodo in odprtost. Svetovni splet je v marsičem spremenil naše tradicionalne navade, še zlasti prek raznih socialnih omrežij. Ta postajajo prostor odprte razprave, tudi z namenom sooblikovanja politike. P2P omrežja so vse bolj orodje za svobodno razširjanje informacij in anonimnosti na Internetu. Podobno vendar veliko bolj kontroverzno vlogo igra tudi globoki splet.

**Ključne besede** — Internet, www.

**Abstract** — The accessibility, freedom and openness of the World Wide Web is often taken for granted. Restricting access to knowledge on the internet under the guise of copyright protecting, appropriation of the internet as a trade commodity and the state control, restrict his freedom and openness. The World Wide Web has in many ways changed our traditions, particularly through various social networks. This is becoming an area of open discussion, also in order to co-creating policies. P2P networks are increasingly a tool for a free information exchange and anonymity on the Internet. A similar but much more controversial role plays the deep web.

**Keywords** — Internet, www.

## I. UVOD

Ko je pod pokroviteljstvom ameriškega ministrstva za obrambo, v Agenciji za napredne raziskovalne projekte ARPA, začelo nastajati prvo računalniško omrežje, nihče ni slutil, da se začenja pisati zgodovina Interneta. Sprva je bilo to orodje računalniških strokovnjakov in raziskovalnih ustanov, ki je omogočalo delo na oddaljenih računalniških sistemih, prenos datotek, elektronsko pošto in izmenjavo informacij. Ključno vlogo pri razvoju in kasnejši popularizaciji Interneta je odigral Tim Berners-Lee iz Evropskega središča za jedrske raziskave CERN. Združitev internetnega in hypertext protokola, je bila osnova na novo nastalega Svetovnega spleta – WorldWideWeb.



Slika 1: svetovni splet prost za vsakogar, brez licenčnine

Svetovni splet je za razliko od svojih predhodnikov prinesel v omrežju Internet nekaj ključnih novosti in razlik:

- Svetovni splet ne zahteva dvosmernih povezav. Vsak lahko na svoji spletni strani doda povezavo na katero koli drugo stran, ne da bi upravnik te strani moral karkoli storiti.

– Za razliko od sistemov, kot sta HyperCard ali Gopher, je Svetovni splet odprt in prost, tako da lahko vsak, brez licenčnin, razvija strežnike in brskalnike ter svobodne razširitve zanke v zvezi z njegovo tehnologijo. To je zasluga Evropskega središča za jedrske raziskave CERN, kjer so 30. aprila 1993 objavili, da bo Svetovni splet prost za vsakogar, brez licenčnine.

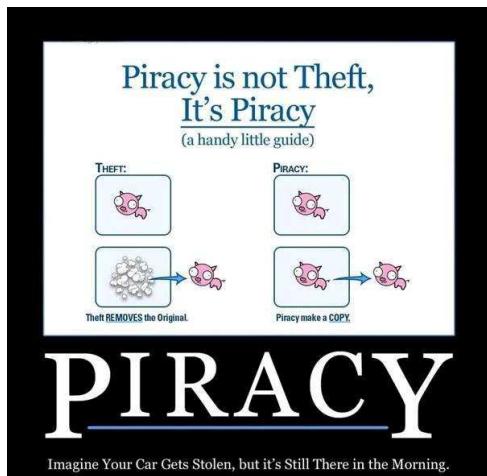
Danes si brez Svetovnega spletu ne moremo več zamisliti dostopa do informacij, izobraževanja, zabave, nakupov, dela od doma, ... kot tudi sodelovanja v raznih socialnih omrežjih, navideznih svetovih in podobnem. Svetovni splet tako ni kopija do sedaj nam poznane realnega sveta, temveč prostor, v katerem nastaja novo, do sedaj nepoznano. To dejstvo na nek način spreminja naše dojemanje realnega sveta in s tem povzroča konflikte med tradicionalnim in novim. Ključni konflikt se vrти okoli vprašanja, ali naj Svetovni splet ostane vsem pod enakimi pogoji prosto dostopna dobrina. Dobrina, ki bo ljudem vsaj v navideznem svetu omogočala enake možnosti.

## II. DOSTOPNOST, SVOBODA IN ODPRTOST SVETOVNEGA SPLETA

Dostopnost, svoboda in odprtost Svetovnega spletu se nam zdijo nekaj samo po sebi umevnega. Vsi, ki se ukvarjam s tehničnimi vprašanji Interneta pozabljamo, da je vprašanje njegove dostopnosti in ne nazadnje tudi odprtosti in svobode, vse manj tehnično vprašanje zagotavljanja različnih komunikacijskih povezav in kakovostne infrastrukture. Postaja vse bolj vprašanje poblagovljenja, monopolizacije in raznih bolj ali manj prikritih poskusov »cenzure« in nadzora. Pomenljivo je, da posamezne tradicionalno demokratične države sprejemajo zakonodajo, ki grobo posega v pravico ljudi do uporabe Svetovnega spletu in Interneta na splošno. Tak primer je Nemčija, država s tradicionalno demokracijo. Ponudniki v Nemčiji opuščajo pavšalni način zaračunavanja uporabe Interneta in prehajajo na zaračunavanje prenosa podatkov, razen podatkov njihovega lastnega izvora, katerih prenos bo še vedno neomejen. S tem se ustvarja neloyalna konkurenca in informacijska indoktrinacija. Z mehanizmom hitrosti prenosa podatkov bodo usmerjali in spodbujali ljudi, da si informacije pridobijo pri svojem ponudniku in ne pri drugih virih. To pomeni konec Svetovnega spletu kot svobodnega in vsem pod enakimi pogoji dostopnega medija. Pomeni tudi nastajanje izoliranih internetnih mehurčkov in državnih Internetov. Uporabniki, ujeti v posameznih mehurčkih, se ne bodo zavedali eden drugih in si zato tudi ne

bodo mogli izmenjevati informacij. Ali gre za uveljavljanje »kitajskega« modela Interneta?

Omejevanje dostopa do znanja na svetovnem spletu, pod pretvezo varovanja avtorskih pravic, je zelo pereč problem. Ob tem, ko Svetovni splet postaja vse večje smetišče reklamnega gradiva, se vse bolj krči prost dostop do znanj v obliku prosto dostopnih knjig, strokovnih člankov in drugega. Ne gre pozabiti, da se znanje gradi že tisočletja in si ga za to ne sme lastiti nihče. Je javna dobrina, h kateri na nek način prispevamo vsi, vsak po svojih sposobnostih in močeh. Javne in zasebne izobraževalne inštitucije bi morale zagotoviti prost dostop do gradiva, neposredno ali posredno financiranega iz javnih sredstev.



Slika 2: Kopiranje še ni kraja

Ob tem se velja spomniti besed Nikole Tesle, ki jih je izrekel ob srečanju z Milanom Vidmarjem: »Svojih idej nisem prijavljal, ker sovržim patente. Čemu patent, čemu izkoriščevalne pravice? Svoje ideje sem dajal človeštvu, da mu koristijo. Dovolj mi je, da imam dober laboratorij, streho in hrano. Denarja ne potrebujem.« [5]

Poblagovljene Interneta predstavlja veliko demokratično tveganje sodobne informacijske družbe. Internet kot javno dobrino se vse bolj zlorablja za namene akumulacije kapitala tudi prek promocije obstoječih družbenih struktur, norm in praks na ekonomskem in političnem področju, predvsem neoliberalnih doktrin. Priča smo političnemu marketingu, kjer politiki s preskušenimi tehnikami oblikujejo javno mnenje in svojo podobo prodajajo na trgu kot blago. Poblagovljene politike in družbe se tako širi v virtualni svet Interneta pod pokroviteljstvom tako imenovane infokracije. Posledica poblagovljenga Interneta je vse večja odsotnost javnih razprav oziroma njihovo nadomeščanje z vnaprej skrbno pripravljenimi in zaigranimi »razpravami«, ki dajejo ljudem iluzijo sodelovanja in nekritičnega mišljenja, da so s tem zadovoljene vse njihove demokratične pravice. Prevlada kapitalskih interesov nad interesi ljudi in zmanjšanje sodelovanja ljudi pri odločanju preusmerja ljudi v potrošništvo, ki se na Internetu kaže kot relativno cenena zabava z različnimi računalniškimi igrami, obiskovanju socialnih omrežij, virtualnih svetov, vse z namenom spodbujanja spletnega potrošništva.

### III. SOCIALNA OMREŽJA, INFORMACIJSKI KANALI

Ali je svetovni Splet zgolj informatizirana podoba nam znanega realnega sveta? Ali je mogoče njegova dopolnitev,

nekaj kar ni zgolj podrejeno realnemu svetu, temveč ga s svojim vplivom tudi soustvarja in spreminja? Svetovni splet je v marsičem spremenil naše tradicionalne navade predvsem s svojo sposobnostjo hitre izmenjave podatkov. Tradicionalni mediji, ki so bili v preteklosti enosmerni kanal obveščanja ljudi in ustvarjanja javnega menja, so močno izgubili svoj monopol. Tradicionalne novice, ki smo jih včasih v obliku člankov in komentarjev lahko samo prebirali, danes lahko tudi komentiramo, s čimer jih soustvarjamo. Socialna omrežja omogočajo ljudem neposredno izmenjavo informacij. Kakšno moč imajo v bistvu družbena omrežja, kot sta Facebook in Twitter, na katera v zadnjih letih eni kažejo s prstom kot na glavna krvica za revolte po svetu? Ob takšnem razmišljaju si je dobro zastaviti vprašanje: »Ali res lahko režime po svetu ruši svetovni splet, računalniki in pametni telefoni, ali jih rušijo ljudje, ki razumejo moč in hkrati šibkost svetovnega spletja in ki mu ne gre oporekat mobilizacijske moči predvsem prek socialnih omrežij.« Lahko bi rekli, da je Svetovni splet potreben, ne pa tudi zadosten pogoj za razvoj družbe tako imenovanih aktivnih državljanov. Od tu, do pretočne ali celo neposredne demokracije, bi moral biti samo še korak. Če bi sodili po številu politikov, ki se zadnje čase pojavljajo na svetovnem spletu in socialnih omrežjih, smo z zgornjim razmišljanjem na pravi poti. Kljub vsemu gre verjetno za preveč poenostavljen razmišljanje, spodbujeno z navdušenostjo nad tehnologijo in vero, da bo Svetovni splet ostal svoboden in vsem pod enakim pogoji dostopen. Pa bo temu res tako?

Kakšna bi lahko bila tako imenovana elektronska participacija? Definiramo jo lahko kot: »Z informacijskimi in komunikacijskimi tehnologijami podprtso sodoločanje v upravnih postopkih in postopkih vladanja, z neposrednim soupravljanjem, izvajanjem storitev, sprejemanjem odločitev in tudi oblikovanjem politik.« [7]. Za razliko od predstavniškega, plebiscitarnega modela, ki poudarja razmerje med vlado in državljanji, mora model elektronske participacije temeljiti na komunikaciji med in znotraj civilne družbe z namenom iskanja kompromisov in oblikovanja politik njihovega udejanjanja prek sooblikovanja zakonodaje in sodoločanja pri ključnih odločitvah.

### IV. P2P OMREŽJA IN GLOBOKI SPLET

Nadzor nad Internetom je želja, ki se vztrajno spreminja v resnično grožnjo. Cilj nadzora nad Svetovnim spletom in Internetom izhaja iz klasičnega pojmovanja in interesov tradicionalnih ekonomskih in drugih politik s ciljem ohranjanja obstoječega družbenega sistema. Dejstvo je, da je Svetovni splet s svojimi dejanskimi in potencialnimi zmožnosti postal neovladljiv in nevaren. Največji izziv demokraciji na Internetu predstavlja nadzor funkcionalnosti in nadzor nad vsebin podatkov prek nadzora internetnih protokolov in samih paketov. Pri tem ne gre zgolj za poskuse prepoznavanja vsebin, ki si jih posameznik izmenjuje, temveč poskus prepoznavanja posameznika kot takega: njegovih navad, interesa, politične usmerjenosti in angažiranosti... P2P (peer to peer) omrežja in globoki splet so samo odzivi proti težnjam nadzora Interneta.

P2P omrežja se pogosto enači s piratstvom, nelegalno izmenjavo glasbe, filmov in drugih datotek. Če so v svojem začetku nastala kot priročno orodje za izmenjavo glasbe, postajajo vse bolj orodje za svobodno razširjanje informacij in anonimnost na Internetu. Navidezno se problematika P2P

omrežij vrti okoli spoštovanja avtorskih pravic. Dejstvo je, da je avtorsko pravo zastarel in kot tako nikoli ni bilo kos izvivom novih medijev in tehnologij nastajajočih v zadnjih sto letih. Na videz paradoksalno je, da ga kljub temu ohranjamo bolj ali manj nedotaknjenega že vsa leta. Področje avtorskih pravic je predvsem področje privilegijev, ki izhajajo iz monopolov in zakonsko določenih rent, čemur se nekateri pod nobenim pogojem nočejo odpovedati. Z Internetom je izliv postal še večji, saj domnevnega varovanja avtorskih pravic ni mogoče več zagotavljati na nacionalnem nivoju temveč samo še globalno. Od tod ideja o tako imenovanih trgovinskih sporazumih, od katerih je bil najbolj razviti sporazum ACTA. Kljub porazu ACTE, kot posledice upora širše javnosti niso vrgli puške v koruzo, saj so na obzorju novi podobni sporazumi, kot na primer CETA in CISPA.

Mišljenje, da je Svetovni splet tisto, kar lahko najdete na Googlu ali njemu podobnih iskalnikih, je zmotno in zavajajoče. Veliko večji del, tudi do 500 krat večji, je skrit.



Slika 3: Protest proti sporazumu CETA

Gre za svetovni splet poznan pod pojmi globoki splet, temni splet, nevidni splet... Vsi ti izrazi opisujejo razna območja svetovnega spleta bolj ali manj nedosegljiva iskalnikom in s tem veliki večini uporabnikov spletu. Gre za podatke različnih podjetij, raziskovalnih ustanov, vojske, različnih revolucionarnih organizacij, takšnih in drugačnih sekt, kriminalnih združb, skratka vseh, ki iz takšnega ali drugačnega razloga ne želijo biti javno dostopni oziroma morajo biti na Internetu anonimni. Dostop do globokega spletu je mogoč prek spletnega brskalnika s podporo za Tor. Spletne strani globokega spletu imajo psevdo domene s končnico onion.

Globokega Interneta ne moremo nadzorovati, ker ga ne poznamo. Današnji iskalniki poznajo okoli 0,03% vseh spletnih strani. Kolikšen odstotek spletu poznajo vladne in privatne »varnostne« službe, lahko samo ugibamo.



Slika 4: Simbolični prikaz razsežnosti globokega spletu

Z gotovostjo pa lahko trdimo, da še zdaleč ne vsega. Globoki Internet tako ostaja neraziskano območje, v katerem se je mogoče skriti. Z vse večjo težnjo po nadzoru in

poblagovljenju Interneta bo samo pridobil na svojem pomenu za vse tiste, ki bodo želeli na spletu ohraniti svojo samostojnost in neodvisnost. Postajal bo prizorišče legitimnega upora proti vsem, ki si prilaščajo Internet, to javno dobrino.

Iz sveta globokega spletu prihaja tudi digitalna virtualna valuta Bitcoin, utemeljena na P2P tehnologiji, ki ji omogoča obstoj in delovanje brez centralne banke. Potrjevanje denarnih transakcij in izdajanje denarja je demokratično razpršeno po celotnem omrežju. Valuto Bitcoin je mogoče uporabljati z istoimenskim odprtokodnim programom. Bitcoin se ne uporablja samo v globokem spletu, z njim je mogoče plačevati tudi na posameznih spletih straneh svetovnega spletu. Bitcoin je valuta prihodnosti, saj za razliko od tradicionalnih valut nima centralne emisijske banke, zato nihče ne more izkorisčati monopola posesti nad njim. Spopad s tradicionalnimi valutami bo zato neizbežen, je le vprašanje časa, kdaj bo do njega prišlo. Prav tako pa je vprašanje, ali je idejo decentralizirane valute in s tem Bitcoin še mogoče preprečiti. Dolgoročno zanesljivo ne.

## V. SKLEPNA MISEL

Skrajni čas je, da vsak pri sebi razmisli, kaj je njegovo poslanstvo in kaj mu narekuje vest. Mi smo tisti, ki imamo v rokah tehnologijo in brez nas poblagovljenje in nadzor nad Internetom ni mogoč, pa naj si »prodajalci megle« to še tako močno želijo. Ne postanimo del infokracije. Internet lahko obstaja samo kot javna dobrina.

## LITERATURA

- [1] Splet, Wikipedija, <http://sl.wikipedia.org/wiki/Splet>
- [2] Telekom baut Sperre ein: Freiheit des Internets geht zu Ende, Deutsche Wirtschafts Nachrichten, <http://is.gd/hbtVwJ>
- [3] Deutsche Wirtschafts Nachrichten, Internet-Kontrolle: Jeder Haushalt muss Modem der Deutschen Telekom kaufen, <http://is.gd/sjTv7F>
- [4] Demokratična tveganja digitalne družbe 2 – poblagovljanje interneta, Inštitut za elektronsko participacijo, <http://is.gd/T1THXy>
- [5] Obisk pri Nikoli Tesli – Milan Vidmar, <http://is.gd/GuQ0nH>
- [6] Industrija avtorskih pravic: stoletje prevar, Rick Falkvinge, <http://is.gd/Uvc1OU>
- [7] več avtorjev, Understanding eParticipation, Contemporary PhD eParticipation Studies in Europe, Örebro University Library, ISBN 978-91-7668-530-3, <http://is.gd/SpwheH>



**Boštjan Tavčar** je diplomiral na Fakulteti za elektrotehniko v Ljubljani na univerzitetni smeri telekomunikacije. Od leta 1994 je zaposlen na Ministrstvu za obrambo, na Upravi Republike Slovenije za zaščito in reševanje, v zadnjih letih kot vodja Centra za obveščanje Republike Slovenije. Skrbi za uveljavitev in razvoj enotne evropske številke za klic v sili 112. Je avtor aplikacije za klic v sili za gluhe in naglušne WAP112, za katero je Uprava RS za zaščito in reševanje v letu 2009 prejela mednarodno nagrado Evropskega združenja za klic v sili EENA. Boštjan Tavčar je predavatelj na Višji strokovni šoli za telekomunikacije, Šolskega centra za pošto ekonomijo in telekomunikacije v Ljubljani in avtor več strokovnih člankov s področja profesionalnih radijskih zvez in informacijskih sistemov.



# TV-WEB

## ali kako lahko HbbTV standard pripomore k ciljem Digitalne Agende

Miha Krišelj, Matevž Pogačnik, Rok Žurbi, Jože Guna, Klemen Pečnik; Fakulteta za elektrotehniko v Ljubljani

**Povzetek prispevka** — Trenutni kazalci kažejo, da cilji Digitalne Agende morda ne bodo doseženi v mnogo EU državah, saj potrebne investicije v omrežja v trenutnih zaostrenih ekonomskih razmerah presegajo njihove finančne zmožnosti. V prispevku bomo predstavili alternativno rešitev uporabe obstoječe infrastrukture digitalnih prizemeljski televizijskih omrežij (DVB-T/T2), kjer je mogoče proste kapacitete izkoristiti za dostop do izbranih internetskih vsebin. Gre za t.i. "push storitev", ki brez povratnega kanala omogoča interaktivno uporabniško izkušnjo. Storitev je predvsem namenjena prebivalcem v ruralnih področjih, ki so brez dostopa do širokopasovnega interneta in ne uporabljajo osebnih računalnikov. Takšna storitev lahko pripomore k zmanjšanju digitalne ločnice in komplementarno dopolnjuje cilje Digitalne Agende. V prvem delu bomo predstavili trenutne razmere na področju razvoja DTT v smislu izkoriščanja kapacitet, v nadaljevanju bomo opisali tehnično rešitev, ki zahteva inovativno uporabo HbbTV standarda, v zaključku pa se bomo dotaknili problematike prilagoditve internetskih vsebin za spremljanje na TV zaslonih.

**Ključne besede** — DTT, DVB-T2, MPEG-4, SEE TV-WEB, OTT, Web TV, Connected TV, HbbTV, DSM-CC

**Abstract** — This paper explains the idea on how to use DVB-T/T2 networks to deliver Internet content to those who have no access to broadband and do not use personal computers. Selected Internet content will be offered as a Push service not using return channel yet providing full local interactivity. The service proposed by the SEE TV-WEB project is targeting the population of rural areas and is aiming in reducing the digital divide and on the other hand supporting the goals of Digital Agenda. In the first part of the paper the current development of DTT is explained with the focus on non-used capacities of DTT multiplexes. The second part is explaining the idea of innovative use of HbbTV standard on receivers with no broadband connection. The last part is devoted to the problems of adapting the Internet content to be viewed on TV screen.

**Keywords** — DTT, DVB-T2, MPEG-4, SEE TV-WEB, OTT, Web TV, Connected TV, HbbTV, DSM-CC

### I. UVOD

#### A. Trenutne razmere na področju razvoja DTT

Digitalna prizemna televizija se resenje začela razvijati po mednarodni radijski konferenci ITU GE-06 [1], kjer so države t.i. prve ITU regije pridobile pravice za uporabo frekvenčnega spektra za digitalna prizemna televizijska omrežja. Delitev radijskega spektra v področju VHF (174-230MHz) in UHF(470-862MHz) je temeljila na načelu ekvivalentnega dostopa do radijskega spektra. Na ta način so vse države pridobile enako količino spektra, ki omogoča postavitev praviloma 7 do 8 digitalnih televizijskih omrežij z nacionalnim pokrivanjem. Digitalni prenos televizijskega signala omogoča bistveno boljšo izrabo frekvenčnega spektra, saj je v enem 8 MHz širokem radiofrekvenčnem kanalu možno prenašati do 48,22 Mbit/s (DVB-T2 [2]).

Modulacija	Kodno razmerje	DVB-T2 (Kapaciteta)	DVB-T (Kapaciteta)
QPSK	1/2	7,18 Mbps	6,03 Mbps
QPSK	3/5	8,63 Mbps	
QPSK	2/3	9,64 Mbps	8,04 Mbps
QPSK	3/4	10,80	9,05 Mbps
QPSK	4/5	11,53	
QPSK	5/6	12,04	10,05
QPSK	7/8		10,56
16QAM	1/2	14,43	12,06
16QAM	3/5	17,33	
16QAM	2/3	19,29	16,09
16QAM	3/4	21,68	18,10
16QAM	4/5	23,13	
16QAM	5/6	24,07	20,11
16QAM	7/8		21,11
64QAM	1/2	21,61	18,10
64QAM	3/5	25,96	
64QAM	2/3	28,93	24,13
64QAM	3/4	32,49	27,14
64QAM	4/5	34,66	
64QAM	5/6	36,18	30,16
64QAM	7/8		31,67
256QAM	1/2	28,86	
256QAM	3/5	34,66	
256QAM	2/3	38,51	
256QAM	3/4	43,36	
256QAM	4/5	46,26	
256QAM	5/6	48,22	

Tabela 1: Primerjava DVB-T in DVB-T2 standardov (FFT 8k, GI-1/32)

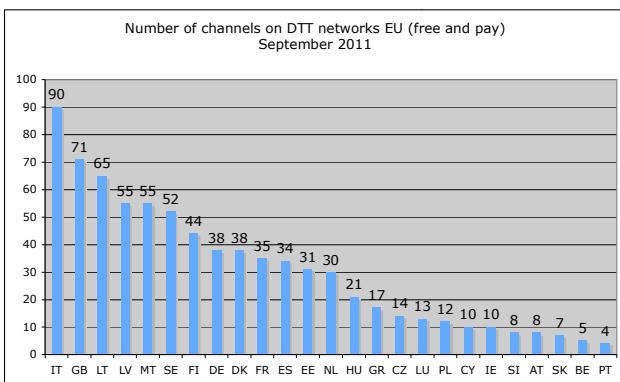
Za prenos enega televizijskega programa standardne ločljivosti v MPEG-4 formatu potrebujemo 1,6 Mbit/s oz. 6,5 Mbit/s za televizijski program z visoko ločljivostjo slike. Spodnja tabela prikazuje primerjavo med MPEG-2 in MPEG-4 algoritmoma.

			<b>SDTV</b>	<b>HDTV</b>
TV	Resolucija	[pixel]	720x576	1920x1080
	Prepletanje/ progresivno	P/I	I	I
	Osveževanje slike	[Hz]	25	25
MPEG-2	Bit rate	[Mbps]	3.7	12
	Kvaliteta	Y [dB]	34	35
MPEG-4	Bit rate	[Mbps]	1.6	6.5
	Kvaliteta	Y [dB]	36	36

Tabela 2: Kvaliteta videa in ustrezne bitne hitrosti za SDTV in HDTV

Iz vrednosti v zgornji tabeli izhaja, da lahko v enem kanalu DVB-T2/MPEG4 prenašamo do 30 TV programov standardne ločljivost ali do 7 TV programov visoke ločljivosti. Če upoštevamo število multipleksov po državah lahko računamo s kapaciteto 240(SD) ali 56(HD) programov po državi. Res je, da danes DVB-T2 uvajajo predvsem države, ki so pozno začele z izgradnjo DTT omrežij in ravno te države imajo majhno število lastnih programov, kar pomeni še večjo neizkoriščenost kapacitet DTT omrežij. Ostale države, ki so začele z uvajanjem DTT pred letom 2006, se na drugi strani soočajo z novim prehodom na naprednejšo digitalno tehnologijo, ki ni bistveno manj zapleten od prehoda iz analognega na digitalno oddajanje. Kapaciteta obstoječih DVB-T omrežij je bistveno manjša saj lahko v enem DVB-T multipleksu prenašmo le 8 SD oz. 2 HD programa v MPEG-2 oziroma 19 SD oz. 4 HD programov v MPEG-4.

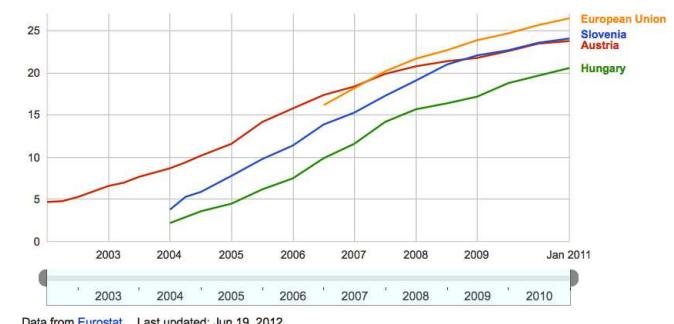
Število programov v posameznih državah je dokaj različno saj je le-to odvisno od razvitiosti televizijskega trga. Pravilo enakopravnega dostopa do radijskega spektra na ITU konferenci se tu sooči z realnim stanjem na televizijskem trgu, tako imajo določene države premalo spektra, druge pa preveč. Razkorak je še bolj očiten pri državah, ki so z uvajanjem DTT začele kasneje in uvajajo naprednejšo tehnologijo DVB-T2/MPEG4, na drugi strani pa imajo manjše TV tržišče. Dodatna oviro razvoja trga v teh državah predstavlja tudi licenciranje TV programov. Preko DTT omrežij se namreč lahko razširjajo le programi, ki imajo domicil v teh državah, kar predstavlja dodatno omejitev. Vstop drugih, tujih programov v omrežja DTT je načeloma možen, če to dopuščajo nacionalni zakonodajni okvirji. V takšnih primerih gre praviloma za plačljivo televizijo (Pay TV) kljub temu, da je za DTT omrežje je značilo prosto (nekodirano) razširjanje TV programov.



Slika 1: Število TV programov v evropskih omrežjih (vir: MAVISE database [3])

Digitalna agenda podpira vsebino programa Evropa 2020 in eden izmed zastavljenih ciljev je zagotoviti vsaj 30 Mbit/s dostop do Interneta vsem državljanom oz. vsaj 100 Mbit/s polovici prebivalcev. Trenutni podatki kažejo na to, da je bil ta cilj postavljen precej ambiciozno in ga bo težko doseči saj veliko držav doživlja počasnejši razoj na področju širokopasovnih internetnih priključkov [4]. Razloge je mogoče iskati v ekonomski krizi, ki je prizadela tako operaterje kot tudi naročnike. Cena telekomunikacijskih storitev je primerljiva s ceno električne energije in lahko si zastavimo vprašanje ali si bodo prav vsa gospodinjstva lahko privoščila strošek za hitro povezavo do Interneta. Projekt SEE TV-WEB [5] poskuša zapolniti vrzel v času do izpolnitve ciljev digitalne agende in se ozira na del populacije, ki si takšnega dostopa ne bo mogla privoščiti in praktično ne uporablja osebnih računalnikov. Ta zadnja skupina je še posebej pomembna saj tvori t.i. digitalno ločnico.

Broadband penetration rate



Slika 2. Penetracija širokopasovnih priključkov (več kot 144 kbit/s na 100 prebivalcev).

Medtem se je konkurenčni boj na nivoju omrežij preselil na nivo uporabniške opreme. Razvoj TV sprejemnikov je napredoval v smeri LCD in plazma zaslono, ki imajo ločljivost primerljivo z ločljivostjo računalniških zaslono. Pojavili so se novi pojmi kot npr. OTT (Over The Top), Web TV in connected TV. Te tehnologije podstavljajo distribucijo zvoka in slike preko širokopasovne povezave na TV sprejemnik, operatorji dostopovnih omrežij pa nimajo možnosti kontrolirati vsebine komunikacije. Operator se sicer lahko zaveda vsebine, vendar ne vpliva nanjo, niti na navade gledalcev ter na avtorske pravice. Kvaliteta takšne storitve je enaka t.i. »best effort« za razliko dostopanja do a/v vsebin preko IPTV omrežij.

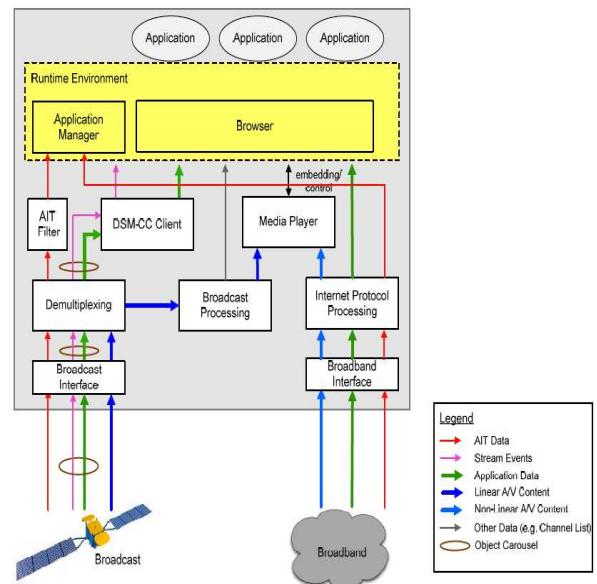
Ponudniki vsebin (TV programov) se zavedajo novih razmer v razvoju sodobnih telekomunikacijskih omrežij zato podpirajo razvoj sistemov, ki bodo omogočali povezavo med radiodifuzinimi omrežji in Internetom na način, ki bi TV postajam še vedno omogočal kontrolo nad svojimi vsebinami in dodatnimi storitvami. Tako je nastal HbbTV [6] standard, ki temelji na številnih že obstoječih standardih. Standard opisuje povezavo TV sprejemnika na dve omrežji parallelno. Eno omrežje je DVB omrežje (DVB-T, DVB-S ali DVB-C), druga povezava pa je realizirana preko vmesnika za širokopasovni dostop do Interneta, ki omogoča dvosmerno komunikacijo s ponudnikom storitve. Slednja povezava omogoča distribucijo nelinearnih a/v vsebin; to so vsebine, ki se ne predvajajo v okviru televizijskih sporedov temveč so dostopne predvsem na zahtevo ("Catch up TV" in Video on Demand"). V digitalnem radiodifuznem omrežju je

predvidena uporaba DSM-CC [7] vrtljaka, ki je namenjen predvsem prenos aplikacij in podatkov, ki so povezani s televizijskimi programi. Temeljni namen HbbTV standarda je združiti klasično televizijo in Internet v eno samo napravo, ki bi omogočila celovito uporabniško izkušnjo tako preko radiodifuznega omrežja kot tudi preko širokopasovnega dostopa do Interneta. Vendar se je na tem mestu treba vprašati, ali bodo res vsi uporabniki imeli širokopasovni dostop do Interneta oz. obratno – kakšen je smisel bodoče uporabe digitalnih prizemnih radiodifuznih omrežij, če bodo res vsi gledalci imeli 30 Mbit/s povezavo do internetnega omrežja. SEE TV-WEB projekt temelji na izhodišču, da določen del gledalcev ne bo imel dostopa do Interneta, niti do uporabe osebnega računalnika, zato je za to uporabniško skupino potrebno poiskati možnosti za vsaj omejeno uporabniško izkušnjo dostopa do Internetnih storitev in vsebin ter na takšen način zmanjšati digitalno ločnico.

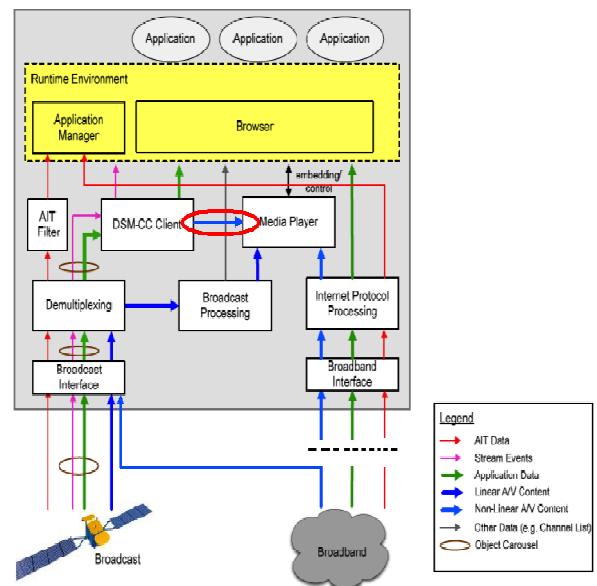
Tehnični izzik predstavlja vprašanje kako zagotoviti polno funkcionalnost HbbTV sprejemnika brez priključka na Internet, saj takšna uporaba v HbbTV standardu ni predvidena, oziroma kako zagotoviti uporabniško izkušnjo "connected TV" brez povezave z Internetom.

Poleg rešitve za prilagoditev spletnih vsebin za prikaz na TV zaslonih je treba poiskati tudi rešitev za prenos internetnih vsebin preko vrtljaka DSM-CC, oz. razširiti funkcionalnost tudi na prenos nelinearnih a/v vsebin. Nadaljevanje projekta je možno tudi v smeri vzpostavitev povratnega kanala preko univerzalnega dostopa do telekomunikacijskega omrežja. V Sloveniji je univerzalni dostop opredeljen kot: "*Najmanjši nabor storitev, ki sodijo v univerzalno storitev, vključuje priključitev na javno telefonsko omrežje in dostop do javno dostopnih telefonskih storitev na fiksni lokaciji na razumno zahtevo uporabnika, tako da mu to omogoča vzpostavljanje in sprejemanje notranjih (krajevnih in medkrajevnih) in mednarodnih klicev; prenos faksimilnih komunikacij in podatkovnih komunikacij s prenosno hitrostjo, primerno za funkcionalen dostop do interneta*"; [8]

Preko te funkcionalne (počasne) povezave lahko uporabnik pošlje zahtevo za vsebino, ki jo sprejme preko digitalnega radiodifuznega omrežja.



Slika 3 - Tehnična specifikacija Hybrid Broadcast Broadband TV ETSI TS 102 796 V1.1.1 (2010-06)



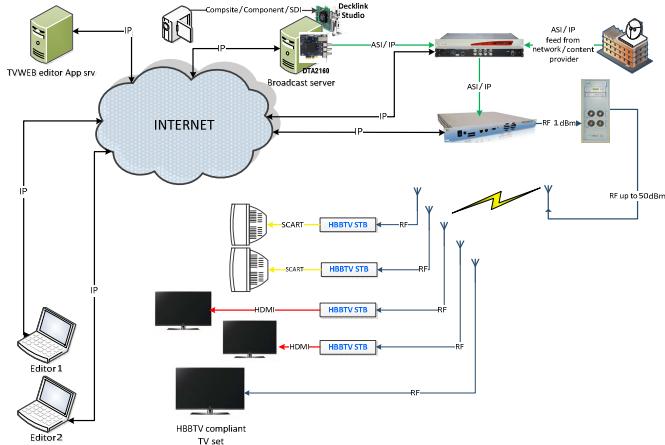
Slika 4 - Modificirana uporaba tehnične specifikacije Hybrid Broadcast Broadband TV ETSI TS 102 796 V1.1.1 (2010-06)

## II. TEHNIČNA REŠITEV (HBBTV)

Tehnično je projekt TV-WEB zasnovan kot univerzalna rešitev za vzpostavitev infrastrukture in prilagoditev obstoječih DTT omrežij za zagotavljanje funkcionalnosti HbbTV preko DVB-T/T2 omrežij. Za vzpostavitev univerzalne rešitve je potrebno upoštevati veliko različnih možnosti, ki so odvisne od trenutnega stanja omrežja posameznega multipleksa (tehnična opremljenost operaterja, število programov v multipleksu, proste kapacitete, ...). Za razvojni model za merjenje odziva uporabnikov, uporabniške izkušnje in ustreznosti tehnične rešitve je predvidena vključitev TV-WEB storitve v lokalne multiplekse manjšega dosega, kasneje pa bi bilo mogoče tovrstno prilagoditev oz. nadgradnjo DTT omrežja izvesti na katerenkoli DVB-T omrežju.

Zaradi različnih značilnosti posameznih segmentov reševanja problema delimo na:

- priprava in prilagoditev vsebin svetovnega spletja za distribucijo preko DVB-T sistema,
- izdelava in prilagoditev transport streama za object carousel,
- distribucija signalov, re-multipleksiranje in prilagoditev transportnega toka (TS),
- sprejem, interpretacija predvajanje oz. prikaz.



Slika 5. Zasnova TV-WEB projekta

#### A. Priprava in prilagoditev vsebin svetovnega spletja za distribucijo preko DVB-T sistema

Spremljanje internetnih vsebin na TV zaslonu (različne velikosti, tipi, razdalje gledanja), brez dodatnih uporabniških vmesnikov npr. miške in tipkovnice, omejena pasovna širina ter odsotnost povratnega kanala zahteva prilagojeno izbiro vsebin, kot tudi prilagoditev izgleda in navigacije skozi vsebine. Za prilagoditev in izbor bo sicer odgovoren urednik, potreben pa bo postaviti strežnik in ustrezni CMS (angl. Content Management System).

#### B. Izdelava in prilagoditev transport streama za object carousel

Projekt je zasnovan na HbbTV standardu zato je potrebno v skladu s standardi izbrano vsebino pretvoriti v Carousel object strukturo ter izdelati transportni tok (TS) katerega vključujemo v multipleks. Za prilagoditev in izdelavo ustreznih tabel in TS bo skrbel IRT Broadcast server (ger. Institute für Rundfunktechnik) [9].

#### C. Distribucija signala, re-multipleksiranje in prilagoditev TS

V tem delu se izvedbeno sistem prilagaja terminalni opremi in stanju omrežja multipleksa posameznega operaterja. V vsakem primeru je omogočena tako distribucija ASI signala kot tudi različnih IP pretokov (UDP, RTP, Unicast, Multicast), re-multipleksiranje pa se lahko izvaja ali na opremi operaterja, v primeri če operater nima ustreznega multiplekserja ali pa da so vsi ustrezni vhodi že zasedeni, se lahko re-multipleksiranje izvaja tudi na multiplekserju same postavitve. Ob re-multipleksiranju je potrebno zagotoviti skladnost s standardi DVB-T in HbbTV ter hkrati zagotavljati nemoteno delovanje obstoječih DVB-T sprejemnikov, ki še ne podpirajo standarda HbbTV.

#### D. Sprejem, interpretacija predvajanje oz. prikaz

Na sprejemni strani je za spremljanje TV z dodanimi funkcionalnostmi HbbTV potreben STB (set-top-box) ali TV ki podpira standard HbbTV. V postavitvi, kot jo predvideva projekt TV-WEB, ti sprejemniki ne bodo imeli vzporedno priklopljene internetne povezave, zato je pomembno vse storitve zagotavljati preko radiodifuznega oddajanja. Zaradi odsotnosti povratnega kanala se interaktivnost dosega navidezno preko uporabniškega vmesnika in predpomnenja vsebin na sami napravi. V osnovnem HbbTV standardu povezava med DSM-CC odjemalcem in predvajalnikom medijskih datotek ni predvidena (slika 3), zato na obstoječih napravah poskušamo s pomočjo aplikacij vzpostaviti notranjo povezavo med predvajalnikom in DSM-CC odjemalcem (Slika 4). Dodatno oviro predstavlja shranjevanje vsebin na napravah, saj je memorija v sami napravi zelo omejena medtem, ko je možnost snemanja (proženje snemanja iz carousel aplikacije) na zunanjem disk še v fazi razvoja in testiranja. Rešitev naslavljja predvsem ruralna področja je zato ena od možnosti, ki jo v okviru projekta analiziramo prikazovanje vsebin tudi na CRT TV sprejemnikih, kar pa pomeni, da moramo na STB-jih detektirati morebitno povezavo preko kompozitnega signala (Scart ali Video) in vsebino dodatno prilagajati zmanjšani resoluciji (iz standardnih 1280x720, v primeru povezave preko kompozitnega signala na resolucijo 720x576). Prilagoditev prikaza se izvaja v pogledu, velikosti črk in pisave.

#### E. Problematika prilagoditve Internetnih vsebin za TV zaslone

Posebno pozornost pri izvedbi projekta zahteva prilagoditev Internetnih vsebin za TV zaslone. Navidez preprost problem, se, po analizi izhodič oz. razlik med uporabo osebnih računalnikov in TV sprejemnikov, izkaže za netrivialnega. Cilj prilagoditve vsebin za TV zaslone je seveda čim boljša uporabniška izkušnja in posledično preprosta in intuitivna uporaba teh vsebin s stranin končnih uporabnikov. Pri tem je potrebno upoštevati vsaj naslednja dejstva:

- Navigacijski aspekt: navigacija po vsebinah na zaslonu s pomočjo daljinskega TV upravljalnika je drugačna od navigacije s pomočjo miške in tipkovnice,
- Prikaz vsebin: zaslon TV sprejemnika gledamo z razdalje 2-4 metrov, odvisno od velikosti TV sprejemnika. Ta razdalja je precej večja od razdalje, s katere gledamo spletnie strani na osebnem računalniku oz. računalniškem zaslonu. Hkrati so TV zasloni nekajkrat večji od klasičnih računalniških zaslonov (75 – 120 cm),
- Povratnega kanala ni in s tem tudi ne poljubnih vsebin na zahtevo, ki bi jih vključevali v oddajane vsebine.

Poleg zgoraj navedenih dejstev je potrebno upoštevati še dejstvo, da so ciljna skupina uporabnikov starejši uporabniki, kar pomeni, da je potrebno vizualni prikaz internetnih vsebin prilagoditi ljudem s slabšim vidom. Nenazadnje so ciljni uporabniki manj izkušeni pri uporabi interneta oz. tovrstnih vsebin, kar zahteva dodatno poenostavitev uporabniškega vmesnika.

Posledično je zasnovati in izdelati ustrezno zasnovno uporabniških vmesnikov in vizualnih elementov, kar vključuje odločitve glede razporeditve na zaslonu, velikosti črk in uporabljenih fontov, strukture menuev, itd... V ta namen v okviru projekta potekajo raziskave, ki vključujejo

sodelovanje predstavnikov ciljnih uporabnikov in na podlagi katerih bo zasnovan in izdelan ustrezen uporabniški vmesnik.

Z namenom čimlažje vizualne postavitve internetnih strani in integracije le-teh v DSM-CC vrtljak, je potrebno razviti namenski CMS sistem (ang. Content Management System). Ta bo na eni strani uporabniku – uredniku omogočal preprost vnos zanimivih vsebin, ki bodo kasneje na TV sprejemniku imele ustreznou vizualno obliko, hkrati pa bo izdelane internetne vsebine preko vmesnikov poslal do DSM-CC in jih še pred tem preolikoval v obliko, ki je kompatibilna s HBBTV standardom.

#### LITERATURA

- [1] GE06 Agreement, Geneva 2006, <http://www.itu.int/ITU-R/terrestrial/broadcast/plans/ge06/>
- [2] Digital Video Broadcasting (DVB); Frame structure channel coding and modulation for a second generation digital terrestrial television broadcasting system (DVB-T2); ETSI EN 302 755 V1.3.1 (2012-04)
- [3] MAVISE database of TV companies and TV channels in the European Union, <http://mavise.obs.coe.int/>
- [4] Eurostat:[http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics\\_explained/index.php/Telecommunication\\_statistics](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Telecommunication_statistics)
- [5] Tackling the "Digital Divide" in SEE by using the capacity of DTT networks; [http://www.southeast-europe.net/en/projects/approved\\_projects/?id=206](http://www.southeast-europe.net/en/projects/approved_projects/?id=206)
- [6] Technical Specification Hybrid Broadcast Broadband TV ETSI TS 102 796 V1.1.1 (2010-06)
- [7] Information Technology - Generic Coding of Moving Pictures and Associated Audio: Digital Storage Media Command and Control - ISO/IEC 13818-6 International Standard, ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 MPEG96/N1300p1, July, 1996.
- [8] <http://www.apek.si/univerzalna-storitev-in-stevilke-za-klic-v-sili>
- [9] Broadcast Server; Institut fuer Rundfunktechnik GmbH, Floriansmuelstraße 60, 80939 Muenchen, Germany, [www.irt.de](http://www.irt.de)