

# Sodobne telekomunikacije – trendi in tehnologija

mag. Andrej Kos

Laboratorij za telekomunikacije (LTFE)  
Fakulteta za elektrotehniko  
Tržaška 25  
1000 Ljubljana  
Slovenija  
[andrej.kos@ltfe.org](mailto:andrej.kos@ltfe.org)  
tel: +386 1 4212170  
fax: +386 1 4768441

## Abstract

Telecommunications are one of the fastest growing and most dynamical economic areas and the paper presents the most important trends and technologies used in this modern telecommunications world.

Trends are covered in the first part of the article. The main reasons for fast development of telecommunications among others include: fast development of new technologies, which includes backbone networks, access networks, terminals, servers and management, changing the basic platform of telecommunications from connection oriented networks to connectionless, packet-based networks, rapid falling prices of networking equipment and bandwidth, deregulation and liberalisation.

Second part deals with technologies, networks and concepts used. Some of the basic telecommunications concepts are explained. Thereupon the most important today's and future technologies are mentioned and evaluated.

The last part explains why only technology isn't enough. Different networks only constitute the technological basis for the development of information infrastructure. Nevertheless, it is essential to understand that information infrastructure is not made up only of networks but as well of services, applications, and content that makes use of networks. Therefore the most important of all shifts is a shift from technology to services.

## Uvod

Telekomunikacije so danes ena najmočnejših gospodarskih vej v svetovnem merilu in ključni element uspešnega poslovanja. Telefonska infrastruktura je najbolj donosno telekomunikacijsko področje, vendar bo vedno večje zahteve uporabnikov mogoče zadovoljiti le s konvergenco telefonskih, podatkovnih in radiodifuznih omrežji ter storitev - govorimo o informacijski infrastrukturi, ki je temelj informacijske družbe. S tem se spreminja način poslovanja pa tudi družbeno življenje, način kako komuniciramo, kako se učimo, delamo, kupujemo, zdravimo, se zabavamo in informiramo.

## Trendi

Včasih je bil razvoj tehnologije najpomembnejši generator razvoja telekomunikacij. Poleg hitrega razvoja novih tehnologij na vseh področjih (hrbtenica, dostopovna omrežja, terminalska oprema, strežniki, upravljanje) so danes zelo pomembni tudi drugi dejavniki.

Predvsem gre za spreminjanje platforme, na kateri delujejo telekomunikacije. Iz tipično povezavno usmerjenega koncepta (telefonija, tokokrogovna komutacija) telekomunikacije prehajajo proti nepovezavno usmerjenemu konceptu (internet, paketna komutacija). Cene omrežnih elementov zelo hitro padajo (dobro za operaterje), prav tako pa hitro padajo tudi cene prenosa bitov (slabo za operaterje). Klasični operaterji na domačih trgih izgubljajo "de jure" monopole. Kot odgovor temu se le-ti združujejo in na ta način ustvarjajo "de facto" monopole (liberalizacija in deregulacija). Splošen trend je, da se poudarek v telekomunikacijah seli iz omrežij na storitve in vsebine, sam prenos bitov pa postaja vse bolj poceni. Temu trendu se morajo prilagoditi tudi sodobni operaterji.

V sodobnem telekomunikacijskem svetu je v središču dogajanja uporabnik. Zanimajo ga predvsem storitve, aplikacije in vsebine, manj pa ga zanima tehnologija, ki je za to uporabljena. Uporabniki so najbolj pomembna in cenjena "dobrina" operaterjev.

Uporabnik se sam odloča, katere informacije, kdaj in v kakšni obliki želi imeti ali posredovati. Seveda pa so zanj pomembni: kakovost storitev, varnost, zasebnost in cena.

## Tehnologija

V prejšnjem poglavju smo omenili, da se platforma, na kateri delujejo telekomunikacije spreminja iz povezavno usmerjene v nepovezavno usmerjeno.

Vsa omrežja lahko glede na način komunikacije razdelimo v dve veliki skupini. V prvi so omrežja, kjer se komunikacija šele začne, ko se je predhodno že vzpostavila zveza (telefonsko omrežje, ATM omrežje, SDH omrežje), v drugo skupino pa spadajo omrežja, kjer predhodna vzpostavitev zveze ni potrebna (IP, Ethernet).

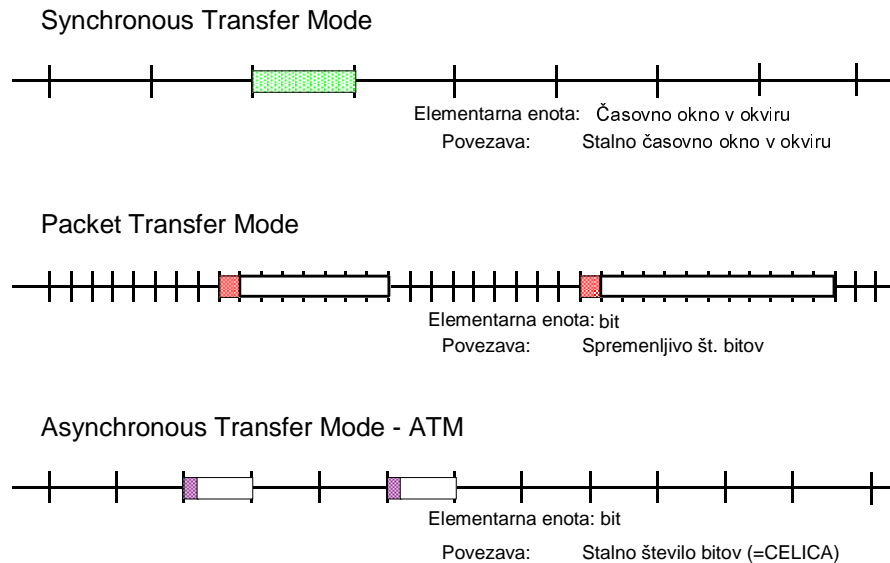
Pri povezavno usmerjenih komunikacijah se pred izmenjavo podatkov najprej vzpostavi zveza, koncu izmenjave pa sledi sprostitev zveze. Pri vzpostavljanju zveze se zahtevajo potrebna sredstva za prenos in delovne lastnosti zveze (na primer hitrost prenosa, zakasnitve, ...). Šele ko elementi omrežja izpolnijo zahtevane lastnosti, omrežje sprejme zahtevo za vzpostavitev zveze. V osnovi delimo z izbiranjem vzpostavljenega povezavno usmerjeno komunikacijo na:

- vzpostavitev zveze - izbor partnerja oziroma končne naprave, ugotavljanje pripravljenosti končne naprave in vzpostavitev povezave,
- prenos podatkov - transparentna izmenjava podatkov na osnovi prenosa informacijskih celic med komunikacijskima partnerjema,
- sprostitev zveze - sprostitev uporabljenih naprav in prenosnih kanalov.

V fazi vzpostavitve zveze ciljna končna naprava prejme informacijo o zvezi (dohodno zaseženje). Ciljna končna naprava lahko željo po komuniciranju sprejme ali zavrne.

V primeru nepovezavno usmerjenih komunikacij se podatki prenašajo s pomočjo paketov omejenih dolžin. Vsi podatkovni paketi vsebujejo naslov izvora in ponora. Terminali jih spontano oddajajo, in sicer brez poprejšnje vzpostavitve zveze s ciljnim terminalom. Tudi

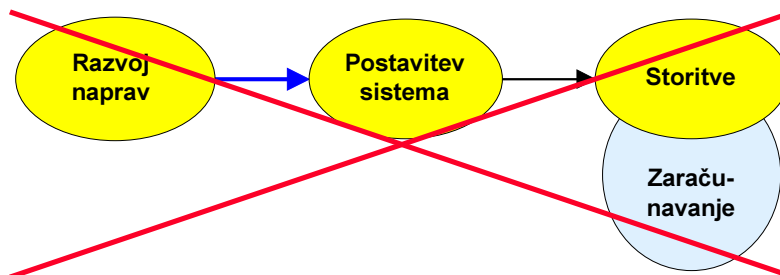
sprostitve zveze ni. Pri prenosu podatkov, ki je nepovezavno usmerjen, obstoji samo faza prenosa podatkov s pomočjo podatkovnih paketov, ki vsebujejo izvorni in ciljni naslov. Pri takem prenosu ni gotovo, da sprejemni terminal v resnici sprejme njemu namenjene podatke, težje pa je zagotoviti tudi ustrezno kakovost storitev.



**Slika 1: Primerjava prenosnih tehnik**

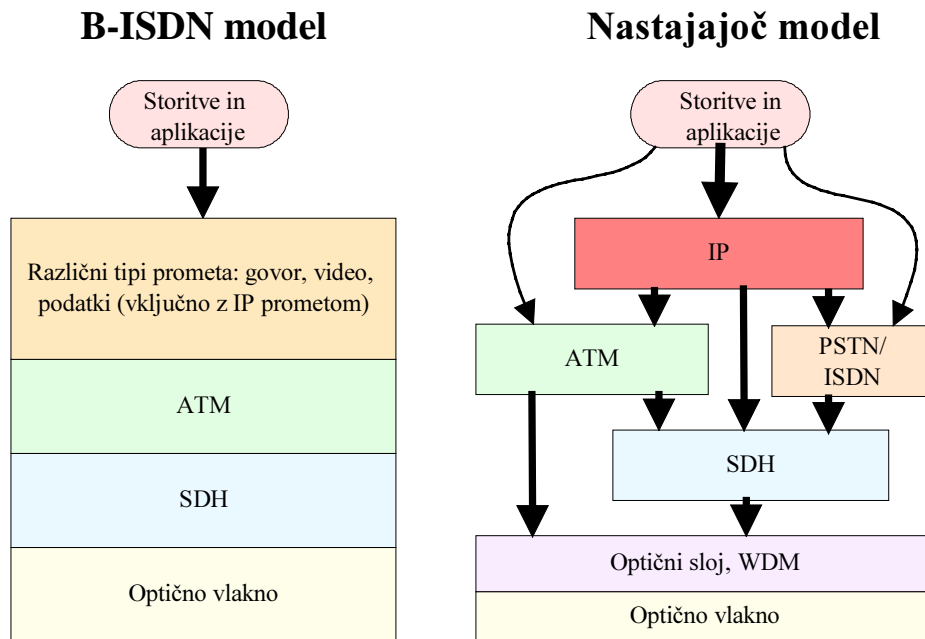
Na tehnološkem področju velja omeniti predvsem nekatere tehnologije, ki bodo v prihodnosti igrale pomembno vlogo. To so predvsem inteligenca v omrežjih (IN), povezava telefonije in računalništva (CT), ATM, XDSL, UMTS in DWDM. Ker je internetski protokol IP postal prevladujoč protokol na omrežnem sloju, so vse omenjene tehnologije močno vezane na IP, ki postaja neke vrste konvergenčni sloj za storitve in aplikacije nad njim ter omrežja pod njim.

ATM kot tehnologija, ki se je na nek način rodila v povezavi s konceptom B-ISDN, se je močno razširila v hrbteničnih omrežjih operaterjev, z vpeljavo ADSL pa tudi do samega uporabnika. To tehnologijo intenzivno uporabljajo skoraj vsi večji operaterji. Sam koncept B-ISDN pa je v tem času zamrl. Vzrok je v tem, da se je k izgradnji B-ISDN infrastrukture pristopilo na način: najprej izgradnja infrastrukture, nato bomo mislili na storitve. To bi pomenilo izredno visoke vložke (optika do vsake hiše), poleg tega niso bile razvite niti nova terminalska oprema niti nove storitve.



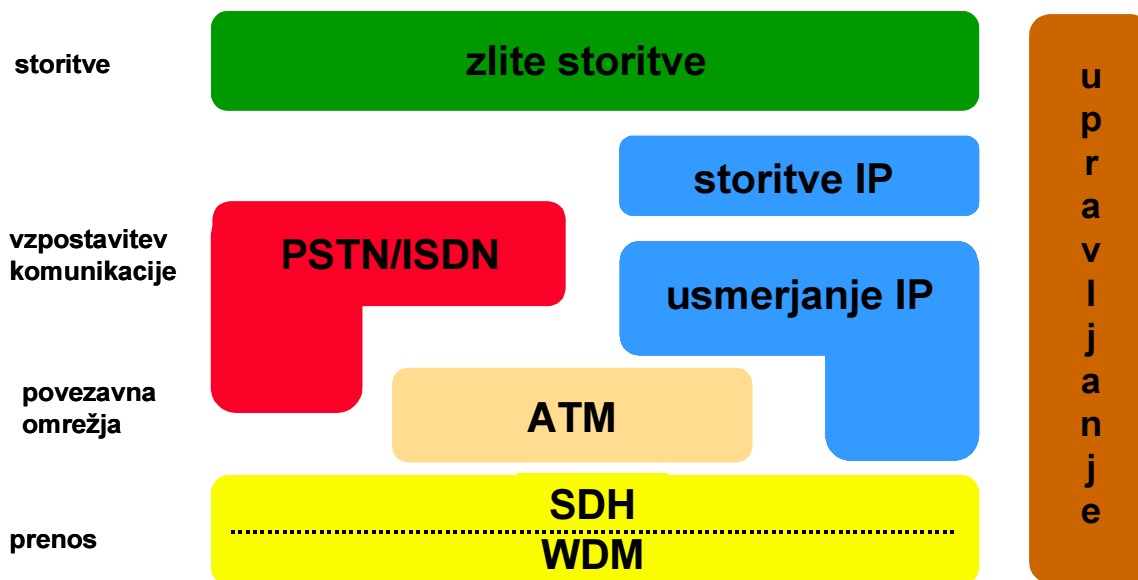
**Slika 2: Razvoj telekomunikacij v preteklosti**

Na drugi strani pa je internet izšel iz popolnoma drugačnega načela: najprej storitve in v skladu s tem se gradi omrežje. Ker je možno uporabiti že obstoječo infrastrukturo, je cena sprva zelo nizka. Možno je postopoma uvajati nove »zanimive« storitve, kar je povzročilo vsesplošno hitro rast. Na nek način je IP prevzel vlogo, ki je bila sicer predvidena za koncept B-ISDN, kar je pomenilo spremembo osnovnega telekomunikacijskega modela. Slika 4 prikazuje razmere. Od celotnega B-ISDN koncepta se je uveljavila le ATM kot tehnologija.



**Slika 3: Spreminjanje telekomunikacijskega modela**

Ogrodje omrežij naslednje generacije prikazuje Slika 4. Jasno je videti pomembno vlogo internetskega protokola, ATM pa deluje kot neke vrste vezni člen med telefonskim svetom in svetom IP, ker lahko podpira oba. Poleg že navedenih lastnosti se ATM in IP razlikujeta po zagotavljanju kakovosti storitev (QoS). ATM je danes še vedno edina tehnologija, ki omogoča upravljanje s storitvami in zagotavlja kakovost. Integracija tehnologije ATM in IP, ki bo zlila prednosti obeh, pa je trenutno v postopku standardizacije pod imenom večprotokolna komutacija na osnovi label (MPLS – Multiprotocol Label Switching).



Slika 4: Ogrodje sodobnih omrežij

Tehnologije XDSL predstavljajo vmesni člen med ozkopasovnim telefonskim dostopom do telekomunikacijskih storitev in širokopasovnim dostopom prek optike, saj bolje izrabijo zmogljivosti, ki jih omogoča obstoječe bakreno dostopovno omrežje. XDSL predstavlja pravzaprav družino devetih podobnih, alternativnih tehnologij. Poglavitne razlike med njimi so v njihovi komunikacijski hitrosti, simetričnosti prenosa, razdalji delovanja in primernih aplikacijah. Trenutno sta najbolj aktualni tehnologiji ADSL (asimetričen prenos do 8 Mbit/s, namenjen široki uporabi) in SDSL (simetričen prenos do 2.3 Mbit/s, namenjen predvsem poslovni uporabi). V prihodnosti predvidevajo še zmogljivejšo tehnologijo VDSL (prenos do 50 Mbit/s). Operaterji so trenutno na stopnji širše implementacije teh sistemov.

Mobilne komunikacije so danes ena najhitreje rastočih področij v telekomunikacijah, tako po številu uporabnikov in novih storitvah kot tudi po zaslužkih. V danes delujočih sistemih GSM, ki predstavljajo drugo generacijo mobilnih sistemov, gre predvsem za prenos govora. GPRS predstavlja nadgraditev sistemov GSM zaradi izboljšane prenosa podatkov, pri čemer ostane radijski vmesnik nespremenjen. UMTS pa predstavlja tretjo generacijo razvoja mobilnih sistemov, še bolj usmerjeno v prenos podatkov. UMTS pomeni tudi delno integracijo fiksnega in mobilnega omrežja, spremeni pa se tudi radijski vmesnik (potrebna so velika začetna vlaganja v infrastrukturo).

Z razmahom telekomunikacij se zelo hitro povečuje promet v hrbteničnih omrežjih. Povečanje uporabne kapacitete optičnih vlaken je možno zaradi uporabe več različnih valovnih dolžin (barv) v enem optičnem vlaknu. Uveljavljeno ime za to tehnologijo je DWDM. Gre za zvečanje zmogljivosti velikostnega razreda 100.

## Storitve

Poudarek v telekomunikacijah se iz omrežij in tehnologije seli na storitve in vsebine. Zato je nujno čim hitrejše uvajanje in ponudba novih storitev in prav tako čim hitrejši razvoj novih multimedijskih vsebin. Razvoj novih konvergenčnih storitev je možen: s sodelovanjem PSTN

in IP omrežij, s sodelovanjem fiksnih in mobilnih omrežij, internet storitve v mobilnih omrežjih (WAP, GPRS, UMTS), s sodelovanjem vseh treh omrežij in s celovitimi ITkT rešitvami.

Storitve in vsebine so edini skupni imenovalci omrežij in uporabnikov in tudi edina stvar, ki uporabnike zanima.

## **Sklep**

V telekomunikacijah smo velikim tehnološkim in z njimi povezanim tudi družbenim spremembam. Družba prehaja iz industrijske oziroma post-industrijske v informacijsko. Informacije in telekomunikacije postajajo osnovni viri poslovanja. S tem se spreminja način kako komuniciramo, delamo, se učimo in zabavamo.

Internetne in mobilne tehnologije so neke vrste zametek informacijske družbe. Hitrost prehoda iz sedanje družbe v funkcionalno informacijsko družbo pa je odvisna od tega, kako hitro bo večina ljudi sprejela ta nov način poslovanja. Za to pa so poleg tehnologije bistvene tudi nove, uporabne storitve in aplikacije ter vsebine.

Bistvo informacijske družbe je torej "znati koristno uporabiti" in ne le "imeti tehnologijo".

## **Author**

Andrej Kos graduated in 1996 and received his M. Sc. degree in 1999 from the Ljubljana University, Slovenia. Both degrees are from the field of electrical engineering. At present, he is employed at the Faculty of Electrical Engineering in Ljubljana as a Junior Researcher. His current work and study are focused on IP, MPLS, and ATM networks, WAP, TM and SS7 (signaling system no. 7).