

**UNIVERZA V LJUBLJANI  
EKONOMSKA FAKULTETA**

**DIPLOMSKO DELO**

**UČINKI IN STROŠKI OMREŽJA  
UNIVERZE V LJUBLJANI**

**Ljubljana, april 2003**

**DAVOR URBAN**

Študent/ka \_\_\_\_\_ izjavljam, da sem avtor/ica tega  
diplomskega dela, ki sem ga napisal/a pod mentorstvom  
\_\_\_\_\_ in dovolim objavo diplomskega dela  
na fakultetnih spletnih straneh.

V Ljubljani, dne \_\_\_\_\_.

Podpis: \_\_\_\_\_

<b>1</b>	<b>UVOD</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>NAČIN IN NASTANEK PRVIH OMREŽIJ</b> .....	<b>2</b>
2.1	Sodobno pojmovanje računalniškega omrežja .....	2
2.2	Vrste omrežij.....	2
2.3	Lokalna omrežja (LAN, Local Area Networks).....	2
2.4	MAN (Metropolitan Area Network).....	3
2.5	WAN (Wide Area Network).....	3
2.6	Prostrana omrežja.....	3
2.7	Največje prostrano omrežje - internet.....	4
2.8	ARNES - Akademska in raziskovalna mreža Slovenije.....	6
<b>3</b>	<b>STORITVE OMREŽJA</b> .....	<b>9</b>
3.1	Standardne uporabniške storitve .....	9
3.2	Storitve nadzora in upravljanja .....	11
3.3	Varnost uporabniških storitev .....	11
<b>4</b>	<b>O METULJU</b> .....	<b>12</b>
4.1	Nastanek.....	12
4.2	Zahteve in lastnosti omrežja Metulj ob nastanku .....	14
4.3	Izvedba in topologija omrežja Metulj.....	14
4.4	Obdobje od 1995 do 1999.....	15
4.5	Obdobje po letu 1999.....	18
4.6	Osnovni gradniki sedanjega omrežja Metulj .....	18
4.7	Storitve sodobnega omrežja Metulj .....	19
4.7.1	<i>Standardne storitve omrežja Metulj</i> .....	19
4.7.2	<i>Nestandardne storitve</i> .....	20
<b>5</b>	<b>FINANČNI PREGLED OBRATOVANJA UNIVERZITETNEGA OMREŽJA METULJ</b> .....	<b>22</b>
5.1	Drugi stroški delovanja omrežja Metulj .....	30
<b>6</b>	<b>SKLEP</b> .....	<b>34</b>
	<b>Slovarček</b> .....	<b>36</b>
	<b>Literatura</b> .....	<b>36</b>
	<b>Viri</b> .....	<b>36</b>



# 1 UVOD

Sodoben informacijsko-komunikacijski sistem - omrežje z vsemi svojimi storitvami, je v sodobni družbi samoumevna in nujna rešitev. Ne predstavljamo si vsakodnevnega dela brez storitev, kot so elektronska pošta ali dostop do vsakovrstnih informacij iz celega sveta. V mnogo primerih se omrežje postavlja v vlogo pglavitnega nosilca informacij, brez katerega bi bilo delo nemogoče. Nekoč je bila to klasična pošta, s storitvami, kot so dostava pisemskih pošiljk, telegraf in nekoliko kasneje telefon. Kmalu smo jih v sodobni družbi sprejeli kot dana.

V zadnjem času je to internet. Beseda, za katero stoji cela vrsta znanj, tehnike, tehnologij, standardov, storitev, velikanskih finančnih sredstev, velikih možnosti za uvajanje novih rešitev. Popolnoma jasno je, da takega dostopa do informacij, možnosti za njihovo izmenjavo človek v svojem dosedanem razvoju še ni imel. Nikoli niso bile na voljo tako hitro, enostavno in poceni. Vse to je omogočila vedno hitreje se razvijajoča tehnologija. V nebo vpijoča je tudi rast števila uporabnikov. Iz leta v leto progresivno narašča, še bolj količina podatkov na uporabnika, kar pomeni vedno znova nov izziv in motiv za iskanje novih učinkovitejših tehnoloških rešitev.

Leta 1996 je pričelo poskusno delovanje sodobno omrežje Univerze v Ljubljani, z imenom Metulj. Bilo je prvo 100-megabitno omrežje v Sloveniji. Ugotavljati smiselnost uvedbe tega omrežja je popolnoma nepotrebno, saj dejstva govorijo sama zase. Razviti svet in Univerza v Ljubljani brez omrežja ne moreta funkcionirati.

Odločil sem se preučiti delovanje univerzitetnega omrežja z namenom ugotoviti vsa osnovna dejstva, vezana na omrežje, tako od končnega uporabnika kot upravljavca in nadzornega organa. Končni uporabnik je vsak študent in vsi zaposleni Univerze v Ljubljani. Po mnenju osebja Računalniškega centra Univerze v Ljubljani gre za okoli 13.000 uporabnikov, ki vsak dan uporabljajo vsaj eno storitev omrežja. V prvem delu se поблиže spoznamo s storitvami omrežja, v drugem sledi razvoj in opis osnovnih sestavin opreme in v tretjem, zadnjem ugotavljam stroške delovanja.

Nadzor in upravljanje omrežja je v pristojnosti Računalniškega centra Univerze v Ljubljani. Za izgradnjo, posodobitev, vzdrževanje in delovanje omrežja je nujno zagotoviti ustrezna finančna sredstva. V tem diplomskem delu sem se omejil na področje ugotavljanja velikosti teh sredstev v obdobju od leta 1996 do 2001.

## **2 NAČIN IN NASTANEK PRVIH OMREŽIJ**

O prvih omrežjih ne moremo govoriti kot o računalniških, temveč o omrežjih, ki so omogočala prenašati informacije na večje razdalje. Najgloblji začetki segajo v leta od 1800 do 1900, čas telegrafskega omrežja. V masovno uporabo v ZDA in Evropi telegrafsko omrežje stopi z letom 1851, ko sta povezana London in Pariz s prvim podvodnim kablom, oz. leta 1861, ko sta povezana New York in San Francisco. Z Morsejevo abecedo je bil mogoč prenos do 20 "znakov" na sekundo.

Naslednjo obdobje pripada telefoniji. Leta 1876 gospod Graham Bell iznajde prvo obliko telefona. Leta 1884 John Carty - Bellov inženir izumi sukano parico, kar omogoči hkratno dvosmerno komunikacijo. Sledi eksplozija telefonije. Rast števila uporabnikov je neverjetna. Leta 1930 telefonsko omrežje po velikosti preraste telegrafsko. Še vedno pa je to analogno omrežje.

Naslednja stopnja je digitalno telefonsko omrežje. Zaradi nezmožnosti zadovoljevanja potreb po telefonskih priključkih v zgodnjih sedemdesetih letih, stopi v rabo optično vlakno. Tako so na voljo vsi pogoji za nastanek prostranega računalniškega omrežja. (History of Networking, november 2002)

### ***2.1 Sodobno pojmovanje računalniškega omrežja***

Računalniško omrežje v najbolj enostavni obliki sestavljata dva ali več računalnikov, povezanih na način, ki omogoča izmenjavo ali deljeno uporabo sporočil, datotek in storitev.

### ***2.2 Vrste omrežij***

#### ***2.3 Lokalna omrežja (LAN, Local Area Networks)***

Povezujejo računalnike in računalniško opremo na geografsko omejenem območju (stavba, skupina stavb). Povezave med računalniki so zelo hitre, zato je mogoča visoka stopnja integracije in komunikacijsko intenzivne porazdeljene aplikacije.

## **2.4 MAN (Metropolitan Area Network)**

Imajo vse lastnosti lokalnih omrežij, pokrivajo pa širše območje. Navadno večja različica krajevnega omrežja, ki je lahko privatno ali javno in leži na območju večjega mesta (do nekaj 10 km), uporabljena tehnologija pa je FDDI, ATM, FastEthernet.

## **2.5 WAN (Wide Area Network)**

Omrežja širšega obsega, razprostrta omrežja, za njih je značilno veliko število kompleksnih in dragih naprav. Večkrat pokrivajo območje več držav ali celo kontinenta, sestavlja jih množica lokalnih omrežij LAN. Značilna lastnost širokih omrežij je komunikacijsko podomrežje, ki je hrbtenica omrežja (backbone) in povezuje krajevna omrežja in gostitelje med seboj. Podomrežje obsega le linije in preklopne elemente, ki so specializirani računalniki za usmerjanje paketov od izvira do ponora.

## **2.6 Prostrana omrežja**

Gre za omrežja, ki pokrivajo večja geografska področja (mesto, državo, celino...) ali pa geografsko sploh niso omejena. V zgodnejših stopnjah razvoja so v takih omrežjih pogosto sodelovali le računalniki istega proizvajalca (npr. DECNET - omrežja računalnikov tovarne DIGITAL, omrežja IBM-ovih računalnikov...). Danes je ena od osnovnih značilnosti prostranih omrežij t. i. interoperabilnost. V omrežjih aktivno sodeluje računalniška oprema različnih proizvajalcev in namembnosti - od osebnih računalnikov do superračunalnikov. Še več, velika prostrana omrežja so konglomerat manjših omrežij, ki delujejo po svojih pravilih, sporočila, ki potujejo preko njihovih meja, pa pretvarjajo po pravilih, ki veljajo v skupnem omrežju.

Prva računalniška omrežja so fizično povezovala vse računalnike. Povezave so bile križne, računalnikov, ki so bili tako povezani pa malo. Danes se računalniki povezujejo preko hrbtenice. Hrbtenica je množica povezav in komunikacijske opreme, skupaj z računalniki, ki so namenjeni samo za vzdrževanje komunikacij. Zanj skrbi posebna organizacija. Podrobnosti zgradbe in delovanja so uporabnikom skrite. Vsak računalnik ima eno vstopno točko v hrbtenico in se ne zaveda drugih računalnikov, dokler z njimi ne komunicira. S tem je omogočeno načelo, ki odločilno poenostavi

vzdrževanje omrežja: vsak računalnik se mora prilagoditi le pravilom, ki veljajo v hrbtenici, ne pa vsem drugim računalnikom.

Računalniki se redko priključujejo v prostrana omrežja samostojno. Navadnejši način je priključevanje preko lokalnega ali manjšega prostranega omrežja, katerega član je posamezni računalnik.

## ***2.7 Največje prostrano omrežje - internet***

Internet je bil v svojih zametkih projekt, ki ga je vodila agencija ARPA (Advanced Research Projects Agency) pri ameriškem obrambnem ministrstvu.

Že v šestdesetih letih je bilo jasno, da bodo morebitni vojaški spopadi v prihodnosti potekali z računalniško podporo. V tem času so bili računalniki veliki, energetske potratni, odvisni od kontroliranih razmer v okolju in zato zelo ranljivi v vojaškem smislu. Osnovna zamisel, ki je rodila internet, je bila povezana z varovanjem podatkov in dostopa do njih. Če bi bili računalniki povezani, bi bili lahko pomembni podatki spravljani v več računalnikih, pa kljub temu dostopni z neke kontrolne točke. Če bi bile povezave med računalniki pomnožene, bi bil, tudi v primeru prekinitve nekaterih med njimi, dostop do podatkov še vedno možen.

Že tedaj so se zavedali problematike naslavljanja podatkov in varnosti prenosa. Omrežje, ki naj poskrbi, da bodo podatki prišli v računalnik, kamor so bili poslani, se mora zavedati lokacije računalnikov, v podatkih pa mora biti ciljni naslov tudi jasno zapisan. Omrežje tudi ne sme dovoliti, da bi prišli podatki na cilj pokvarjeni. Rešitve teh osnovnih problemov so temeljile na raziskavah o paketno-preklopni mreži, objavljenih že leta 1962. Prva shema načrtovanega omrežja je bila javno predstavljena leta 1967.

Leta 1969 je ARPA zgradila prvo eksperimentalno omrežje, imenovano ARPANET. Na začetku so v njem sodelovali samo štirje veliki računalniki na ameriških univerzah: UCLA, Stanford University, UCSD in Utah University. Omrežje je že omogočalo prenos sporočil in deljenje datotek. Na tem omrežju so nastale in se razvijale vse velike ideje, ki so privedle do nastanka interneta, kot ga poznamo danes.

V 70-tih letih se je ARPANET hitro širil. Leta 1972 je povezoval že 37 velikih računalnikov. Zanimivo je, da je bil kljub vojaškemu pokroviteljstvu ves čas omogočen dostop civilnim raziskovalnim organizacijam, večina najodmevnejših raziskav pa je bila objavljena. Tako je prvi program za elektronsko pošto nastal že leta



1972. Leta 1973 so bile opravljene prve transatlantske povezave v ARPANET iz Anglije in Norveške. ARPANET se je počasi preoblikoval iz mreže navzkrižno povezanih računalnikov v hrbtenico. K temu je največ pripomoglo priključevanje prvih manjših omrežij, ki so nastala po ARPANETovem vzoru (npr. ALOHAnet v l. 1972).

Širjenje omrežja je pospešilo razvoj omrežnih orodij. Nekatera med tedanjimi, sicer posodobljena, uporabljamo še danes. Leta 1972 je National Center for Supercomputing Applications (NCSA) razvil program Telnet, namenjen priključevanju in delu na oddaljenem računalniku. FTP (File Transfer Protocol) in ustrezni podporni programi, uvedeni naslednje leto, so močno poenostavili prenos datotek med računalniki.

Preoblikovanje v hrbtenico je pospešilo tudi razvoj protokolov. Leta 1974 je nastala prva verzija družine protokolov, imenovana TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol), namenjena standardizaciji postopkov v omrežju. TCP/IP je bil na voljo zastoj, kar je dodatno pripomoglo pri njegovi širitvi. Pojavi se prvi javni ponudnik omrežnih storitev s čimer se je začela tudi komercializacija ARPANETA.

Osemdeseta leta so prinesla odločilne spremembe tako v tehničnem kot v organizacijskem smislu. V letih 1982 in 1983 so se pojavili prvi namizni računalniki in s tem se je začelo množiti število raziskovalcev, ki so želeli dostop v omrežje. TCP/IP so sprejeli leta 1983 kot standard, ki velja za celo hrbtenico ARPANETA. Večina novih namiznih računalnikov je delalo z operacijskim sistemom UNIX, in TCP/IP je postal kmalu sestavni del tega operacijskega sistema. Samostojna omrežja so pospešeno nastajala in se priključevala ARPANETu.

V tem času ARPANET postane preobsežen in preveč pester, da bi ga še lahko obvladovala ena organizacija. Leta 1983 se razcepi v dve hrbtenici: ARPANET, ki ostane raziskovalno in razvojno omrežje, ter MILNET, ki prevzame vojaški del nalog. Zasnova ARPANETA se ni veliko spremenila od začetkov in z eksponentno rastjo omrežja postane to kmalu prepočasno. Leta 1986 začne delovati veliko hitrejša hrbtenica NSFNET. Vodi jo NSF - National Science Foundation. NSF podpira razvoj in priključevanje novih omrežij tako, da financira ustrezni razvoj na ameriških univerzah. Uveljavitev enotnih pravil dela, ki jih uvedel TCP/IP, in vloga NSF sta verjetno najpomembnejša faktorja v razvoju iz relativno omejenega ARPANETA v internet, kot ga poznamo danes. Po svetu nastajajo številne javne in privatne hrbtenice, ki se zlivajo z NSFNET.

V devetdesetih letih je tehnična zasnova interneta ustaljena. Nove rešitve prinašajo predvsem hitrejši prenos podatkov, kar posledično prinaša tudi eksponentno rast količine informacij, ki so na Internetu na voljo javnosti. Vedno očitnejša postaja potreba po učinkovitejših orodjih za iskanje informacij in dostop do njih. V letih 1991 in 1993 se pojavita orodji Gopher in World Wide Web. Gopher omogoča hierarhično menijsko ureditev informacijskih virov, World Wide Web pa uvede v globalno omrežje idejo hipertekstnega povezovanja dokumentov. Leta 1994 se pojavita pregledovalnika Mosaic in Netscape, ki omogočita vključevanje nebesedilnih podatkov v dokumente na WWW. Aprila 1995 NSFNET preneha delovati. Zamenja ga še hitrejša hrbtnica - vBNS.

Internet je torej globalno omrežje omrežij, ki delujejo v skladu z družino protokolov TCP/IP ali pa pretvarjajo svoja sporočila v skladu s TCP/IP. Internet ni centraliziran sistem, ker ga sestavljajo medsebojno neodvisne hrbtnice. Posamezne hrbtnice lahko delujejo po protokolih, ki niso TCP/IP, vendar se v internet povezujejo po vmesnikih (gateways). Vmesnik je strojna in računalniška oprema, ki pretvarja obliko sporočil med nekim protokolom in TCP/IP ter nasprotno. Hrbtenica je ločeno upravljan del omrežne infrastrukture, ki zagotavlja veliko hitrost in zanesljivost prometa znotraj same sebe in z drugimi hrbtnicami. Posamezne hrbtnice so namenjene različnim skupinam uporabnikov, predvsem akademsko-raziskovalnim in komercialnim. V skladu z namembnostjo hrbtnice poteka tudi upravljanje in financiranje.

## ***2.8 ARNES - Akademska in raziskovalna mreža Slovenije***

Javni zavod ARNES je bil ustanovljen z namenom, da skrbi za načrtovanje, organiziranje in upravljanje računalniških povezav med organizacijami s področja raziskovanja, razvoja, izobraževanja in kulture, za povezovanje v izobraževalna in raziskovalna omrežja v drugih državah in s tem posredno tudi v svetovni internet. ARNES mora opravljati tudi določene centralne aktivnosti, ki omogočajo, da uporabniki lahko uporabljajo storitve na omrežju. (Kaj dela ARNES in kako je financiran, januar 2003)

### **Osnovne storitve, ki jih ponuja omrežje ARNES uporabnikom, so:**

- elektronska pošta
- elektronski imenik

- prenos datotek med računalniki
- dostop do oddaljenih računalnikov
- elektronske konference
- multimedijske storitve
- dostop do podatkovnih baz po celem svetu
- vključitev lastnih podatkovnih baz v svetovno omrežje.

Značilnost vseh akademskih in raziskovalnih mrež povsod po svetu je, da so v državni lasti, da jih država nadzoruje in da jih država financira. V nekaterih primerih je to direktno (kot pri nas), v drugih je to (deloma) posredno.

V vseh primerih velja, da lahko storitve uporablja le sklenjen krog uporabnikov, to so uporabniki na področju raziskovanja in izobraževanja.

Večina prometa po omrežju ARNES ustvarijo raziskovalne in izobraževalne organizacije, ki se povezujejo na ARNES po najetih povezavah, le manjši del prometa je posledica dostopov po analognem in digitalnem telefonskem omrežju (ISDN). Po telefonskem omrežju imajo dostop v glavnem učitelji, profesorji, učenci in dijaki. Ker to delajo predvsem zvečer, ko linije v omrežju ARNES ne zasedajo glavni uporabniki, je dodaten strošek za omogočanje dostopa tudi po telefonskem omrežju minimalen.

Za dostop do omrežja ARNES/Internet po komutiranem telefonskem omrežju je uporabnikom na razpolago 1486 priključkov (modemov) za klicni dostop. Tega uporabljajo predvsem učitelji in učenci osnovnih šol, profesorji in dijaki srednjih šol, ter raziskovalci in drugi uporabniki, ki izpolnjujejo predpisane pogoje (skupno približno 30 000 gesel). (Kaj dela Arnes in kako je financiran, 2003)

### **Medkrajevne in krajevne povezave**

Vozlišča omrežja ARNES v Celju, Kamniku, Kopru, Kranju, Krškem, Ljubljani, Mariboru, Murski Soboti, Novi Gorici, Novem mestu, Portorožu, Postojni, na Ptujju, v Ravnah na Koroškem, Škofji Loki, Tolminu, Trbovljah in Velenju so med seboj povezana z najetimi vodi različnih zmogljivosti (praviloma 512 kbit/s ali 2 Mbit/s). Razen nekaj izjem so vodi najeti pri Telekomu Slovenije (Kaj dela ARNES in kako je financiran, januar 2003).

## Pregled vseh uporabnikov omrežja ARNES po količini prometa

**Tabela 1: Delež prometa po uporabniku**

Uporabnik	Delež v %
Univerza v Ljubljani	21
Univerza v Mariboru	20
Inštituti in razvojni oddelki	21
Srednje in osnovne šole	23
Drugo izobraževanje	5
Knjižnice, arhivi in muzeji	4
Državna uprava	4
Drugo	2

Vir: Kaj dela ARNES in kako je financiran, 2003.

Medresorska komisija odloča, katere organizacije lahko storitve uporabljajo brezplačno. Vse v tabeli navedene organizacije, razen državne uprave in razvojnih oddelkov v industriji, so upravičene do brezplačne uporabe. To pomeni, da so storitve za Univerzo v Ljubljani brezplačne.

Glavna mednarodna povezava omrežja ARNES je izvedena s priključitvijo na pan-evropsko omrežje TEN-155. To omrežje je nastalo kot rezultat projekta QUANTUM - ESPRIT Project 29212 v okviru 4. okvirnega programa za znanost in razvoj v Evropski zvezi. V tem projektu sodelujejo poleg vseh držav Evropske zveze tudi Ciper, Češka, Madžarska, Islandija, Izrael, Norveška, Poljska, Slovenija in Švica. Projekt je poskrbel tudi za povezave do raziskovalnih in izobraževalnih omrežij v ZDA, Kanadi, na Japonskem in v drugih državah. Koordinator projekta je bila nepridobitna organizacija DANTE .

Za povezavo do Slovenije v okviru tega projekta se je DANTE najprej pogajal s Telekomom Slovenije, vendar ni prišlo do dogovora, ker je Telekom zahteval ceno, ki je bila veliko višja kot drugje po Evropi. Medtem je dobil ELES dovoljenje za ponujanje vodov v zakup in tako je konec leta 1999 DANTE sklenil pogodbo za mednarodno povezavo s Slovenijo z ELES-om. Skupna kapaciteta mednarodne povezave ARNES-a je sedaj 47 Mbit/s.

Povezava v TEN-155 omogoča Univerzi v Ljubljani in vsem drugim izobraževalnim in raziskovalnim organizacijam, ki so povezane v omrežje ARNES, zmogljivo

povezavo do sorodnih organizacij v drugih državah. Povprečni promet iz omrežja ARNES v omrežje Univerze v Ljubljani (METULJ) je 4,5 Mbit/s, povprečni promet ob delovnih urah je približno 9 Mbit/s, občasno pa naraste do 20 Mbit/s. Promet se vsako leto podvoji ali potroji, zato bo treba povečati tako zmogljivost mednarodne povezave kot povezavo med ARNES-om in METULJ-em.

Po tem omrežja je ARNES povezan z izobraževalnimi in raziskovalnimi mrežami drugje po svetu, med drugim tudi z omrežjem Internet2, ki je najzmogljivejše raziskovalno omrežje v ZDA. Projekt Internet2 izvaja več kot 150 ameriških univerz, ki sodelujejo z industrijo in vlado, omogočil pa naj bi napredne omrežne aplikacije za izobraževalne namene. Udeleženci projekta razvijajo širokopasovne aplikacije in omrežna orodja za raziskave in izobraževanje (Kaj dela Arnes in kako je financiran, 2003).

Internet2 je preskusno omrežje za skupno univerzitetno in izobraževalno rabo, kjer se razvijajo napredne internetne tehnologije, kot so telemedicina, digitalne knjižnice in umetni laboratoriji.

Uporablja se najnovejša telekomunikacijska infrastruktura po kateri so članice povezane z hrbtenico Abilene. Ta uporablja regionalna vozlišča gigaPoPs po katerih so omogočene povezave s hitrostjo od 2,4 Gbit/s do 9,6 Gbit/s.

### **3 STORITVE OMREŽJA**

#### ***3.1 Standardne uporabniške storitve***

Omeniti je treba standardne uporabniške storitve, ki jih imenujemo tudi tipični ali standardni protokoli. Pomenijo funkcionalno osnovo vsem uporabniškim informacijskim okoljem, kar vsekakor velja tudi za omrežje Metulj. Standardne uporabniške storitve (Vidmar, 1997, str. 120) omogočajo prenos informacij, dostop do oddaljenih računalniških sistemov, nadzorno-upravljaljske storitve in funkcionalno podpirajo aplikacije (administrativne, proizvodne...).

Zelo pomembne so ravno tiste storitve, ki delujejo v okolju TCP/IP. Naj omenim le najbolj uporabljane:

- DNS (Domain Name Server) - imenski strežnik
- Telnet in navidezni terminal omogočata oddaljeno prijavljanje na strežnik
- FTP (File Transfer Protocol) - protokol za prenos datotek
- FTAM (File Transfer Access and Management) - dostop in upravljanje prenosa datotek
- elektronska pošta
- www (World Wide Web) - svetovni splet.

Gotovo je najbolj pogosto uporabljena storitev elektronska pošta, saj ima vrsto prednosti, kot so (Vidmar, 1997, str. 374):

- Odzivni čas je primerljiv s hitrostjo izmenjave sporočil v klasičnem telefonskem pogovoru
- Dostava sporočila je možna tudi, če naslovnik ni prisoten.
- Sporočila, vprašanja in odgovori so lahko bolj premišljeni in konsistentni, kar zmanjšuje potreben obseg komuniciranja.
- Poleg sporočil v pisni obliki je možno po elektronski pošti prenašati tudi datoteke vseh vrst.

### ***3.2 Storitve nadzora in upravljanja***

Te storitve in njihove funkcije so namenjene predvsem upravljavcem in vzdrževalcem omrežja. Posredne koristi za končne uporabnike so zelo velike, saj omogočajo nemoteno delovanje omrežja (Vidmar, 1997, str. 132).

Storitve nadzora in upravljanja so:

- Odkrivanje in odpravljanje napak
- Merjenje in analiza zmogljivosti sistema
- Nadzor in upravljanje posameznih plasti kot funkcionalnih celot
- Upravljanje imenskih strežnikov
- Nadzor in upravljanje varnostnih mehanizmov
- Nadzor in upravljanje sistema za zaračunavanje storitev.

Te storitve navadno opravlja nadzorno-upravni center, ki je v primeru univerzitetnega omrežja Računalniški center Univerze.

### ***3.3 Varnost uporabniških storitev***

Področje zanesljivosti sistema obsega zagotavljanje razmer za delovanje regularnih storitev in za dostop uporabnikov do njih. Skrbno načrtovanje, nadzor in upravljanje omogočajo zanesljivo delovanje sistema. K zanesljivosti delovanja sistema močno pripomorejo tudi uporabniki sami oziroma njihova usposobljenost. Usposobljeni uporabniki težijo k smotni in pravilni uporabi omrežnih storitev, kar v veliki meri pripomore k zmanjšanju nepotrebnega obremenjevanja omrežja, zato je le-to deluje hitreje.

Področje zaščite sistema zajema vse dejavnosti, ki preprečujejo izvajanje nelegalnih storitev regularnih uporabnikov in nedovoljeni dostop neregularnih uporabnikov do sicer dovoljenih storitev in drugih virov omrežja. Zaščita sistema se izvaja na lokalni ravni in decentralizirano (Vidmar, 1997, str. 159).

Na lokalni ravni izvajajo zaščito informacijsko-komunikacijskega sistema članice same, torej končni uporabniki oziroma upravitelji njihovih lokalnih omrežij.

Elektronski podpis je storitev medsebojnega predstavljanja uporabnikov. Enkripcija je skrivanje ali kriptiranje sporočil, mnoge druge storitve pa so decentralizirano zaščitene.

V zadnjem času se v omrežjih veliko uporablja zaščita na ravni strojne komunikacijske opreme, ki omogoča mnogo boljši nadzor in upravljanje pretoka podatkov.

V vsakem primeru storitve zaščite zagotavljajo čim večjo zaupnost sistema in zasebnost uporabnikov.

## **4 O METULJU**

### ***4.1 Nastanek***

Metulj je ime hrbtenice računalniškega omrežja Univerze v Ljubljani. Nastalo je kot zloženka besed Mreža Telekomunikacij Univerze v Ljubljani. Uporabniki omrežja so vse članice Univerze v Ljubljani.

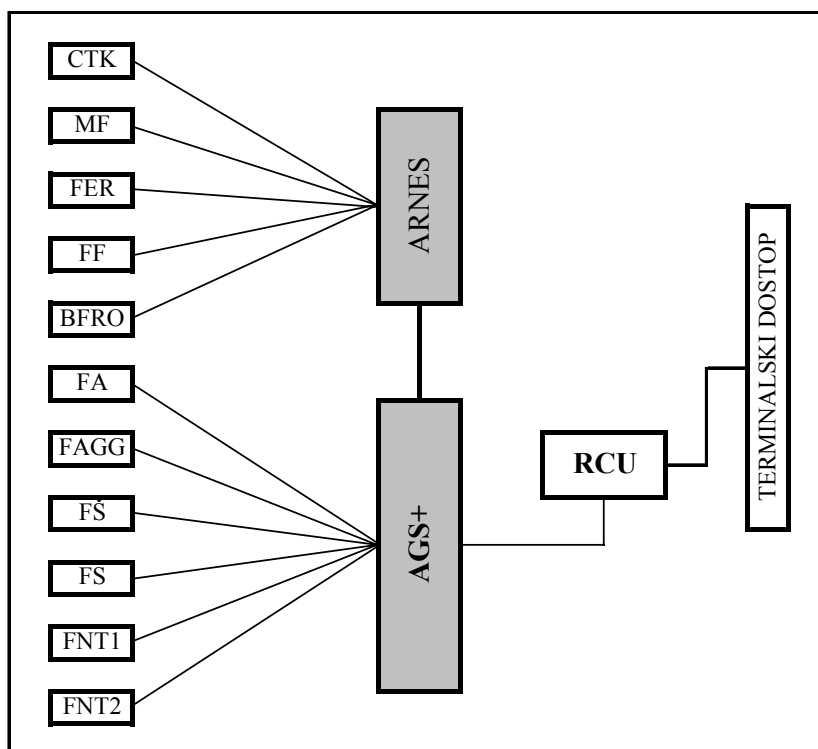
Zametki računalniškega omrežja Univerze v Ljubljani segajo v leto 1993, ko je bil sprejet dogovor o reorganizaciji omrežja. Podpisali so ga 15. januarja Univerza v Ljubljani, Univerza v Mariboru, Inštitut informacijske znanosti iz Maribora (IZUM) in Nacionalno akademsko in raziskovalno omrežje (ARNES). Vsebina dogovora obsega reorganizacijo komunikacijske infrastrukture, vzpostavljene v okviru projekta Knjižničarskega komunikacijskega sistema (KIS), ki ga je izvajal IZUM. Na podlagi dokumenta je dobil Arnes v upravljanje in last hrbtenico omrežja na ravni države, ki ga je sestavljala 2. megabitna infrastruktura v Ljubljani in povezave med Ljubljano in Mariborom, Univerza v Ljubljani pa v upravljanje in last enajst končnih usmerjevalnikov, en večji končni usmerjevalnik in 64-kilobitne prenosne poti z ustrežno modemsko opremo (Švagelj, 1996, str. 10).

Računalniški center Univerze je imel vzpostavljeno tehnologijo terminalskega povezovanja uporabnikov na univerzitetni računalniški klaster UEK že od leta 1981. Tovrstna topologija je bila neprimerna, saj je bila sestavljena iz vozlišč, ki jih je povezovalo omrežje ARNES. Tako univerza ni imela možnosti upravljati in nadzorovati omrežja v celoti.



Novembra leta 1993 so Ministrstvu za šolstvo in šport prvič predstavili zamisel računalniškega omrežja Metulj, ki naj bi odpravilo vse te pomanjkljivosti.

Slika 1: Omrežje Univerze v Ljubljani leta 1993



Vir: Interno gradivo RCU, 1996

## ***4.2 Zahteve in lastnosti omrežja Metulj ob nastanku***

- Metulj je hrbtenica univerzitetne komunikacijske infrastrukture.
- Omogoča povezavo z ARNES-om in s tem povezave na ravni države.
- ARNES je za Metulja okno v svet - mednarodni dostop.
- Zadovoljevati mora zahteve modernih komunikacijsko informacijskih storitev kot so elektronska pošta, imenski strežnik - Domain Name Server)
- Metulj kot omrežna hrbtenica povezuje vse zgradbe Univerze v Ljubljani.
- Omogoča nemoten dostop do različnih informacijskih strežnikov, ki jih vzpostavljajo članice univerze, kar pomeni dovolj kratek odzivni čas pri različnih interaktivnih aplikacijah.
- Osnovni priključek, ki ga hrbtenica daje vsaki zgradbi je Ethernet, saj je večina zgradb opremljena s tovrstnim tipom lokalnega omrežja.
- Zgradbam, v katerih potekata administrativno poslovanje in pedagoški proces, ponuja Metulj dva priključka, predvsem iz varnostnih razlogov.
- Topologija Metulja zagotavlja, da ima vsaka zgradba Univerze povezavo z enim od štirih glavnih hrbteničnih vozlišč. V središču mesta Ljubljane v prostorih podjetja Telekom na Cigaletovi in Cankarjevem domu, na Viču v Fakulteti za elektrotehniko ter v občini Bežigrad v prostorih Ekonomske fakultete v Ljubljani
- Osnovna štiri hrbtenična vozlišča so med seboj povezana s hitrimi povezavami s kapaciteto od 2 Mbit/s do 100 Mbit/s.

## ***4.3 Izvedba in topologija omrežja Metulj***

Usklajevanje projekta in zagotavljanje sredstev je potekalo med novembrom 1993 in decembrom 1994. Formalno je bil predlog potrjen ob 75. obletnici ljubljanske univerze, ko sta tedanji rektor prof. dr. Miha Tišler in minister za šolstvo in šport dr. Slavko Gaber podpisala pogodbo, vredno 340 000 ameriških dolarjev. Decembra 1994 je bilo jasno, da mu je naklonjen tudi Telekom Slovenije in da bo univerzi zagotovil vso treba prenosno infrastrukturo (Švagelj, 1996, str. 10).

#### **4.4 Obdobje od 1995 do 1999**

Zasnovali so prvo 100 megabitno omrežje v državi. Dolžina optičnega komunikacijskega obroča med takrat štirimi glavnimi lokacijami je bila 16 kilometrov. Oprema je bila izbrana na podlagi več meril, kot so kakovost, nadgradljivost, modularnost, cena opreme in kakovost domačega zastopnika. Podjetje BayNetworks je v največji meri izpolnjevala zahteve navedenih meril in je bilo hkrati pripravljeno ceno opreme bistveno znižati zaradi prihoda na naš trg.

Prvo 100-megabitno hrbtenično omrežje je bilo izvedeno z dvojnim FDDI - obročem. Omogočal je povezave do 200 kilometrov brez ponavljalnikov. Pomembna lastnost tovrstnega omrežja je, da omogoča delovanje tudi v primeru prekinitve optičnega vlakna na enem mestu. Tvorijo ga 4 vozlišča, s katerimi je povezanih 27 usmerjevalnikov, na katere je priključeno več kot 40 članic oziroma njihovih dislociranih enot. Na ARNES je hrbtenica omrežja povezana s hitrostjo 10 megabitov na sekundo. Slika 2 prikazuje topologijo sodobnega omrežja Metulj.

Kot dopolnilo slike topologije sodobnega omrežja Metulj sledi še spisec članic - uporabnic sedanjega omrežja.

##### **Fakultete:**

1. Biotehniška fakulteta
2. Oddelek za zootehniko
3. Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire
4. Ekonomska fakulteta
5. Fakulteta za arhitekturo
6. Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo
7. Oddelek za geodezijo
8. Fakulteta za družbene vede
9. Družboslovna informatika
10. Fakulteta za elektrotehniko
11. Fakulteta za računalništvo in informatiko
12. Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo
13. Fakulteta za matematiko in fiziko
14. Fakulteta za pomorstvo in promet
15. Fakulteta za farmacijo
16. Fakulteta za strojništvo

17. Tehnološki center LECAD
18. Fakulteta za šport
19. Filozofska fakulteta
20. Oddelek za azijske in afriške študije
21. Oddelek za filozofijo
22. Oddelek za prevajanje in tolmačenje
23. Oddelek za primerjalno književnost in literarno teorijo
24. Oddelek za slovanske jezike in književnost
25. Medicinska fakulteta
26. Naravoslovnotehniška fakulteta
27. Oddelek za geologijo
28. Oddelek za geotehnologijo in rudarstvo
29. Oddelek za materiale in metalurgijo
30. Oddelek za kemijsko izobraževanje
31. Oddelek za tekstilstvo
32. Pedagoška fakulteta
33. Pravna fakulteta
34. Teološka fakulteta
35. Veterinarska fakulteta

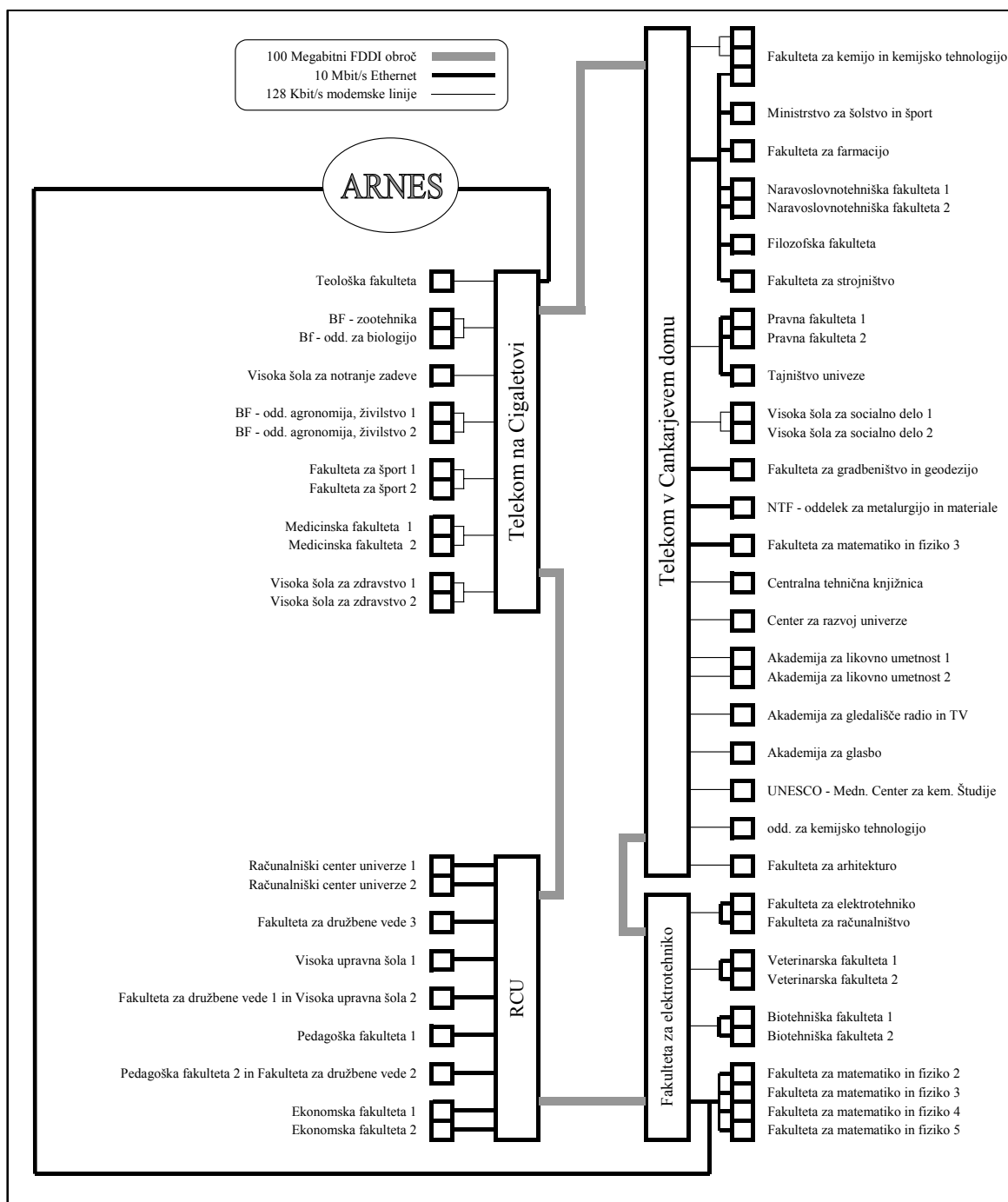
**Visoke šole:**

36. Visoka šola za socialno delo
37. Visoka šola za zdravstvo
38. Visoka upravna šola
39. Visoka policijsko-varnostna šola

**Akademije:**

40. Akademija za glasbo
41. Akademija za gledališče, radio, film in televizijo
42. Akademija za likovno umetnost

Slika 2: Shema povezav omrežja Metulj leta 1997



Vir: Interno gradivo RCU, 1997

#### **4.5 Obdobje po letu 1999**

Leta 1999 so uvedli novo - ATM-tehnologijo za hrbtenično omrežje. Bistvena prednost ATM-tehnologije je, da omogoča minimalno končno kapaciteto. Nedvomno je to za potrebe končnih uporabnikov izrednega pomena, saj pomeni zagotovljeno kakovost storitev kot so aplikacije v realnem času. Tehnologija ATM je zamišljena kot univerzalna, ki se lahko uporablja v lokalnih in mestnih omrežjih. Sedaj je izbrana hitrost prenosa do 155 megabitov na sekundo, a je zelo verjetno, da se bo v bližnji prihodnosti zvišala. Tehnologija ATM omogoča hitrosti prenosa do 622 megabitov na sekundo in več.

#### **4.6 Osnovni gradniki sedanjega omrežja Metulj**

Članice Univerze v Ljubljani so na hrbtenično omrežje povezane na več načinov. V nadaljevanju sledi kratek opis in razlaga osnovnih elementov strojne opreme, ki je nujna za razumevanje reševanja problematike izvedbe in sedanjega stanja omrežja Metulj.

Naslednji prikaz sem razvrstil glede na hitrost povezave, medtem ko je izbira povezave članice s hrbtenico omrežja temeljila na merilih, ki so predvsem finančne narave. Članice, ki so bolj oddaljene od najbližje pristopne točke na hrbtenici omrežja Metulj, nujno povzročijo večje stroške najema oziroma zakupa podatkovnega voda. Pogosto je bila omejitev tudi razpoložljivost ustreznega podatkovnega medija, saj ponudnik tovrstnih povezav Telekom Slovenije ni imel ustrezne infrastrukture za vse lokacije.

Cena zakupa je odvisna od hitrosti prenosa podatkov in dolžine povezave. Ravno zato so praviloma za zelo oddaljene članice izbrane počasnejše, torej cenejše povezave.

1. Članica je povezana s hrbtenico omrežja z **zakupljenim podatkovnim vodom**. Hitrost prenosa je 64kbit/s ali 128kbit/s. Potrebna komunikacijska strojna oprema je sestavljena iz najmanj dveh modemov in dveh usmerjevalnikov.
2. Članica je povezana s hrbtenico omrežja po **optičnem podatkovnem vlaknu**, ki je ponekod v lasti članice, največkrat pa je najeto oz. zakupljeno. Hitrost prenosa

podatkov je do 100 Mbit/s. V vsakem primeru je nujna komunikacijska strojna oprema sestavljena iz dveh optičnih pretvornikov.

- Klicni dostop ne spada v neposreden opis gradnikov omrežja, vendar je pomembna opcija za dostop do univerzitetnega omrežja in po njem v svet. Uporabnikom omrežja Metulj je na voljo 32 linij ISDN za klicni dostop. Namenjene so posameznikom, ki jim je dostop na delovnem mestu otežen ali iz različnih razlogov ni možen. Omogočajo uporabo osnovnih storitev omrežja, kjerkoli se nahaja telefonski priključek. Žal je cena dostopa zaenkrat enaka ceni navadnega impulza za navaden telefonski razgovor, saj ni sklenjenega dogovora o posebni klicni številki, ki bi omogočala dostop po znatno nižji ceni, določeni za klicni dostop do interneta.

## ***4.7 Storitve sodobnega omrežja Metulj***

### **4.7.1 Standardne storitve omrežja Metulj**

#### **DNS (Domain Name Server) - Domenski strežnik**

Domenski strežnik zaposluje strežnik Sun Sparc 5 z sistemsko opremo Solaris, strežnik Intel in Alpha Server 1000. V skladu z dogovorom z Akademsko raziskovalno mrežo - ARNES, ki je register za dodelitev domenskega imena ima omrežje Metulj pravico gostiti nad 13.500 uporabnikov. Po mnenju strokovnega osebja RCU je sedaj 5 000 do 8 000 aktivnih uporabnikov omrežja vsak dan.

#### **Spletni strežnik**

Spletni strežnik je prav tako strežnik Intel z operacijskim sistemom Microsoft Windows 2000, Internet Information Server. Gosti predstavitvene strani uprave Univerze v Ljubljani, članice Univerze v Ljubljani, če to želijo, in vse nepridobitne organizacije ter društva v primeru, da so vsebine predstavitvenih strani vzgojno-

izobraževalne narave. Možnost postavitve lastne predstavitvene strani ima tudi vsak študent Univerze v Ljubljani.

## **Novice**

Strežnik Alpha Server 1000 opravlja nalogo strežnika za novice. V bistvu gre za diskovni prostor s hierarhijo map v obliki novičarskih grup, v katere se shranjujejo novi prispevki. Lahko se primerja z distribucijsko listo elektronske pošte. Novice tečejo na operacijskem sistemu Digital Unix.

## **Elektronska pošta**

Elektronska pošta je v univerzitetnem omrežju Metulj izrednega pomena. To zahtevno delo opravlja strežnik Alpha Server 4000 s sistemsko programsko opremo Open VMS, PMDF, Multinet. Poleg 5 000 zaposlenih na Univerzi v Ljubljani elektronsko pošto uporablja še 15 000 študentov, čeprav je v zadnjih letih opaziti zmanjšanje rasti števila uporabnikov zaradi postavitve lastnih poštnih strežnikov posameznih članic.

### **4.7.2 Nestandardne storitve**

Nestandardne storitve pomenijo množico aplikacij, ki dajejo podporo različnim uporabniškim opravilom. So unikatne in značilne za določen krog uporabnikov. Gre za različne izvedbe računalniško podprtih omrežnih informacijskih sistemov.

Delujoči aplikativni sistemi so:

- Kadrovska evidenca,
- FNISID
- celostne rešitve MAOP
- Vpis
- Visokošolski IS



## **Kadrovska evidenca**

Sistem je bil postavljen leta 2001 in je še v fazi razvoja. Za delovanje uporablja strežnik Unix z bazo Oracle. Klienti so osebni računalniki z vgrajenim operacijskim sistemom Microsoft Windows. Uporablja se na upravi Univerze v Ljubljani in pri 27 članicah.

## **FNISID (Fakultetni nivo informacijskega sistema izobraževalne dejavnosti)**

Aplikativni sistem FNISID deluje od leta 1994. Namenjen je uporabi pri članicah v študentskih referatih ter študentom samim za prijavo na izpite. Sistem je dostopen tudi po spletnem vmesniku z omejenim delovanjem. Odvisen je od sistema Vpis. Opravlja poslovne potrebe evidence vpisa, izpitov in diplomantov. Vsako leto se obdela nad 200 000 zapisov in bo zaradi premajhne zmogljivosti potreben prenove.

## **Celostne rešitve MAOP**

Od leta 2001 se uporablja na upravi Univerze v Ljubljani in je v fazi namestitve pri vseh članicah. Celotni sistem je razvit v tehnologiji Oracle in deluje pri osebnih računalnikih v mreži. Sistem tvori več modulov, kot so plače, avtorski honorarji, komercialni sistem oziroma zbirka knjigovodskih orodij. Zaenkrat se uspešno uporabljata funkciji plače in avtorski honorarji.

## **Vpis**

Aplikativni sistem Vpis je razvit v okolju Oracle Developer in deluje v podatkovni bazi Oracle. Povezan je s sistemom FNISID in vsako leto obdela 400 000 zapisov, 40 000 dokumentov in izvede 1 000 000 transakcij.

## **Visokošolski IS**

Deluje že od leta 1984. Uporablja se na upravi Univerze v Ljubljani, Ministrstvu za šolstvo, znanost in šport, Uradu za višje strokovno in visoko šolstvo, pri članicah in na višjih šolah. Zasnovan je za pokrivanje potreb po informacijah o izvajanju študijskih programov, informacijah za dodelitev finančnih sredstev MŠZŠ izvajalcem študijskih

programov, informacijah za načrtovanje potrebnih sredstev na MŠZŠ in informacijah za ocenjevanje šolskih zavodov.

## **5 FINANČNI PREGLED OBRATOVANJA UNIVERZITETNEGA OMREŽJA METULJ**

Univerza v Ljubljani, katere ustanovitelj je Republika Slovenija, je avtonomni izobraževalni, znanstvenoraziskovalni in umetniški visokošolski zavod s posebnim položajem (Statut Univerze v Ljubljani, november 2002). Finančne podatke o delovanju univerzitetnega omrežja Metulj evidentira in vodi finančno-računovodska služba Univerze v Ljubljani.

Ker je Univerza v Ljubljani javni zavod, so podatki oziroma obdelava finančnih podatkov opravljeni po predpisih in za potrebe vodstva Univerze v Ljubljani, medtem ko so razkritja in pojasnila nekaterih podatkov objavljena v ustrezni obliki za potrebe javnosti.

V naslednjih poglavjih sem dejstvo, da je Univerza v Ljubljani javni zavod - zatorej v svojem bistvu nepridobitna organizacija, ki se praktično v celoti financira iz proračunskih sredstev, upošteval nekoliko z zadržkom. Omrežje Metulj od samega nastanka ni bilo vodeno kot posamično stroškovno mesto, ampak se je stroške obratovanja razporejalo na več drugih stroškovnih mest, in še to po različnih načelih iz leta v leto. Razloge za tak način evidentiranja je treba iskati v korenitih organizacijskih spremembah Univerze v Ljubljani in spremembah prioriternih ciljev vodstva, ki je šlo v korak s časom.

Pridobljene računovodske informacije so sestavljene iz računovodskih izkazov za upravo Univerze v Ljubljani po letih, različnih računov o nakupu opreme in pogodb o najemu oziroma zakupu podatkovnih vodov, nekaj posebnih finančnih poročil za potrebe vodstva univerze, inventurnih popisov opreme po lokacijah in podobno. Omenjene računovodske podatke je bilo treba selektivno pregledati in ločiti v smislu neposredne povezanosti z univerzitetnim omrežjem Metulj. Večina poročil namreč ne loči ali celo nepravilno vključuje postavke, ki se nanašajo na omrežje Metulj, zato sem bil prisiljen dodatna pojasnila oziroma podatke poiskati v pogovoru s strokovnim osebjem in jih upoštevati z opisanimi predpostavkami. Popolnoma natančnih finančnih podatkov ni mogoče zagotoviti in jih tudi ni treba, saj ne bi vplivali na spremembo končnih ugotovitev.

Namen naslednje analize je utogoviti potrebna letna finančna sredstva za nemoteno posodabljanje, nadziranje, upravljanje in vzdrževanje omrežja Metulj. Glede na povedano se ne bom spuščal v problematiko zagotavljanja teh sredstev, ampak se bom osredotočil na čim bolj ustrezno analizo vseh naložb in stroškov, neposredno vezanih na omrežje.

Stroškov namreč ni smiselno ocenjevati kot kategorijo, ki na neki način prispeva k ustvarjanju prihodkov oziroma vplivajo na poslovni izid tako kot v klasičnem podjetju. V želji priti do čim bolj uporabnih finančnih ugotovitev sem bil prisiljen uporabiti nekaj predpostavk, ki so bile nujne za postavljanje obstoječih finančnih podatkov v pravo perspektivo. Naložbe so natančno in uporabno evidentirane, medtem ko so bili stroški, predvsem amortizacija strojne in programske opreme, deležni ponovnega preračuna. Uporabljene predpostavke so ob preračunih in podatkih posebej razložene. Finančni pregled obratovanja univerzitetnega omrežja Metulj sem sestavil iz analize sredstev opreme v obdobju od 1996 do 2001 in analize stroškov obratovanja v istem obdobju. Odločil sem se za spremljanje gibanja posameznih kategorij stroškov po letih in ugotavljanja strukturnih sprememb.

Pomembno je omeniti dejstvo, da so članice tudi same prispevale nekaj sredstev za potrebe delovanja omrežja, vendar tovrstnih podatkov žal nisem mogel upoštevati. Evidence o taki opremi oziroma plačanih storitvah se nahajajo pri članicah samih in mi niso bile dostopne. Članice so v primerih, ko ni bilo na voljo zadostnih sredstev za dokup ali posodobitev - v nekaterih primerih celo popravilo omrežne infrastrukture, tovrstna sredstva prispevale same, saj jim je bila motena uporaba storitev omrežja. Takih primerov ni bilo veliko, vendar nekoliko slabšajo kakovost podatkov, ki sem jih upošteval za izračune. Vseeno so ugotovitve na podlagi primerjave razmerij v posameznih ekonomskih kategorijah merodajne in v širšem smislu dovolj informativne.

Za boljše razumevanje posameznih ugotovitev sem v primerih, kjer je bilo to smiselno, naredil primerjavo med finančnimi podatki za univerzitetno omrežje in Univerzo v Ljubljani, saj je le z informacijo o deležu, ki ga ima omrežje v celoti, to je univerzi, možno sklepati o velikosti posamezne preučevane kategorije.

## **Vrednost opreme univerzitetnega omrežja Metulj**

Vrednost sredstev omrežja oziroma informacijskega sistema, ki ga tvori omrežje Metulj, je možno oceniti s primerjavo letnih vlaganj v projekt, opravljenih v obdobju od začetka zasnove projekta do sedaj, ko je omrežje Metulj v obliki in funkciji, kot jo poznamo.

Za potrebe predstavitve vrednosti sredstev omrežja Metulj sem poimenoval le glavni skupini sredstev, torej komunikacijska oprema in strežniki. Skupino komunikacijska oprema tvori cela vrsta sredstev, kot so stikala, usmerjevalniki, modemi in podobno. Skupina strežniki vsebuje posebne računalnike, ki so po funkciji namenjeni zagotavljanju posebnih storitev omrežja ali dopolnjujejo komunikacijsko opremo v smislu nadzora ter upravljanja omrežja. Razlog za izbiro teh dveh skupin je v tem, da so tipični predstavniki - elementi, ki jo tvorijo, vrednostno tako relativno kot absolutno veliki in pomembni dejavniki ocene vrednosti celotnega omrežja.

Knjigovodsko evidentiranje sredstev omrežja ni ločeno po funkcijskem načelu, ampak bolj po merilu za kakšne potrebe oziroma za koga je bilo sredstvo nabavljeno. Tako je med sredstvi omrežja Metulj mnogo takih, za oceno vrednosti opreme omrežja popolnoma nepomembnih postavk, kot so pohištvo, razna računalniška oprema, ki ni v funkciji delovanja omrežja Metulj, telefonski aparati, potrošni material in podobno. Nujno je bilo treba omenjena sredstva izločiti, kar je v popolnosti skoraj nemogoče, a je bilo opravljeno v zadovoljivem obsegu in v velik večini primerov ne slabša kakovosti obdelanih podatkov.

V fizičnem smislu sistem zaseda malo prostora in stroškov v zvezi s tem ni. Enako velja za pohištvo ali kaka druga sredstva, tako da se nisem spuščal v ocenjevanje teh vrednosti, saj njihova vrednost ni odvisna od vrednosti sobe, v kateri so postavljene posamezne naprave, ali celo pisarniškega pohištva systemskega inženirja.

## **Skupni pregled sredstev omrežja Metulj in primerjava z nekaterimi sredstvi uprave Univerze v Ljubljani**

Nabavne vrednosti po letih nabave so revalorizirane, vrednostno popravljene in tako primerljive s podatki iz bilance stanja uprave Univerze v Ljubljani. Tako je mogoč vpogled v pomen teh sredstev kot na sestavni del strukture sredstev uprave univerze v celoti oziroma njihovo relativno udeležbo pri celotnih sredstvih.

**Tabela 2: Primerjava nekaterih skupnih sredstev uprave univerze v funkciji omrežja Metulj**

Zneski so v 000 SIT

Poz.	Postavka	1996	1997	1998	1999	2000	2001
1	Skupna aktiva	709.244	834.910	851.123	915.182	830.629	998.162
2	Oprema po nab.vr.	212.511	234.935	254.929	303.199	339.556	380.302
3	Popravek vred. opreme	139.575	158.692	185.904	207.039	210.566	249.063
4	Oprema po sedanji vred.	72.936	76.243	69.025	96.160	128.990	131.239
5	Oprema METULJ-a po nab.vr.	41.022	49.220	40.657	78.236	72.631	107.715
6	Popravek vred. opr. METULJ-a	10.256	12.305	10.164	19.559	18.158	26.929
7	Oprema METULJ-a po sed.vr.	30.767	36.915	30.493	58.677	54.474	80.786
8	% METULJ-a v aktivih UL	4,34	4,42	3,58	6,41	6,56	8,09
9	% nab.vr.M. v nab.vr.opreme UL	19,30	20,95	15,95	25,80	21,39	28,32
10	% popr.vr.M v skup.popr.vr. opr.	7,35	7,75	5,47	9,45	8,62	10,81
11	% sed.vr.M. v sed.vr.opreme UL	42,18	48,42	44,18	61,02	42,23	61,56
	Oprema UL / Aktiva	10,28	9,13	8,11	10,51	15,53	13,15

Vir: Bilance stanja Univerze v Ljubljani, 1996 - 2001; Interno gradivo RCU, 1996 - 2001

**Postavke od 1 do 4** so povzete iz bilance stanja za ustrezna leta.

#### **Postavke od 5 do 7**

Osnovni podatki za ta del tabele so pridobljeni od finančno računovodske službe na upravi Univerze v Ljubljani, v obliki pogodb, oziroma prevzemnih potrdil od dobaviteljev in podatkov o letu nabave in nabavne vrednosti posameznih sredstev. Ni bilo mogoče pridobiti podatkov o točni dinamiki dejanskih dobav vseh posameznih elementov opreme, informacij o resničnem času začetka uporabe in času aktiviranja. Enako velja za točnost obračuna amortizacije za posamezna sredstva.

#### **Amortizacija**

Na podlagi omenjenih ugotovitev sem se odločil predpostaviti, da so bila vsa sredstva nabavljena na samem začetku leta, in jih vrednostno popraviti na letni ravni, kot skupinsko vrednost. Strokovna mnenja o življenjski dobi sredstev mrežnega informacijsko-komunikacijskega sistema se nekoliko razlikujejo, prav tako o posameznih elementih, vendar se zdi ocena na 4 leta popolnoma ustrezna. Tako sem se

odločil za odpis po 4 letih po enakomerni časovni metodi, torej po 25-odstotni letni stopnji.

### **Revalorizacija**

Revalorizacijo sem opravil z uporabo revalorizacijskih koeficientov, ki so izračunani na podlagi medletne rasti tečaja EUR (prej ECU) - oprema bila je v celoti uvožena. Koeficienti revalorizacije so izračunani, kot je prikazano v naslednji tabeli.

**Tabela 3: Izračun revalorizacijskih koeficientov**

<b>Dne</b>	<b>Tečaj €</b>	<b>Revalorizacijski koeficient</b>
31.12.1995	161,4538	
31.12.1996	175,4113	1,0864
31.12.1997	186,7334	1,0645
31.12.1998	188,9271	1,0117
31.12.1999	197,3215	1,0444
31.12.2000	211,5062	1,0719
31.12.2001	221,4470	1,0470

Vir: Banka Slovenije, 2003

Na tej osnovi je opravljen izračun sedanjih vrednosti opreme omrežja Metulj po letih. Vrednosti so potem uporabljene za prikaz udeležbe sredstev Metulja v celotnih sredstvih uprave Univerze v Ljubljani.

### **Naložbe sredstev v omrežje Metulj**

Naslednja tabela prikazuje naložbe sredstev v omrežje Metulj po letih. Vrednosti so sestavljene iz večjega števila nabav in seštete za vsako leto posebej. Značilno za leto 1996 je, da so bila v tem letu velika sredstva plačana že v letu 1995 in pomenijo začetno naložbo, upoštevana pa v naslednjem letu, ko je bila oprema aktivirana. Druga leta tvorijo seštevki nabav v posameznem letu, ločeni po skupinah oprema oziroma strežniki. Nihanja so iz leta v leto precejšnja. Gre za periodične nakupe bodisi opreme iz skupine strežniki bodisi zamenjave in posodobitve opreme iz skupine komunikacijska oprema. Komunikacijska oprema se v večini primerov posodablja z

namenom zagotavljanja večje hitrosti prenosa podatkov in zagotavljanja večje varnosti, medtem ko je bila oprema skupine strežniki nabavljena predvsem za zagotavljanje ustrezne ravni storitev. Pri tem je pomembno upoštevati dejstvo, da se oprema skupine strežniki uporablja tudi za nadzor in upravljanje komunikacijske opreme, torej kot dopolnilo k boljšemu delovanju celotnega omrežja.

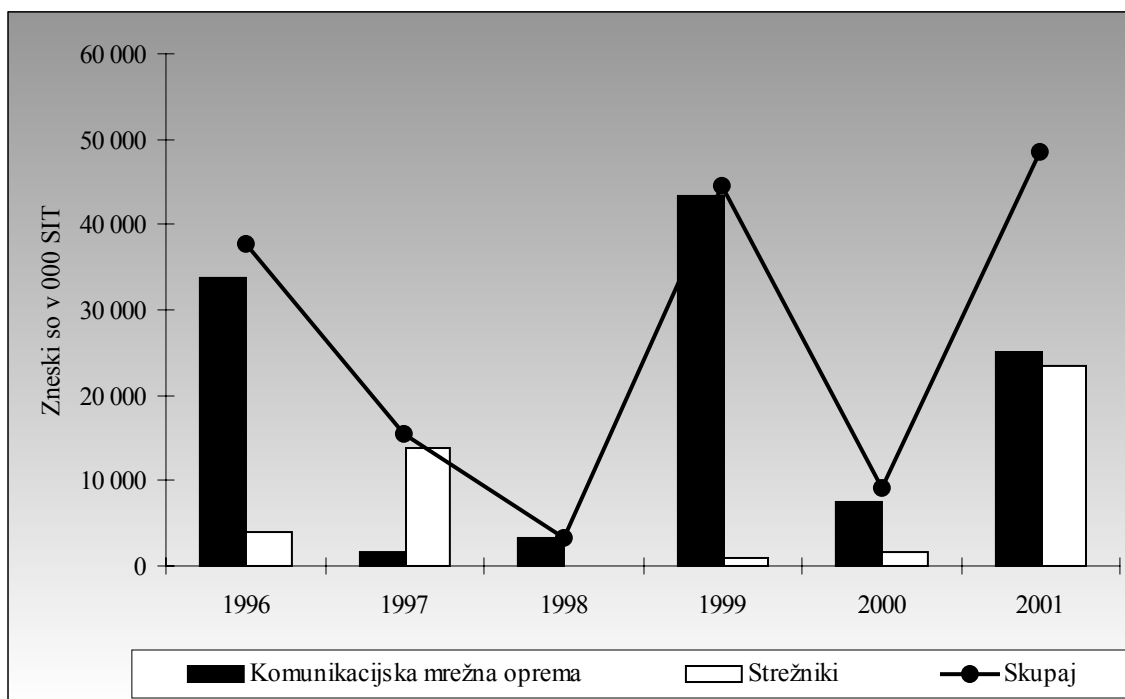
**Tabela 4: Naložbe v omrežje Metulj od 1996 do 2001**

Zneski so v 000 SIT

	1996	1997	1998	1999	2000	2001
<b>Komun. omrežna opr.</b>	33.797	1.735	3.271	43.372	7.512	25.077
<b>Strežniki</b>	3.961	13.733	0	1.043	1.571	23.329
<b>Skupaj - nabav. vredn.</b>	37.758	15.469	3.271	44.415	9.083	48.406

Na tej osnovi sem opravil izračun sedanjih vrednosti sredstev omrežja Metulj po letih, kar je prikazano v naslednji tabeli.

**Slika 1 Graf naložb v omrežje Metulj za obdobje od 1996 do 2001**



**Tabela 5: Izračunane sedanje vrednosti opreme omrežja Metulj**

Vrednosti opreme so v 000 SIT

<b>1 9 9 6</b>	<b>Nab.vr.</b>	<b>Rev.koef.</b>	<b>Rev.nab.vr.</b>	<b>Popr.vr.</b>	<b>Sed. vr.</b>
Komun. mrežna opr.	33.797	1,0864	36.719	9.180	27.539
Strežniki	3.961	1,0864	4.303	1.076	3.228
Skupaj	37.758	1,0864	41.022	10.256	30.767
<b>1 9 9 7</b>	<b>Nab.vr.</b>	<b>Rev.koef.</b>	<b>Rev.nab.vr.</b>	<b>Popr.vr.</b>	<b>Sed. vr.</b>
Komun. mrežna opr.	29.274	1,0645	31.164	7.791	23.373
Strežniki	16.961	1,0645	18.056	4.514	13.542
Skupaj	46.235	1,0645	49.220	12.305	36.915
<b>1 9 9 8</b>	<b>Nab.vr.</b>	<b>Rev.koef.</b>	<b>Rev.nab.vr.</b>	<b>Popr.vr.</b>	<b>Sed. vr.</b>
Komun. mrežna opr.	26.643	1,0117	26.956	6.739	20.217
Strežniki	13.542	1,0117	13.701	3.425	10.276
Skupaj	40.185	1,0117	40.657	10.164	30.493
<b>1 9 9 9</b>	<b>Nab.vr.</b>	<b>Rev.koef.</b>	<b>Rev.nab.vr.</b>	<b>Popr.vr.</b>	<b>Sed. vr.</b>
Komun. mrežna opr.	63.589	1,0444	66.415	16.604	49.811
Strežniki	11.319	1,0444	11.822	2.955	8.866
Skupaj	74.908	1,0444	78.236	19.559	58.677
<b>2 0 0 0</b>	<b>Nab.vr.</b>	<b>Rev.koef.</b>	<b>Rev.nab.vr.</b>	<b>Popr.vr.</b>	<b>Sed. vr.</b>
Komun. mrežna opr.	57.323	1,0719	61.444	15.361	46.083
Strežniki	10.437	1,0719	11.187	2.797	8.390
Skupaj	67.760	1,0719	72.631	18.158	54.474
<b>2 0 0 1</b>	<b>Nab.vr.</b>	<b>Rev.koef.</b>	<b>Rev.nab.vr.</b>	<b>Popr.vr.</b>	<b>Sed. vr.</b>
Komun. mrežna opr.	71.160	1,0470	74.505	18.626	55.878
Strežniki	31.720	1,0470	33.210	8.303	24.908
Skupaj	102.880	1,0470	107.715	26.929	80.786

Popravki vrednosti dajejo informacijo o finančnih sredstvih, potrebnih za nove nakupe za vzdrževanje omrežja na obstoječi ravni.

Oprema je prikazana v dveh skupinah, in takoj je razvidno, da je večji del sredstev namenjen skupini komunikacijska mrežna oprema. To velja za sedanje vrednosti v celotnem obravnavnem obdobju. Razlog je razviden iz topologije omrežja, kjer je očitno velikost in razvejenost omrežja dejavnik, ki v primerjavi s storitvami ter zanje potrebnim številom strežnikov prevlada.

Na podlagi navedenih izračunov in tabel sem se bolj podrobno osredotočil na izračunane podatke v tabeli 6: Primerjava nekaterih skupnih sredstev uprave univerze v funkciji omrežja Metulj.

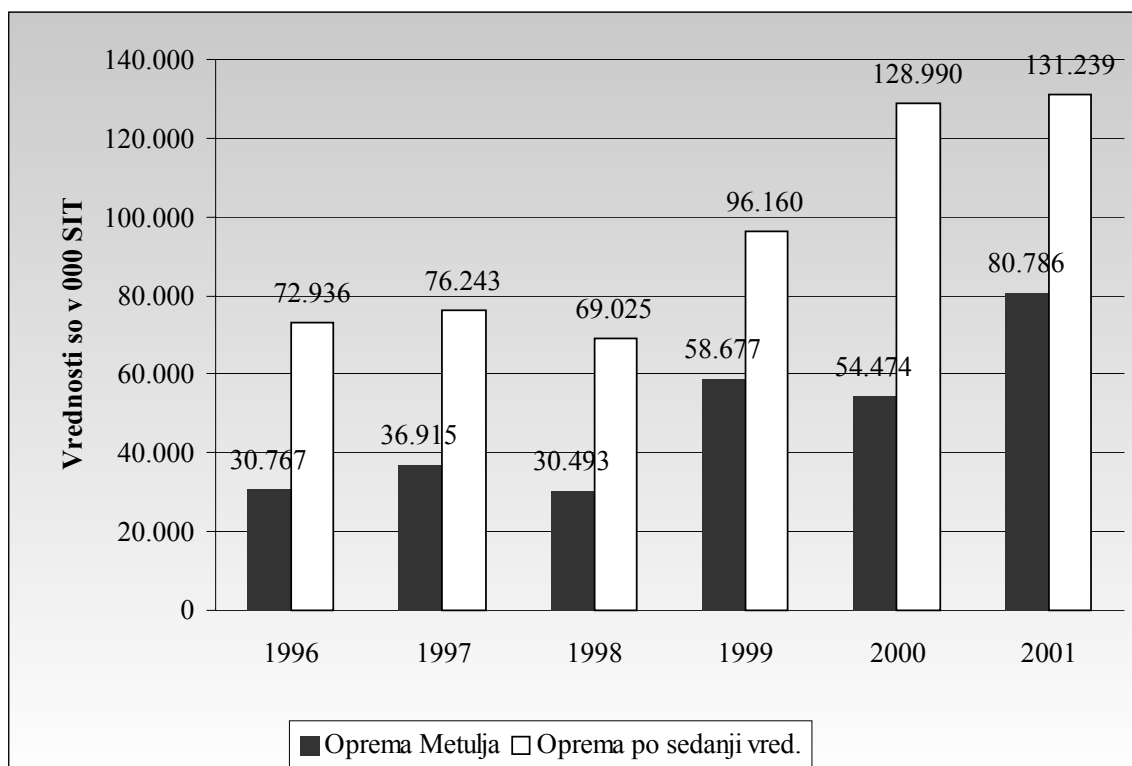


V prvem delu je razvidno, da je oprema po sedanji vrednosti udeležena v skupni aktivni uprave Univerze v Ljubljani v obravnavanem obdobju le z 10 % - 13 %, kar napeljuje na sklep, da je to povečanje rezultat povečanja sredstev, vloženih v omrežje Metulj.

Do enakega sklepa prihajamo na osnovi analize vrstice 8, ki prikazuje udeležbo sredstev omrežja Metulj v celotni aktivni uprave Univerze v Ljubljani. Izkaže se, da se je v obravnavanem obdobju podvojila, vendar je v letu 2001 le 8-odstotna, kar ne bistveno vpliva na celotni obseg sredstev te univerze.

Še najbolj zanimiv je pregled sedanje vrednosti opreme omrežja Metulj v 7. vrstici, saj nam pove, da se je sedanja vrednost opreme v obravnavanem obdobju povečala za 2,6-krat. Istočasno se je bistveno povečala tudi udeležba opreme Metulja v vrednosti opreme uprave univerze - od 42 % v začetnem letu do 62 % v letu 2001. To ugotovitev lepo ponazarja slika 1.

**Slika 2: Primerjava sredstev omrežja Metulj z sredstvi opreme Univerze v Ljubljani**



Povečanje udeležbe vrednosti informacijsko komunikacijske omrežne opreme v vrednosti celotne opreme uprave Univerze v Ljubljani nas ne preseneča. Gre za infrastrukturni storitveni servis, brez katerega si danes ne moremo predstavljati normalnega delovanja katerekoli izobraževalne institucije. Zahteve po bolj zmogljivem omrežju iz leta v leto naraščajo, saj jih zahteva okolje, ki je v tem primeru resnično ves svet. Boljše tehnologije hitro izpodrivajo stare in s tem omogočajo nove storitve. Za uspešno delo morajo biti zagotovljene dobre delovne razmere, kar je v tem primeru ustrezna komunikacijsko-informacijska infrastruktura. Vse več je dejavnosti, ki se opirajo na informacijsko-komunikacijski sistem oziroma so odvisne od kakovosti tega sistema. Vse več razvojnih in raziskovalnih naporov je namenjenih temu področju, in univerza mora slediti svetovnim usmeritvam.

### **5.1 Drugi stroški delovanja omrežja Metulj**

Iz razpoložljivih podatkov se dejanskih stroškov delovanja omrežja Metulj ne da dovolj natančno in zanesljivo razbrati. Na voljo so le v že porazdeljeni obliki, ki je bila opravljena brez jasne utemeljitve ključa delitve. Treba jih je bilo sestaviti ob upoštevanju nekaj predpostavk.

Upošteval sem le nekatere storitve, plače in amortizacijo. Izbrane vrste stroškov so prikazane v naslednji tabeli.

**Tabela 7: Stroški obratovanja omrežja Metulj**

	Zneski so v 000 SIT					
	1996	1997	1998	1999	2000	2001
1 METULJ - storitve - najem vodov	9.021	4.400	17.388	35.135	41.855	30.501
2 METULJ - storitve - vzdrževanje	1.697	2.199	2.389	2.460	2.462	2.783
3 METULJ - storitve - skupaj	10.718	6.599	19.777	37.595	44.317	33.284
4 METULJ - bruto plače - sistem. inženir	1.697	2.199	2.389	2.460	2.462	2.783
5 METULJ - amortizacija	10.256	12.305	10.164	19.559	18.158	26.929
6 METULJ - stroški skupaj	22.671	21.103	32.330	59.614	64.937	62.996

Vir: Finančni podatki finančno računovodske službe Univerze v Ljubljani, 2002

V prvi vrstici je ena najbolj pomembnih kategorij stroškov, povezana z delovanjem omrežja Metulj. **Zakup ali najem podatkovnih vodov** se iz leta v leto relativno veliko spreminja, ob opaznem povečanju rasti za daljše obdobje. Vzroke za taka

nihanja je treba iskati v spremenjeni cenovni politiki, predvsem največjega ponudnika tovrstnih storitev v Sloveniji - Telekomu. Omrežje Metulj se prav tako razvija in posodablja, kar pomeni, da potrebuje vedno hitrejše in kakovostnejše povezave.

Cena za preneseno količino podatkov sicer pada, a so zahteve po hitrosti prenosa vedno večje. Pomembno je upoštevati tudi medorganizacijske dogovore med Univerzo in Telekomom, saj je občasno omrežje Metulj tudi Telekomu rabilo kot preskusno omrežje in so bile temu primerno velike finančne ugodnosti.

Leta 1997, je Telekom povišal cene zakupa oziroma najema od 200 % do 400 %, istega leta pa se je izteklo obdobje preskušanja in s tem povezane cenovne ugodnosti. Za tako povečanje stroškov ni bilo zagotovljenih zadosti sredstev in večji del plačil se je prenesel v leto 1998. Novo nastalo stanje je eden razlogov za uvedbo nove - ATM-tehnologije. Telekom je zagotovil ustrezno opremo, podpisane so bile nove pogodbe za daljše obdobje. Zato je treba to vrsto stroškov upoštevati bolj kot srednje vrednosti daljšega obdobja - vsaj treh let.

Omenil bi še odpravo monopolnega položaja Telekoma in počasno a vztrajno večanje ponudbe tovrstnih storitev s strani drugih ponudnikov kot je podjetje Telemach. Te ugotovitve napeljujejo k sklepu, da se nam v prihodnje obeta nadaljnje padanje cen kot posledica sil trga proste konkurence. Vseeno ni pričakovati nenadnih in hitrih znižanj cen, saj ima Telekom zaenkrat močno privilegiran položaj, ki je vsaj za nekaj časa zagotovljen z že obstoječo infrastrukturo v lasti tega podjetja. Drugim ponudnikom je sedaj na voljo ponudba alternativnih dostopov oziroma klasičnih na področjih, kjer Telekom še nima zgrajenega lastnega omrežja. V primeru univerzitetnega omrežja, katerega članice potrebujejo dostop do hrbetničnega omrežja in se povečini nahajajo v urbanih naseljih, bo Telekom še nekaj časa glavni ponudnik brez vidnejše omembe vredne konkurence.

**Storitve - vzdrževanje** je prikazano v drugi vrstici. Stroški prav tako zelo nihajo, vendar nimajo tako velikega obsega. Analiza podatkov za leto 2001 je pokazala, da jih lahko ocenim v višini ene letne plače systemskega inženirja in tako obračunam v celotnem obravnavanem obdobju. Podatkov o stroških, nastalih v zvezi z izobraževanjem zaposlenih, ni oziroma jih ni bilo možno ločiti od tistih, ki zadevajo izobraževanje neposredno za potrebe delovanja univerzitetnega omrežja. Na podlagi mnenja zaposlenih v računalniškem centru Univerze v Ljubljani je udeležba na enem ali dveh seminarjih oziroma delavnicah na leto dovolj, ob upoštevanju delovnih razmer in možnosti samoizobraževanja na delovnem mestu. Tako so tudi ti stroški vključeni v postavko storitve - vzdrževanje.

**Amortizacija** v peti vrstici je obdelana v predhodnih poglavjih in ugotovitve bom potrdil ob krajšem pregledu amortizacije iz računovodskih podatkov za Upravo univerze kot celote. Vsekakor pomenijo izračunani letni zneski popravkov vrednosti sredstva, ki jih je treba predvideti za dodatne naložbe.

V šesti vrstici so sešteti **skupni stroški** in prikazujejo razmeroma enakomerno rast iz leta v leto. Bolj zanimiva je primerjava teh stroškov z izbranimi vrstami stroškov uprave univerze kot celote.

### **Nekaj kategorij odhodkov uprave Univerze v Ljubljani**

Izbrane vrednosti sem prikazal v naslednji tabeli z namenom prikazati odmike, ki izhajajo iz različnosti potreb po informacijah pridobitne in nepridobitne organizacije.

**Tabela 8: Uprava Univerze v Ljubljani: celotni odhodki, plače in storitve**

	Zneski so v 000 SIT					
	1996	1997	1998	1999	2000	2001
1 UL - Celotni odhodki	313.782	358.959	389.631	470.027	513.722	679.589
2 UL - Bruto plače	128.608	154.225	164.006	185.078	231.928	270.208
3 UL - Storitve	112.678	105.967	133.981	182.855	190.397	295.549
4 UL - Amortizacija	6.926	317	4.207	4.991	826	1.074

Vir: Računovodski izkazi uprave Univerze v Ljubljani, 1996-2001

**Celotni odhodki** so glede na proračunsko financiranje popolnoma merodajna kategorija. Prihodki morajo pokriti izdatke vsaj v normalnih razmerah, in tako se tudi dogaja.

**Bruto plače** so podatek, ki je tudi popolnoma jasen in je najpomembnejši del celotnih stroškov. Plače so enake v vseh tovrstnih institucijah in neposrednega vpliva na delovanje omrežja Metulj nimajo.

**Storitve** so po drugi strani zelo obširna kategorija in vsebujejo tudi velik del stroškov, ki nastanejo z obratovanjem omrežja Metulj. Podatki po letih spremljajo nihanja stroškov omrežja Metulj, kar potrjuje predhodno trditev.

**Amortizacijo** uprave univerze kot celote sem prikazal z namenom potrditi domnevo o nujnosti "tržnega" preračuna za potrebe analize stroškov obratovanja omrežja Metulj. Uprava jo namreč obračunava precej drugače, kar je razvidno iz primerjave podatkov za amortizacijo omrežja Metulj in amortizacijo uprave univerze kot celote. Razlike nastajajo predvsem zaradi upoštevanja drugačne amortizacijske stopnje, saj sredstva univerzitetnega omrežja Metulj niso dosledno ločena in imajo v knjigovodskih evidencah v veliki večini primerov bistveno daljšo ocenjeno življenjsko dobo.

### **Pregled deležev skupnih stroškov obratovanja omrežja Metulj v celotnih stroških Univerze v Ljubljani**

**Tabela 9: Delež skupnih stroškov omrežja Metulj v celotnih stroških Univerze v Ljubljani**

	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Delež skupnih stroškov Metulja v cel. str. UL (%)	7,22	5,88	8,3	12,68	12,64	9,27

Delež stroškov omrežja Metulj se giblje med 6 in dobrih 12 odstotki. Vrednosti so podlaga za sprotno zagotavljanje sredstev. Sklepam lahko, da bo delež v prihodnje rahlo naraščal. Ni zaznati močne smeri, vendar drži, da stroški v javnem sektorju naraščajo, uporaba omrežja in omrežnih storitev pa prav tako. Tehnologija za isto ceno ponuja več, zahteve bodo vedno večje in cena storitev v razvitem svetu narašča.

## 6 SKLEP

Sodoben način življenja, ki vztrajno sili k vedno večji učinkovitosti zahteva kar se da optimalno izrabo razpoložljivega časa in s tem neizogibno uporabo sodobnih tehnologij.

Omrežje omogoča premagovanje velikanskih razdalj. Podatek je na voljo v milisekundah. Množica podatkov je vse večja, vse bolj nepregledna in potrebe po čim boljši organizaciji terjajo vse več sredstev ter energije.

Uporaba omrežnih storitev postaja vsakodnevno opravilo. Zlitje slike, zvoka, pisanega sporočila, je nezadržno. Povezovanje некоč nezdržljivih tehnologij je očitno vse bolj nujno: brezžična telefonija, uporaba interneta, elektronsko plačevanje, cela vrsta storitev video nadzora, video konference. Ob koncu leta 2002 v ZDA imelo 169 milijonov prebivalcev dostopalo do interneta. Število ljudi, ki imajo dostop do interneta po svetu, je naraslo na 580 milijonov, kar je še vedno malo glede na celotno svetovno populacijo. Tako sestavljajo Američani 29 odstotkov svetovne internetne populacije, Evropejci pa 23 odstotkov. Po podatkih IDC (Informacijsko dokumentacijski center) bo v letu 2003 število uporabnikov v Srednji in Vzhodni Evropi, ki bodo imeli dostop do Interneta vsaj enkrat mesečno, doseglo 17 odstotkov. Podatki kažejo, da uporaba Interneta stalno narašča, posebej pa se odlikujeta Slovenija in Estonija, kjer je internetna penetracija primerljiva s tisto v Zahodni Evropi. Število vseh internetnih povezav bo v 2003 naraslo na 5,6 milijona, delež telefonskega dostopa pa bo 85-odstoten.

Danes je za sodobno delovanje omrežja potrebna ustrezna infrastruktura, sestavljena iz ustrezne opreme in dovolj hitrih povezav. Hrbtenične povezave so v največji meri optična vlakna, vse več pa se uporabljajo brezžične tehnologije za prenos podatkov v lokalnih omrežjih. Kmalu bo nepomembno, katera tehnologija in katera naprava se uporablja za opravljanje določene storitve. Storitve je vedno več, mnoge se pojavijo a jih izpodrinejo nove, boljše, cenejše, bolj splošno sprejete.

Napovedi strokovnjakov o prihodnosti uporabe omrežnih storitev se zelo razlikujejo, vendar za vse velja, da so v velikanskem porastu tako po številu uporabnikov kot po številu storitev.

Univerza v Ljubljani ima v lastnem, obstoječem omrežju še veliko neizkoriščenih možnosti uporabe. Cela vrsta storitev je še na voljo. Izobraževanje na daljavo in

množica administrativnih opravil tako delavcev univerze, kot študentov je možno pospešiti, poenostaviti in poceniti z izrabo internetnih tehnologij. Videokonferenčni sistemi, ki omogočajo aktivno in pasivno sodelovanje na predavanjih ter drugih javnih predstavitev bi v veliki meri zmanjšali časovno in prostorsko stisko današnje univerze. Pri tem je bolj problematična organizacijska izvedba in priskrba zadostnih finančnih sredstev od implementacije v svetu že obstoječih tehnologij.

Nihče si ne želi komunikacijske osamitve. Zgodovina je pokazala, da ta vodi v gotovo nazadovanje z dolgoročnimi ekonomskimi, civilizacijskimi in kulturnimi posledicami. Škoda je ogromna in navadno se je ne da ugotoviti. Ugotavljanje smiselnosti uporabe sodobnega informacijsko komunikacijskega sistema je zato nesmiselno.

Omrežje je treba razumeti kot živ organizem, ki potrebuje načrtovanje, vzdrževanje, posodabljanje in nadzor v vsakem trenutku svojega delovanja. Univerza v Ljubljani mora slediti svetovnim telekomunikacijskim usmeritvam in tako zagotoviti študentom in zaposlenim času primerne delovne možnosti oziroma pogojev za delo.

Na koncu lahko povzamem, da je omrežje Univerze v Ljubljani koristen in nujen informacijsko-komunikacijski sistem, ki ima še veliko neizkoriščenih možnosti. Stroški delovanja univerzitetnega omrežja niso visoki v primerjavi s celotnimi stroški delovanja uprave Univerze v Ljubljani. Ker je univerza nepridobitna organizacija, so tudi merila za ocenjevanje drugačna, kot bi bila v primeru, da gre za pridobitno organizacijo. Največ težav nastaja na organizacijsko-izvedbeni strani, zaradi neustreznega obsega in časovne dinamike sredstev, ki so na voljo. Tako nastanejo veliki odmiki med načrtovanim in uresničemin, vendar to predstavlja novo področje preučevanja.

## **Slovarček**

ATM (angleško Asynchronous Transfer Mode) - asinhron način prenosa.

DNS (angleško Domain Name Server) - Imenski strežnik.

Ethernet - komercialni tip lokalnega omrežja.

FDDI (angleško Fibre Distributed Data Interface) - optičen porazdeljen podatkovni vmesnik

FTP (angleško File Transfer Protocol - aplikacijski protokol arhitekture TCP/IP, ki omogoča dostop do oddaljenega datotečnega strežnika.

LAN (angleško Local Area Network) - krajevno (lokalno) omrežje.

MAN (angleško Metropolitan Area Network) - mestno omrežje

Modem - naprava, ki pretvarja podatke iz digitalne v analogno obliko in obratno.

WAN (angleško Wide Area Network) - omrežje kakršne koli oblike, ki pokriva večje razdalje (med mesti, državami...).

## **Literatura**

1. Eugene Blanchard: Introduction to Networking: and Data Communications. (URL: [http://www.thelinuxreview.com/howto/intro\\_to\\_networking/c417.htm](http://www.thelinuxreview.com/howto/intro_to_networking/c417.htm)), november 2003.
2. Švagelj Tomaž: Komunikacijsko-informacijske storitve in dostop do strežnikov, ki jih imajo članice : Univerza v Ljubljani ima novo računalniško omrežje. Časopis Delo, Ljubljana, 14. 02. 1996, 35, str.10.
3. Vidmar Tone: Informacijsko-komunikacijski sistem. Ljubljana: Pasadena, 2002. 841 str.
4. Vidmar Tone: Računalniška omrežja in storitve. Ljubljana: Atlantis, 1997. 415 str.



## Viri

1. Angleško-slovenski računalniški slovar Instituta Jožef Stefan.  
[URL: <http://www.ijs.si/cgi-bin/rac-slovar>], februar 2003.
2. Banka Slovenije  
[URL: [http://www.bsi.si/html/financni\\_podatki/arhiv](http://www.bsi.si/html/financni_podatki/arhiv)], december 2002
3. History of Networking.  
[URL: [http://www.hsdataline.co.uk/history\\_of\\_networking.htm](http://www.hsdataline.co.uk/history_of_networking.htm)], november 2002.
4. Interno gradivo Računalniškega centra Univerze v Ljubljani, 1996.
5. Interno gradivo Računalniškega centra Univerze v Ljubljani, 1997.
6. Kaj dela ARNES in kako je financiran. [URL: <http://www.arnes.si/arnes1.htm>], januar 2003.
7. Microsoft v projektu Intertet2.  
[URL: <http://www.microsoft.com/slovenija/javnost/arhiv/maj99/pr6702.htm>], december 2002.
8. Networking Tutorial.  
[URL: [http://www.techiwarehouse.com/Network/Networking\\_Tutorial.html](http://www.techiwarehouse.com/Network/Networking_Tutorial.html)], november 2002.
9. Terminološka podatkovna baza Mednarodne zveze za telekomunikacije (ITU).  
[URL: <http://www.itu.int/ITU-Databases/Termite/>], februar 2003.
10. Terminološki slovar informatike.  
[URL: <http://www.ef.uni-lj.si/terminoloskislovar/index.asp>], februar 2003.
11. The only online dictionary and search engine you need for computer and Internet technology. [URL <http://www.webopedia.com/>], februar 2003.
12. Univerzitetno omrežje Metulj. [URL : <http://www.irs-rcu.uni-lj.si/METULJ/>], november 2002.
13. Računovodski izkazi uprave Univerze v Ljubljani, 1996-2001
14. Statut Univerze v Ljubljani (Uradni list RS, št. 64/01).