

# MNOGOSTORITVENA OMREŽJA

## INTEGRACIJA PODATKOV, GOVORA IN VIDEA

Jožek Gruškovnjak

### Povzetek

Izgradnja integriranih mnogostoritvenih omrežij postaja pomembno strateško vprašanje tako za ponudnike komunikacijskih storitev, kot za večja podjetja in ustanove. Osnovna značilnost mnogostoritvenih omrežij je posredovanje različnih vrst komunikacijskih tokov (podatki, govor, video) prek enotne infrastrukture, ki je lahko bodisi celična ali paketna. Prednosti izgradnje mnogostoritvenih omrežij vključujejo zmanjšanje operativnih stroškov, večjo zmožljivost, povečanje prilagodljivosti, integracijo in izboljššan nadzor ter možnost hitrejšega uvajanja novih aplikacij in storitev.

### Abstract:

*Multiservice networking is emerging as a strategically important issue for enterprise and public service provider infrastructures alike. The proposition of multiservice networking is the combination of all types of communications - data, voice, and video - over a single packet or cell-based infrastructure. The benefits of multiservice networking are reduced operational costs, higher performance, greater flexibility, integration and control, and faster new application and service deployment.*



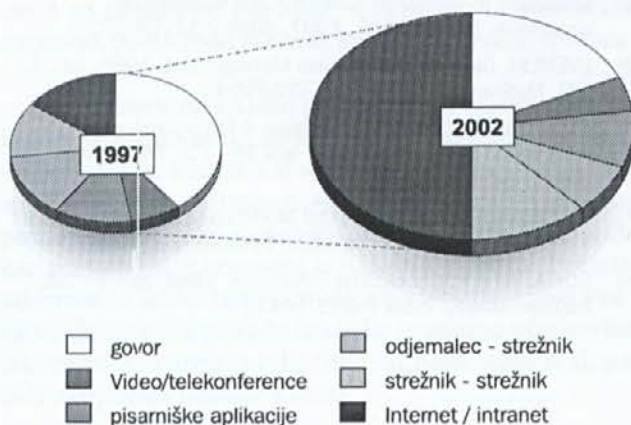
## 1. VZROKI ZA UVAJANJE MNOGOSTORITVENIH OMREŽIJ

Najpomembnejši globalni dejavniki na področju omrežnih tehnologij so izredno hitro povečevanje količine prometa ter hkrati spremembe v njegovih značilnostih. Internetne, intranetne in ektranetne aplikacije ter omrežno računalništvo, kjer prevladujejo z vidika prepustnosti omrežij zahtevne aplikacije, kot

npr. LotusNotes in SAP, širijo krog uporabnikov ter drastično povečujejo količino prenešenih podatkov. Na drugi strani prej omenjene omrežne (\*net) tehnologije omogočajo bistveno večjo mobilnost delovne sile, ki ni več nujno omejena na določen fizični prostor (delo na domu, dostop do podatkov s terena ipd.).

Spletne tehnologije bistveno posegajo v način poslovanja (elektronsko trgovanje, bančništvo ipd.). Rezultat tega je trajna sprememba v komuniciranju med poslovnimi subjekti ter hitro privzemanje novih omrežnih aplikacij in tehnologij. Po raziskavi podjetja Gartner Group se bo obseg prometa v intranet omrežju in pristop do Interneta za tipično podjetje povečeval za približno 60% letno (slika 1). Količina prometa med strežniki se bo povečevala za približno 30% letno, kar je posledica spreminjanja aplikacij iz tradicionalnih v aplikacije, ki temeljijo na spletnih tehnologijah. Analitiki pri Gartner Group ocenjujejo, da se bo promet v prostranih omrežjih (tako Internet kot intranet) do leta 2002 povečal za 300%!

Tudi govorna omrežja so v zadnjem desetletju doživela precejšnje spremembe. Analogne



vir: Gartner Group

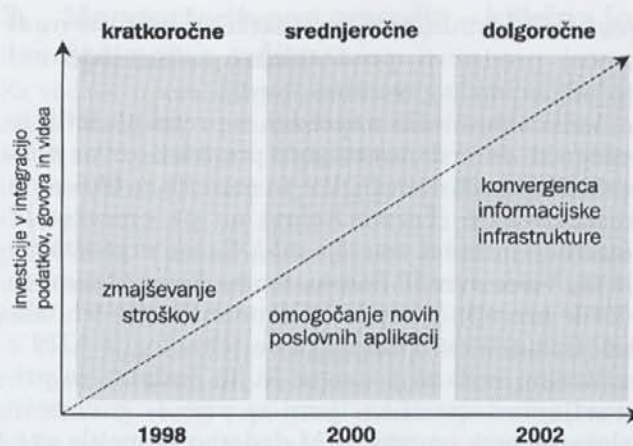
Slika 1: Porast prometa v prostranih omrežjih

telefonske centrale (tako zasebne kot javne) so v veliki meri zamenjale digitalne in tehnologija ISDN. Telefonska omrežja, ki so bila primarno načrtovana in zgrajena za govorne komunikacije z značilnostmi, kot sta občutljivost na zakasnitve in relativno kratkotrajne zveze, so izpostavljena vse večjim obremenitvam od mobilnih uporabnikov, ki poleg uporabnikov Interneta, omrežje uporabljajo za prenos podatkov, leta pa ima bistveno drugačne značilnosti od govornih komunikacij. Tudi način tarifiranja v govornih omrežjih ni prilagojen podatkovnim komunikacijam, tako da se uporabniki soočajo s težko obvladljivim povečevanjem stroškov. Podjetja so tako prisiljena iskati alternativne rešitve, kot na primer navidezna zasebna klicna omrežja (VPDN<sup>1</sup>).

Vedno pomembnejša značilnost tako obstoječih kot nastajajočih aplikacij je povečevanje podpore za multimedijsko vsebino – govor, video in animacijo. Odpor vodstev podjetij do njihovega uvajanja zavira večji razmah uporabe multimedijske vsebine v aplikacijah, saj ne razumejo niti poslovne vrednosti in uporabnosti teh aplikacij niti potrebnih investicij. Stanje pa se spreminja tudi na tem področju. Pionirska podjetja, ki so se med prvimi odločila za uvajanje omrežnih multimedijskih aplikacij, kot so govor prek Interneta in intraneta, videokonference v okolju osebnih računalnikov in delovnih postaj, izmenjevanje sporočil, ki vsebujejo elektronsko in govorno pošto ter faksimile, močno vplivajo na spreminjanje mnenja o uporabnosti le-teh. Obstaja veliko "zgodb o uspehu" in to v različnih segmentih, kot so bančništvo in finance, zdravstvo, proizvodnja, trgovina in še bi lahko naštevali. V teh rešitvah pa je integracija podatkov, govora in videa prispevala k vidnem napredku na področjih razvojnega cikla, izboljšanja stroškovne učinkovitosti, povečanja zadovoljstva strank ipd. Veliko primerov je mogoče najti v poslovnem tisku in prispevkih objavljenih na Internetu.

Če pogledamo z zornega kota strateškega načrtovanja, lahko ugotovimo, da lahko vzroke za integracijo podatkov, govora in videa razdelimo na kratkoročne, srednjeročne in dolgoročne:

- kratkoročno je osnovna zahteva zmanjševanje stroškov in čim bolj optimalna izraba sredstev, namenjenih za informacijsko infrastrukturo. Ključni vzrok tem zahtevam je hitro povečevanje prometa, ki je posledica uvajanja novih aplikacij in aplikacijskih tehnologij. Tem spremembam žal ne sledi ustrezno povečanje sredstev namenjenih informacijski infrastrukturi, tako da prihaja do vse večjega neskladja med željami in možnostmi;



Slika 2: Spreminjanje razlogov za uvajanje mnogostoritvenih omrežij

- v srednjeročnem obdobju bo ključna podpora uvajanju novih aplikacij, od katerih bo v veliki meri odvisna uspešnost podjetja, saj je jasno, da postaja informacijska tehnologija eden ključnih dejavnikov konkurenčne prednosti;
- dolgoročni cilj integracije podatkov, govora in videa je zmanjševanje kompleksnosti. Brez zmanjšanja tehnološke kompleksnosti in poenostavitve sistemov za nadzor in upravljanje bodo informacijski in komunikacijski sistemi postali praktično neobvladljivi, kar bo imelo za posledico ne le neučinkovito delovanje le-teh, temveč tudi nezmožnost širitve in uvajanja novih rešitev in aplikacij.

## 2. TEHNOLOŠKE MOŽNOSTI ZA PRENOS GOVORA PREK PODATKOVNIH ZVEZ

Potreba po nadzorovanju stroškov in hkratnem povečanju konkurenčnosti sili tako podjetja kot ponudnike telekomunikacijskih storitev k iskanju inovativnih rešitev na področjih podatkovnih in govornih komunikacij. Izziv, s katerim se srečujejo, je izgradnja komunikacijske infrastrukture, ki bo podpirala eksplozivno rast komunikacijskih potreb.

Predpostavka, iz katere izhajamo, ko govorimo o integraciji podatkovnih in govornih komunikacij, je, da so govorne komunikacije le dodatna aplikacija tipa odjemalec-strežnik v podatkovnem omrežju. Upoštevanje te predpostavke pomeni precejšnje prihranke z vidika infrastrukturnih stroškov, zlasti v primerih novih instalacij – omogoča namestitve enovitih ožičenij, konsolidacijo tehnične podpore za podatkovne in govorne komunikacije, izogibanje osnovnim telefonskim zankam ter napravam itd. Poleg tega zahtevajo govorne komunikacije relativno malo prepustnosti (bandwith) v primerjavi z večino podatkovnih komunikacij, prenosom faksimile sporočil ipd. Integracija

1. VPDN – Virtual Private Dialup Networks

govornih komunikacij s podatkovnimi tako nudi precej prednosti pred tradicionalno ločenimi podatkovnimi in govornimi omrežji.

Velik tehnološki napredek v preteklih letih je omogočil, da je danes mogoče prenašati govor prek različnih javnih omrežij, kot so omrežja za blokovno posredovanje (Frame Relay) ali pa omrežja IP (Internet, intranet omrežja itd.). Razne organizacije (IETF, Voice over IP Forum, Frame Relay Forum) so vložile precejšnje napore v standardizacijo teh tehnoloških rešitev. Poleg tega bo tehnologija ATM z različnimi vrstami prometa, ki jih podpira, in pripravljenimi specifikacijami za prenos govora in telefonije prek omrežij ATM dodatno pospešila uvajanje standardnih rešitev na področju integracije podatkovnih in govornih komunikacij. V nadaljevanju sledi krajši opis posameznih tehnologij.

### 2.1. Integracija govora v omrežjih za blokovno posredovanje

Blokovno posredovanje je postalo razširjena metoda prenosa za različne storitve, saj je cenovno učinkovita, zrela in dokaj razširjena tehnologija. Komercialna omrežja z blokovnim posredovanjem so razširjena, delujejo že precej časa in so na voljo tako rekoč po vsem svetu. V maju 1997 je Frame Relay Forum sprejel standard za prenos govora prek omrežij z blokovnim posredovanjem – FRF.11 Voice over Frame Relay Agreement. Standard opredeljuje vzpostavljanje in zaključevanje govornih zvez, način kodiranja, obliko okvirjev za govorne in faksimile komunikacije in druge podrobnosti, pomembne za prenos govora prek omrežij z blokovnim posredovanjem.

Žal na kakovost govornih zvez v omrežjih z blokovnim posredovanjem precej vpliva občutljivost govora na zakasnitve. Prisotnost dolgih podatkovnih blokov na počasni zvezi z blokovnim posredovanjem lahko, na primer, povzroči nesprejemljive zakasnitve za časovno občutljive govorne bloke. Za zagotavljanje ustrezne prioritete govornim blokom v omrežju so na voljo različni mehanizmi, ki pa so v večini primerov specifični za posamezne proizvajalce in žal ne rešujejo problema dolgih podatkovnih blokov na počasnih zvezah. Pred kratkim sprejeti standard FRF.12 opredeljuje mehanizme za razbijanje dolgih podatkovnih blokov in s tem (vsaj delno) rešuje enega najbolj perečih problemov. Poleg tega nove tehnike kodiranja, kot na primer CELP – Code Excited Linear Prediction, omogočajo kakovosten prenos govora z le 8 do 16 kbps prepustnosti.

### 2.2. Prenos govora v omrežjih ATM

Ključna prednost tehnologije ATM je v tem, da je bila načrtovana za prenos različnih vrst prometa – podatkov, govora in videa. Forum ATM in ITU sta v

standardu opredelila pet razredov storitev, ki podpirajo različne vrste prometa.

Ti razredi so:

- CBR – Constant Bit Rate
- VBR-RT – Variabile Bit Rate-real time
- VBR-NRT – Variabile Bit Rate-nonreal time
- UBR – Unspecified Bit Rate
- ABR – Available Bit Rate

Tako CBR kot VBR-RT omogočata kakovosten prenos tokov, ki so časovno občutljivi in morajo potekati v realnem času – tipična primera sta govor in video. CBR je še posebej primeren za prenos tokov, ki zahtevajo fiksno pasovno širino – potrebno pasovno širino, zakasnitev med obema končnima točkama in dovoljeno odstopanje, je mogoče opredeliti tri vzpostaviti zveze. Razreda ABR in UBR sta bolj primerna za podatkovni promet.

Način prenosa govora prek omrežja ATM je odvisen od narave prometa. Standard opredeljuje različne vrste prilagoditve (AAL – ATM Adaptation Layer) – AAL1 je najpogosteje uporabljen s razredom storitev CBR.

Tehnologija ATM v standardu opredeljuje tudi vrsto mehanizmov za nadzorovanje zakasnitve in dovoljenega odstopanja v omrežjih ATM. Ti so opredelilev kakovost storitev (QoS), uvrščanje po navideznih zvezah (virtual circuit queueing) in majhne celice fiksne dolžine. Mehanizmi QoS omogočajo definicijo in zagotavljanje pasovne širine in zakasnitve za razred storitev CBR. Uvrščanje po navideznih zvezah omogoča različno obravnavanje posameznih tokov prometa; tako je mogoče zagotoviti govornemu prometu višjo prioriteto kot, na primer, podatkovnemu, ki ni občutljiv na zakasnitve. Majhna celica fiksne dolžine, 53 zlogov (bajtov), zmanjšuje zakasnitve pri uvrščanju in varianco zakasnitve, ki je značilna za pakete variabilne dolžine.

### 2.3. Prenos govora v omrežjih IP – VoIP (Voice over IP)

Tehnologija prenosa govora prek omrežij IP – VoIP – je, med tehnologijami za integracijo prenosa podatkov, govora in videa, nedvomno zelo pomembna. Govor, kot vrsta prometa, ki je daleč najbolj občutljiva na zagotavljanje kakovosti prenosnih storitev (QoS), je pravi preizkus kakovosti načrtovanja in izvedbe omrežja ter ustreznosti izbrane tehnologije. Razširjenost protokola IP je vzrok za vse večje povpraševanje po rešitvah zasnovanih na tehnologiji VoIP, to povpraševanje pa hkrati ustvarja potrebo po razvoju mehanizmov za zagotavljanje kakovosti storitev (QoS) v omrežjih IP. Rešitev omenjenih tehničnih težav bo pripeljala do splošne uporabe Interneta za prenos podatkov, govora, faksimile sporočil ter videa in to ne le za "ljubiteljsko" temveč tudi za poslovno rabo.

Tehnologija VoIP je nenazadnje ključna komponenta prehoda telefonije s klasične na omrežno infrastrukturo.

Da bi zagotovili ustrezno kakovost in povezljivost tehnologije VoIP, je bil v maju 1996 ustanovljen Voice over IP Forum (VoIP Forum). Oktobra 1996 se je VoIP Forum pridružil organizaciji International Multimedia Teleconferencing Consortium (IMTC), kjer deluje kot delovno telo. VoIP Forum je, izhajajoč iz standarda ITU H.323, ki opredeljuje videokonferenčne sisteme delujoče prek IP omrežij, v maju 1997 dosegel dogovor o standardizaciji kodiranja in dekodiranja na osnovi G.723.1 standarda, kar je pomemben korak k zagotavljanju povezljivosti rešitev za prenos govora prek omrežij IP.

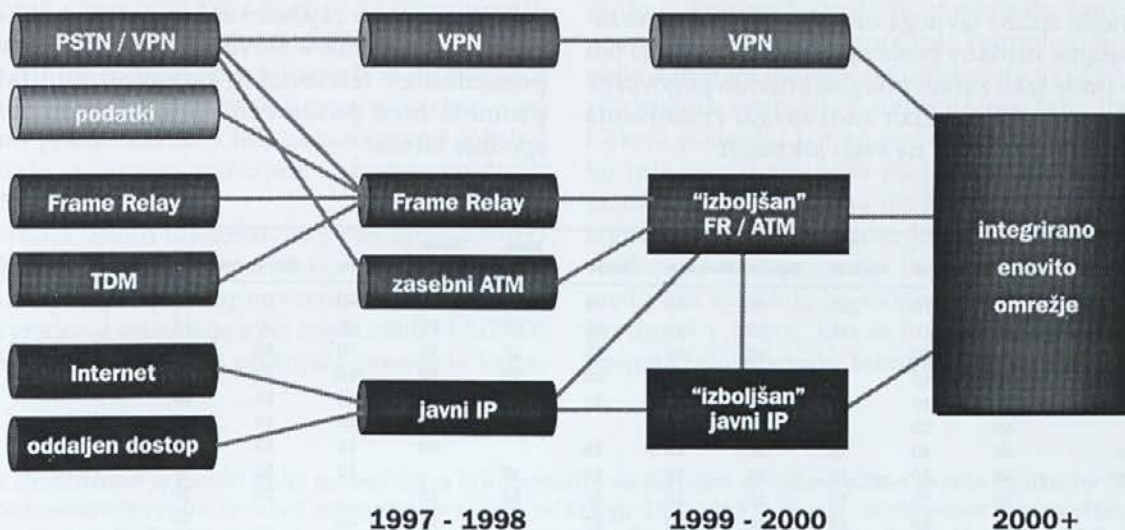
Vse do nedavnega so bili merilo za vrednotenje kakovosti prenosa govora prek omrežij IP izdelki različnih proizvajalcev. Izkušnje proizvajalcev in prvih uporabnikov tehnologije VoIP so precej prispevali k razvoju standardov na tem področju. Več novih in nastajajočih protokolov opredeljuje signalizacijo VoIP v paketnih IP omrežjih, kot na primer v RFC 1889 opredeljeni RTP (Real-Time Transport Protocol), v IETF predstavljeni osnovni dokument (draft) o protokolu RSVP (Resource Reservation Protocol) itn. Seveda pa ostaja še precej odprtih tehničnih vprašanj, tako na področju prenosa zvoka (npr. obravnavanje dvotonskega večfrekvenčnega zvoka, ki ga telefoni uporabljajo za signalizacijo za govorno pošto ipd.), kot na področju naslavljanja za internetno telefonijo, kjer je ključna težava nestatičnost naslovov IP.

### 3. Mnogostoritvena omrežja – kakšna je optimalna rešitev

Za vse več uporabnikov, predvsem velikih podjetij in organizacij ter ponudnikov telekomunikacijskih storitev, postaja izgradnja komunikacijske infrastrukture, ki bo podpirala predvideno skokovito rast prometa in uvajanje novih aplikacij, stvar preživetja. Vprašanje ni več, *ali bi šli* v izgradnjo ustrezne komunikacijske infrastrukture, temveč *kdaj in kako*.

Osebe, zadolžene za izgradnjo komunikacijske infrastrukture, se srečuje z zelo kompleksnim problemom – kako vzpostaviti ustrezno infrastrukturo, ki bo zagotavljala ustrezno kakovost storitev, z današnjimi tehnologijami, sistemi in opremo, ter se hkrati pripraviti na uvajanje multimedijskih delovnih postaj in aplikacij v (bližnji) prihodnosti. Seveda je, med drugim, pomembno vprašanje, kako z ustreznim nadzorom nad stroški in optimizacijo investicij zagotoviti omenjeni prehod. Kot prikazuje slika 3, vodi k mnogostoritvenim omrežjem naslednjega desetletja več korakov.

Odgovor predstavlja rešitev z opremo, ki omogoča vzpostavitev mnogostoritvenega omrežja že danes in to z možnostjo vzpostavljanja mnogostoritvenega dostopa v vseh delih omrežja, tudi najbolj oddaljenih. Ključnega pomena je, da današnja rešitev omogoča in jasno nakazuje prehod v uvajanje novih multimedijskih aplikacij in delovnega okolja. Mnogostoritvene rešitve morajo zadovoljiti današnje uporabniške zahteve po prenosu podatkov, govora,



vir: Gartner Group, 1997

Slika 3: Razvoj mnogostoritvenih omrežij

faksimile sporočil in videa z uporabo obstoječih prenosnih tehnologij, kot so ATM, blokovno posredovanje, ISDN in IP omrežja ter hkrati zagotoviti sožitje različnih tehnologij v prehodu na enovito omrežno infrastrukturo.

#### 4. Primer uporabe mnogostoritvenega omrežja danes

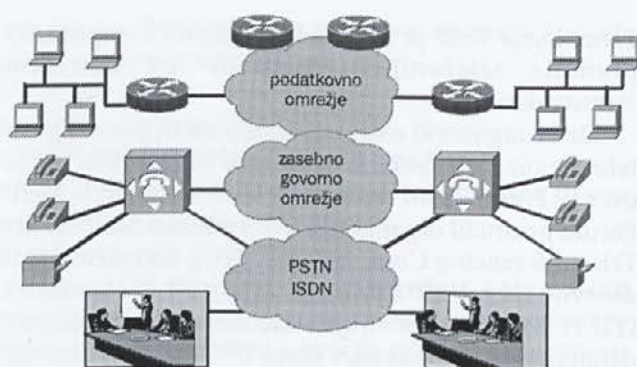
V prvem poglavju prispevka smo govorili o vzrokih za uvajanje mnogostoritvenih omrežij – le ti segajo od obvladovanja tekočih stroškov, ki je ključni kratkoročni dejavnik, do dolgoročnega cilja izgradnje enovite omrežne infrastrukture, ki bo podpirala uvajanje novih multimedijskih aplikacij in delovnega okolja. V nadaljevanju podani primeri obravnavajo predvsem kratkoročne cilje – nadzor stroškov ipd.

Tipična uporaba mnogostoritvenih omrežij, ki jo organizacije danes najpogosteje implementirajo, je prenos internih telefonskih pogovorov z javnega telefonskega omrežja ali zasebnega govornega omrežja na podatkovno omrežje, oziroma integracija s podatkovnim omrežjem. Tovrstni posegi običajno omogočajo zelo hitro povrnitev sredstev, vloženih v izgradnjo infrastrukture.

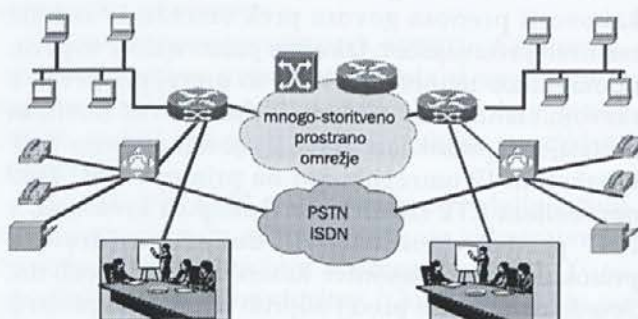
Slika 4 prikazuje stanje pred uvedbo mnogostoritvenega omrežja. Zanj je značilno, da so omrežja za prenos podatkov, govora in videa povsem ločena med seboj.

Organizacije s tovrstno zgradbo komunikacijske infrastrukture se srečujejo tako s stroški uporabe kot nadzorovanja in vzdrževanja treh različnih omrežij.

S prehodom z ločenih na enotno mnogostoritveno omrežje, ki ga prikazuje slika 5, organizacija doseže optimalnejšo izrabo javnega omrežja in s tem povezano zmanjšanje stroškov poslovanja. Do zmanjšanja teh stroškov pride tako zaradi prenosa internih pogovorov na zasebno omrežje, kakor tudi zaradi zmanjšanja števila dostopnih vodov na vseh lokacijah.



Slika 4: Tipično stanje omrežij v organizacijah pred integracijo



Slika 5: Integracija prenosa podatkov, govora in videa prek mnogostoritvenega omrežja

Za dokaz stroškovne upravičenosti uvedbe mnogostoritvenega omrežja si oglejmo naslednji primer. Predpostavimo, da ima slovenska organizacija s približno petsto zaposlenimi in sedežem v Ljubljani enote razporejene v Sloveniji in tujini. Hipotetično porazdelitev telefonskih pogovorov in faksimile prometa med posameznimi lokacijami prikazuje spodnja tabela:

	Ljubljana	Celje	Maribor	Murska Sobota	Postojna	Koper	Nova Gorica	Novo mesto	Krško	Kranj	Jesenice	Frankfurt	London	New York
Ljubljana		70	120	50	40	70	70	70	40	70	40	40	40	20
Celje	50		10	10	10	10	10	10	10	10	10			
Maribor	90	10		10	10	10	10	10	10	10	10	20	20	10
Murska Sobota	30	10	10		10	10	10	10	10	10	10			
Postojna	20	10	10	10		10	10	10	10	10	10			
Koper	40	10	10	10	10		10	10	10	10	10			
Nova Gorica	40	10	10	10	10	10		10	10	10	10			
Novo mesto	40	10	10	10	10	10	10		10	10	10			
Krško	20	10	10	10	10	10	10	10		10	10			
Kranj	40	10	10	10	10	10	10	10	10		10			
Jesenice	20	10	10	10	10	10	10	10	10	10				
Frankfurt	60	0	30											
London	70		20											
New York	20		10											
Zbimo	540.00	160.00	270.00	140.00	130.00	160.00	160.00	160.00	130.00	160.00	130.00	60.00	60.00	30.00

Če tabelo prometa pomnožimo s cenami po veljavnem ceniku Telekom Slovenije, dobimo oceno

stroškov prometa med posameznimi lokacijami, ki je prikazana v naslednji tabeli:

	Ljubljana	Celje	Maribor	Murska Sobota	Postojna	Koper	Nova Gorica	Novo mesto	Krško	Kranj	Jesenice	Frankfurt	London	New York
Ljubljana		601.65	1031.40	429.75	343.80	601.65	601.65	601.65	343.80	601.65	343.80	4192.80	4192.80	3619.60
Celje	429.75		85.95	85.95	85.95	85.95	85.95	85.95	85.95	85.95	85.95	0.00	0.00	0.00
Maribor	773.55	85.95		85.95	85.95	85.95	85.95	85.95	85.95	85.95	85.95	2096.40	2096.40	1809.80
Murska Sobota	257.85	85.95	85.95		85.95	85.95	85.95	85.95	85.95	85.95	85.95	0.00	0.00	0.00
Postojna	171.90	85.95	85.95	85.95		85.95	85.95	85.95	85.95	85.95	85.95	0.00	0.00	0.00
Koper	343.80	85.95	85.95	85.95	85.95		85.95	85.95	85.95	85.95	85.95	0.00	0.00	0.00
Nova Gorica	343.80	85.95	85.95	85.95	85.95	85.95		85.95	85.95	85.95	85.95	0.00	0.00	0.00
Novo mesto	343.80	85.95	85.95	85.95	85.95	85.95	85.95		85.95	85.95	85.95	0.00	0.00	0.00
Krško	171.90	85.95	85.95	85.95	85.95	85.95	85.95	85.95		85.95	85.95	0.00	0.00	0.00
Kranj	343.80	85.95	85.95	85.95	85.95	85.95	85.95	85.95	85.95		57.30	0.00	0.00	0.00
Jesenice	171.90	85.95	85.95	85.95	85.95	85.95	85.95	85.95	85.95	57.30		0.00	0.00	0.00
Frankfurt	6289.20	0.00	3144.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00
London	7337.40	0.00	2096.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00
New York	3619.60	0.00	1809.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	20598.25	1375.20	8855.75	1203.30	1117.35	1375.20	1375.20	1375.20	1117.35	1346.55	1088.70	6289.20	6289.20	5429.40

Ocenjeni dnevni stroški telefonskih pogovorov med lokacijami organizacije znašajo okoli 58.000 SIT. Če privzamemo, da ima mesec v povprečju 21 delovnih dni, lahko ocenimo, da znašajo mesečni stroški govornega prometa med lokacijami 1.218.000 SIT.

Ob predpostavki, da so vse oddaljene lokacije opremljene z ustrezno komunikacijsko opremo (npr. usmerjevalniki Cisco serije 1750, 2600 ali 3600), povezano v podatkovno omrežje (npr. z vodi prepustnosti med 128 in 256 kbps), bi podjetje moralo opraviti naslednjo investicijo:

- na osrednji lokaciji bi moralo instalirati ustrezen "gateway" za povezavo podatkovnega omrežja z osrednjo telefonsko centralo, npr. komunikacijski strežnik Cisco AS5300 s kartico za 30 govornih kanalov – vrednost okoli 4.332.000 SIT;
  - na petih pomembnejših lokacijah bi v obstoječe usmerjevalnike instalirali govorne kartice s po štirimi priključki ISDN BRI za povezavo z lokalno centralo in javnim omrežjem – skupna vrednost 5.225.000 SIT
  - na ostalih osmih lokacijah bi v obstoječe usmerjevalnike vgradili govorne kartice s po štirimi analognimi priključki – skupna vrednost 5.016.000 SIT.
- Skupna vrednost investicije torej znaša okoli 14.517.000 SIT. Ob predpostavki, da obstoječe prenosne kapa-

citete zadostujejo za prenos govornih povezav, se investicija povrne v nekaj manj kot dvanajstih mesecih.

Omenjena kalkulacija je seveda zelo približna in groba, vendar prikazuje, da so s prehodom na integrirano mnogostoritveno omrežje mogočijo veliki prihranki in hitro povračilo vloženi sredstev.

## 5. Zaključek

Mnogostoritvena omrežja, prek katerih bodo potovali podatki, govor in video, niso le stvar prihodnosti – tehnološko najnaprednejši uporabniki so jih že pričeli uvajati in tudi že žanjejo sadove, ki se kažejo v zmanjšanju operativnih stroškov, povečanju zanesljivosti, poenostavitvi upravljanja itd. Tehnologije, ki so na voljo danes, že omogočajo učinkovito uvedbo mnogostoritvenih omrežij. Z napredkom, tako na tehnološkem področju kot na področju standardizacije, pa bo integracija prenosa podatkov, govora in videa postala ne le privlačna možnost temveč nuja. Le z izgradnjo infrastrukture, ki bo sposobna podpreti skokovito rast prometa in uvajanje novih multi-medijskih aplikacij, bo mogoče ohraniti konkurenčno prednost v svetu, ki vse bolj temelji na učinkoviti uporabi informacijske tehnologije.

♦

*Jožek Gruškovnjak je končal študij računalništva in informatike na Fakulteti za računalništvo in informatiko ter študij MBA pri Mednarodnem centru za razvoj managementa, Brdo pri Kranju. Leta 1989 je skupaj s sodelavcem ustanovil podjetje NIL d.o.o., ki je postalo eno vodilnih slovenskih podjetij na področju podatkovnih komunikacij. V podjetju NIL d.o.o. je opravljal funkcije direktorja prodaje in marketinga. V januarju 1998 se je zaposlil v podjetju Cisco Systems kot področni direktor, odgovoren za Slovenijo, države bivše Jugoslavije in nekatere vzhodno-evropske države.*