

Mr. Antun Brumnić

UDK: 681.324

Prethodno saopćenje

Fakultet organizacije i informatike

V a r a Ź d i n

## RAZVOJ I PRIMJENA RAČUNARSKIH KOMUNIKACIJA NA SVEUČILIŠTU U ZAGREBU

---

*U radu se identificiraju razine korištenja računarske opreme na sveučilištu i njene temeljne funkcije, te tip opreme koja može ostvariti tražene funkcije. Ukazuje se na potrebu stvaranja računarske mreže sveučilišta, identificira se njena uloga i funkcije. Predlaže se slojevit model (po hijerarhijskim razinama) povezivanja opreme i način ostvarenja mreže. Posebno se prikazuje stanje na Sveučilištu u Zagrebu, ali analiza i prijedlozi dani za ovaj specifičan primjer primjenljivi su općenito.*

*Informatizacija; sveučilište; računarske mreže.*

---

### 1. O STANJU I RAZVOJU RAČUNARSKIH KOMUNIKACIJA NA SVEUČILIŠTU U ZAGREBU

Temeljna značajka suvremenih postindustrijskih društava je korištenje računarske opreme povezane telekomunikacijskim mrežama. Uloga telekomunikacija posebno je porasla s prodiranjem računarske opreme u sva područja ljudskih djelatnosti. Danas su telekomunikacije ono što su jučer bile prometnice: sredstvo povezivanja.

Računarske komunikacije omogućuju integraciju prostorno udaljenih dijelova u jedinstvenu cjelinu. Brojne mreže računala povezuju računala i terminale, i omogućuju djelotvornije i uspješnije korištenje njihovih resursa, te brz pristup do velikog broja kvalitetnih informacija.

Za razvoj računarskih komunikacija posebnu zaslugu imaju sveučilišta koja su bila među prvim realizatorima i korisnicima mreža računala. Jedna od prvih velikih mreža računala ostvarena je na sveučilištima SAD (mreža ARPA), a rezultati istraživanja pri

njenom razvoju, ostvarenju i upotrebi bitno su utjecali na pravac razvoja računarskih komunikacija u svijetu.

Računarske komunikacije u Jugoslaviji nisu razvijene. U ovom području Jugoslavija je u velikom zaostatku za razvijenim svijetom (2), o čemu svjedoči veći broj pokazatelja, npr. odnos broja instaliranih terminala i broja zaposlenih radnika (koji je na razini broja koji je bio u razvijenom svijetu prije više od 10 godina), te kapacitet javne paketske mreže JUPAK koji je za red veličine manji od kapaciteta takvih mreža u razvijenim zemljama iste veličine i njegova (ne)iskorištenost (nekoliko godina iza početka rada mreže još uvijek nije iskorišteno oko 50% priključaka).

Stanje razvoja ovog područja u društvu, a pogotovo na Sveučilištu, vrlo je loše, što može imati teške posljedice za privredni razvoj društva, čemu se još uvijek ne pridaje dovoljno pažnje. Situacija je utoliko teža što je Sveučilište - koje bi trebalo biti promotor ovog razvoja u društvu (putem znanstveno-istraživačkog rada i obrazovanja stručnjaka) zbog neadekvatnog statusa u društvu - na repu događaja: stanje na Sveučilištu je gore od stanja u društvu; na Sveučilištu gotovo da ne postoje mreže.

Treba naglasiti da je stanje prije dvadesetak godina bilo relativno povoljnije nego sada. U to vrijeme ostvareno je u Institutu Ruder Bošković povezivanje dva raznorodna računala, što je bio pionirski pothvat. Mreža terminala Sveučilišnog računskog centra bila je u vrijeme uspostavljanja na razini suvremenosti tog razdoblja.

## 2. TEMELJNE FUNKCIJE RAČUNARSKE OPREME NA SVEUČILIŠTU

Pri razmatranju "informatizacije" Sveučilišta treba se osim razvoju informacijskog sistema i njegovih brojnih podsistema posvetiti pažnja i drugim važnim funkcijama računarske opreme u akademskoj sredini. Osim

- a) podrške informacijskom sistemu računarska oprema se u značajnoj mjeri treba koristiti u nastavi za:
- b) "informatičko opismenjivanje" i
- c) obrazovanje za korištenje računala kao alata u struci,
- d) obrazovanje korištenjem računala (CAE - Computer Aided Education), te kao:
- e) sredstvo u znanstveno-istraživačkom radu.

(Uloga računarske opreme u obradi administrativnih i sličnih podataka može se smatrati obuhvaćenom kroz funkciju podrške informacijskom sistemu.)

Za ostvarenje navedenih funkcija u nekoj visokoškolskoj ustanovi koristit će se u pravilu oprema raznih tipova i raznih proizvođača, što može bitno smanjiti međusobnu

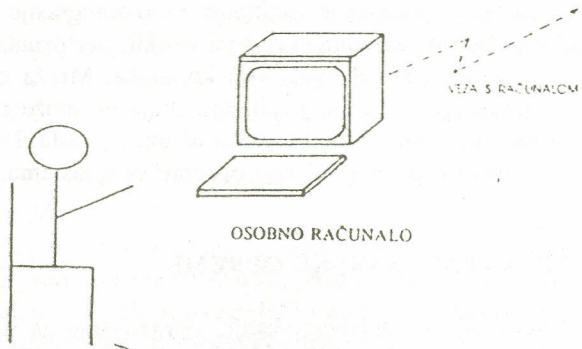
spojivost opreme. Povezivanje opreme unutar manjih cjelina (npr. zavoda, laboratorija, odjela), većih (fakulteta ili drugih institucija) ili velikih cjelina (Sveučilište) nužan je uvjet njenog uspješnog i djelotvornog korištenja. Ono omogućuje da se uz relativno nisku cijenu dobiju na raspolaganje zajednički resursi visokih performansi, čija je cijena previsoka da bi ih koristio samo jedan ili mali broj korisnika. Mreža omogućuje i korištenje "tude" opreme za rješavanje složenih problema koje ne može riješiti vlastita oprema. Na taj način korisnik može postići znatno veće učinke u radu. Pritom on svu opremu, lokalnu i udaljenu, u pravilu "doživljava" kao opremu svog sistema.

### 3. TIPOVI RAČUNARSKE OPREME

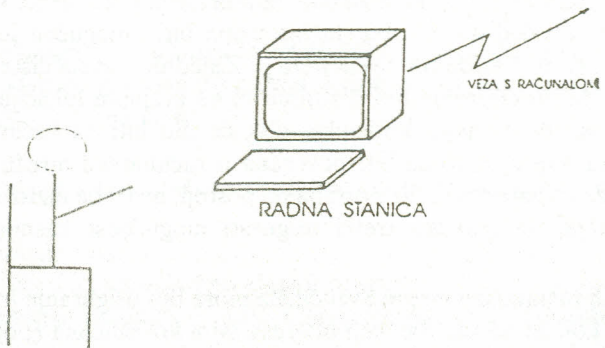
Za "informatičko" opismenjavanje, obrazovanje za upotrebu računala u struci te ostvarenje dijela informacijskog sistema može se koristiti oprema manje procesne moći: mikro računala, posebno osobna računala, i mini računala. Ova oprema je prikladna i za znanstveno-istraživački rad i u nekim institucijama će u potpunosti zadovoljiti potrebe znanstvenika-istraživača. U nekim ustanovama znanstveno-istraživački rad zahtijevat će veliku procesnu moć, i tu će se koristiti velika računala (mainframes) i super računala (super computers). Može se javiti i potreba za posebnim funkcijama koje ne obavljaju računala opće namjene, i tada će se koristiti računala posebne namjene. Oprema općih karakteristika i manje procesne moći u pravilu će se instalirati u institucijama koje će je koristiti. Oprema velike procesne moći i posebnih karakteristika može biti instalirana u institucijama koje će biti posebno zainteresirane za njeno korištenje, ili u institucijama na razini Sveučilišta. U oba slučaja treba biti omogućen jednostavan pristup do takve opreme svim članicama Sveučilišta i Zajednice sveučilišta. Proizlazi da će velik dio opreme za procesiranje biti distribuiran na krajnjim lokacijama korištenja, dio na maloj udaljenosti od krajnjih korisnika, dok će dio biti na većim udaljenostima od krajnjih korisnika. Oprema treba biti povezana u računarsku mrežu (odnosno mreže) gdje god postoji za to potreba. Gdje potreba ne postoji, ne treba inzistirati na umreženju u trenutku instaliranja, no svakako treba osigurati mogućnost kasnijeg uključenja u sveučilišnu mrežu.

Cilj računarske mreže Sveučilišta mora biti osiguranje jednostavnog pristupa do svih resursa koji su od zajedničkog interesa svim korisnicima (pojedincima i organizacijama).

sl.1



a) Samostojno osobno računalo ili osobno računalo povezano s drugim računarskim resursima



b) Terminal povezan s računalom

Slika 1. Razina pojedinca

Funkcije računarskih komunikacija jesu:

- a) integracija distribuiranih sistema u cjelinu,
- b) povećanje kvalitete komunikacija između ljudi (humanih komunikacija),
- c) brz pristup do informacija u vlastitom informacijskom sistemu ili u javnim informacijskim servisima,
- d) zajedničko korištenje računarskih resursa.

Pretpostavka za ostvarenje računarskih komunikacija je povezanost računarske opreme u mreže. Sveučilišna računarska mreža služila bi ostvarenju svih navedenih funkcija.

#### 4. RAZINE POVEZIVANJA RAČUNARSKE OPREME

Potreba za korištenjem računarske opreme na Sveučilištu postoji u svim organizacijskim dijelovima i na svim hijerarhijskim razinama.

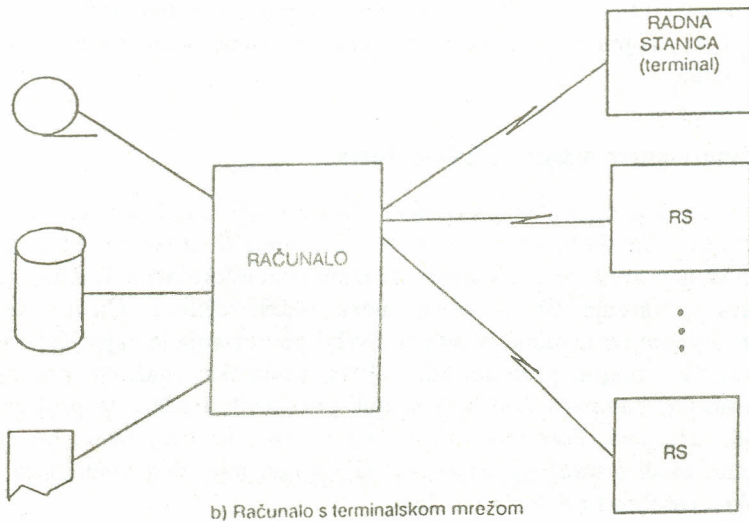
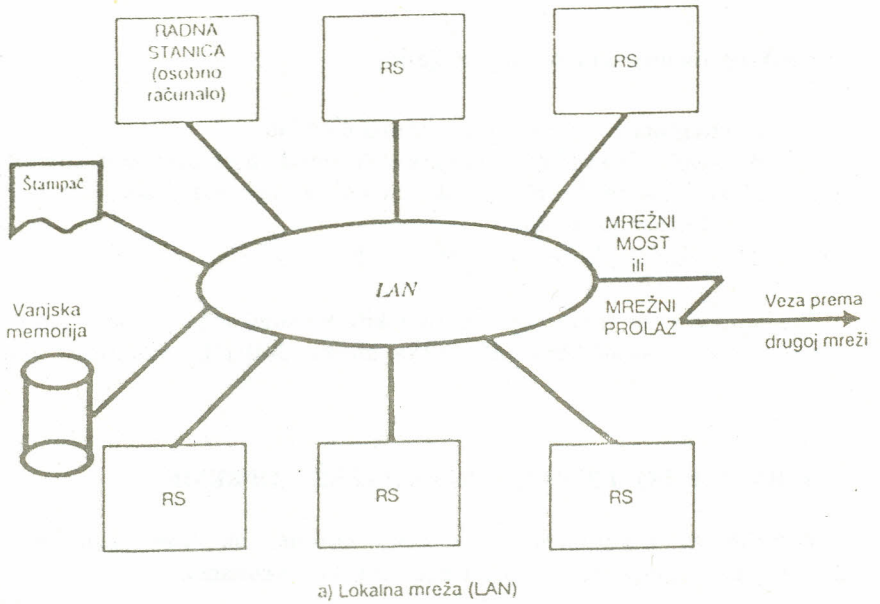
##### 4.1 Razina pojedinca

Najniža razina je razina pojedinca: studenta, nastavnika, istraživača, administratora, dekana, rektora, ... Ona se oprema vlastitim sistemom (osobno računalo) (sl. 1a) ili terminalom (sl. 1b) kojim se pristupa potrebnim resursima. Kao terminal može poslužiti i osobno računalo.

##### 4.2 Razina manjeg organizacijskog dijela

Na razini manjeg organizacijskog dijela (laboratorij, odjel, zavod, ...) ostvaruju se zajednički interesi skupom funkcija. Funkcije ostvaruje više organiziranih pojedinaca, pa između njih postoji potreba za međusobnom razmjenom informacija. Računarska oprema, koja podržava ostvarenje tih funkcija, mora tvoriti cjelinu. Cjelina se ostvaruje povezivanjem opreme na manjem prostoru. Svrha povezivanja je zajedničko i uspješnije korištenje resursa: skupih programskih paketa, podataka, snažnijih procesora, većih eksternih memorija, štampača ili drugih skupih perifernih uređaja, te prolaza (gateway) prema drugim mrežama. Potrebna računarska oprema na ovoj razini bit će računalo manje procesne moći s mrežom terminala na radnim mjestima pojedinaca (sl. 2b) ili povezana mikro (osobna) računala (sl. 2a).

sl. 2



Sl. 2. Razina manjeg organizacijskog dijela

Medusobno povezivanje mikroračunala u pravilu se ostvaruje lokalnom mrežom, koja osim radnih stanica može imati i druge, zajedničke resurse (zajedničku bazu informacija ili programa, zajedničke uređaje: štampače, memorije, ...).

#### 4.3 Razina većeg organizacijskog dijela

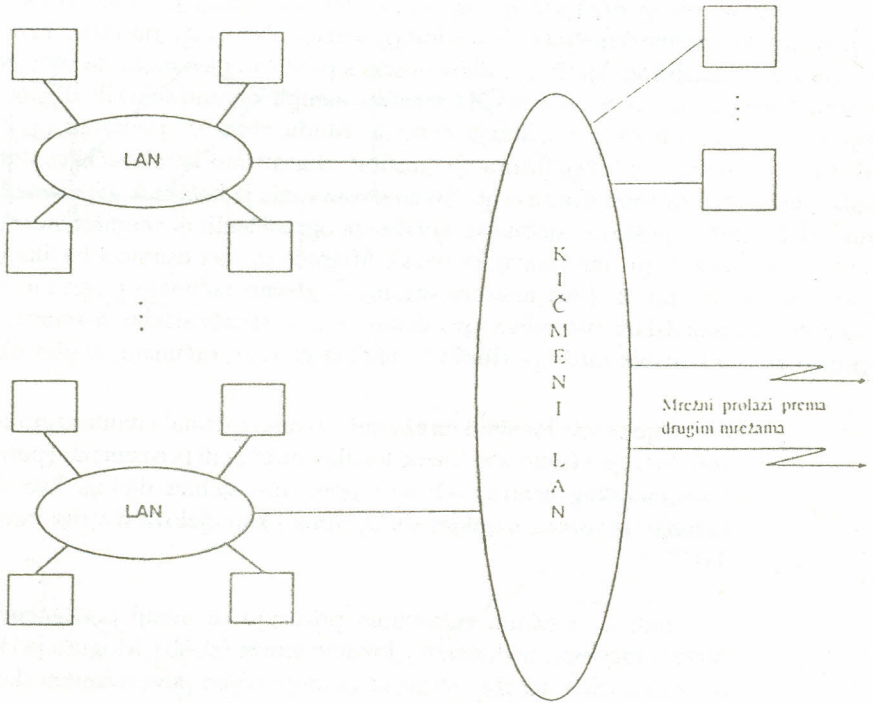
Na razini većeg organizacijskog dijela (fakultet, institut, NSB, rektorat, ili veće organizacijske cjeline fakulteta ili instituta) postoje iste vrste potreba, kao i na razini manjeg organizacijskog dijela, ali njihov opseg, a ponekad i kvaliteta, su veći. Na toj razini postoji potreba razmjene informacija između manjih organizacijskih dijelova i između pojedinaca, i zajedničkog korištenja resursa. Medusobno se povezuje oprema jednog fakulteta, akademije ili druge institucije (institut, znanstveno-istraživački centar, Rektorat, NSB), ili veće cjeline neke institucije. Svrha povezivanja je komunikacija između korisnika (npr. elektronička pošta) i zajedničko korištenje ograničenih ili skupih resursa, ili resursa koji su zajednički (npr. informacijska baza). Moguća su dva osnovna načina realizacije - povezane lokalne mreže (distribuirani sistem) ili glavno računalo povezano s lokalnim i udaljenim terminalskim sistemima (pri čemu se pod terminalskim sistemom smatra sva oprema kojom korisnik može pristupiti resursima glavnog računala, ili glavnih računala):

- a) Povezuje se više lokalnih mreža mikro i mini računala unutar zgrade ili skupine zgrada trajno (putem kičmene lokalne mreže) ili privremeno (putem lokalnog komutacijskog centra). Ovakva povezana cjelina djeluje kao distribuirani računarski sistem, u nekim slučajevima i kao cjelovit distribuirani sistem (sl. 3a).
- b) S relativno moćnim računalom povezuju se manji podsistemi: terminali, osobna računala, mali sistemi, lokalne mreže (sl. 3b). Moguća je i kombinacija ova dva načina: mreža ostvarena ravnopravnim povezivanjem skupa lokalnih mreža s jednim ili više većih računala koja imaju vlastite terminalske mreže (sl. 3c).

#### 4.4 Razina Sveučilišta

Na razini Sveučilišta postojat će zajednička oprema koju će koristiti svi fakulteti. Upravljanje njima i briga oko održavanja može biti povjerena specijaliziranim institucijama na razini Sveučilišta (npr. SRCE) ili pojedinom fakultetu koji će najviše koristiti taj resurs.

sl.3a

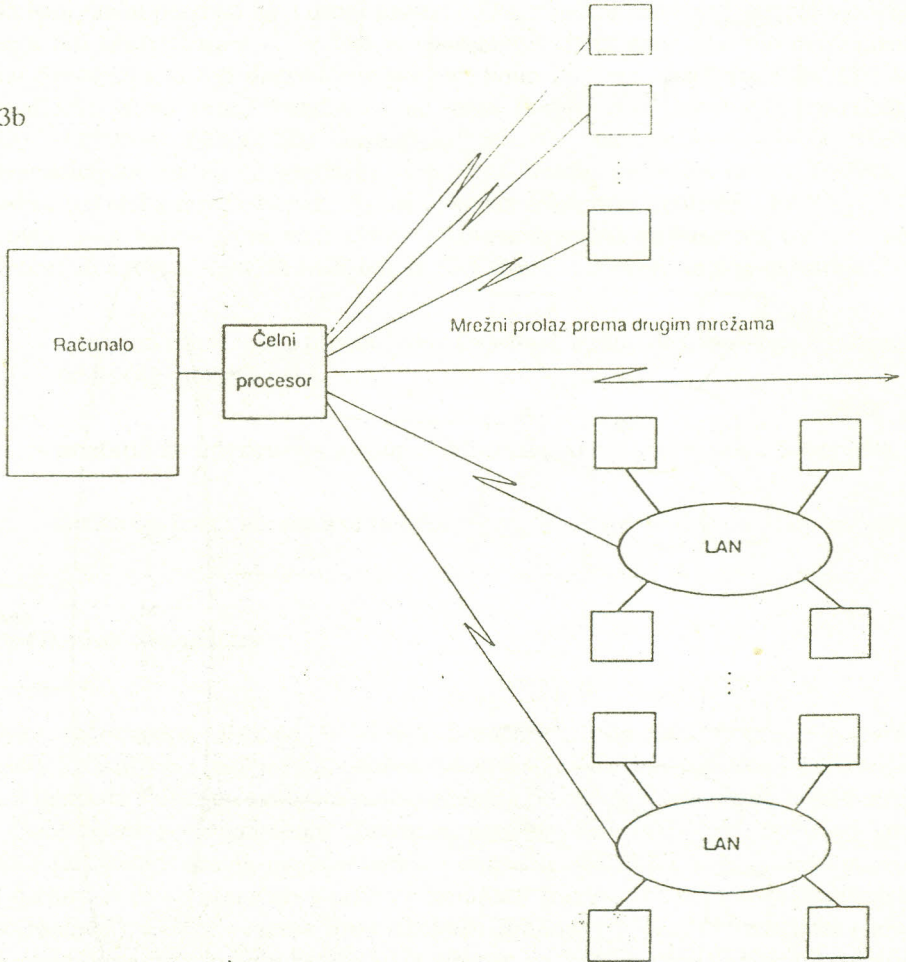


Sl. 3a) Lokalne mreže povezane u distribuirani računarski sistem

(Razina većeg organizacijskog dijela)

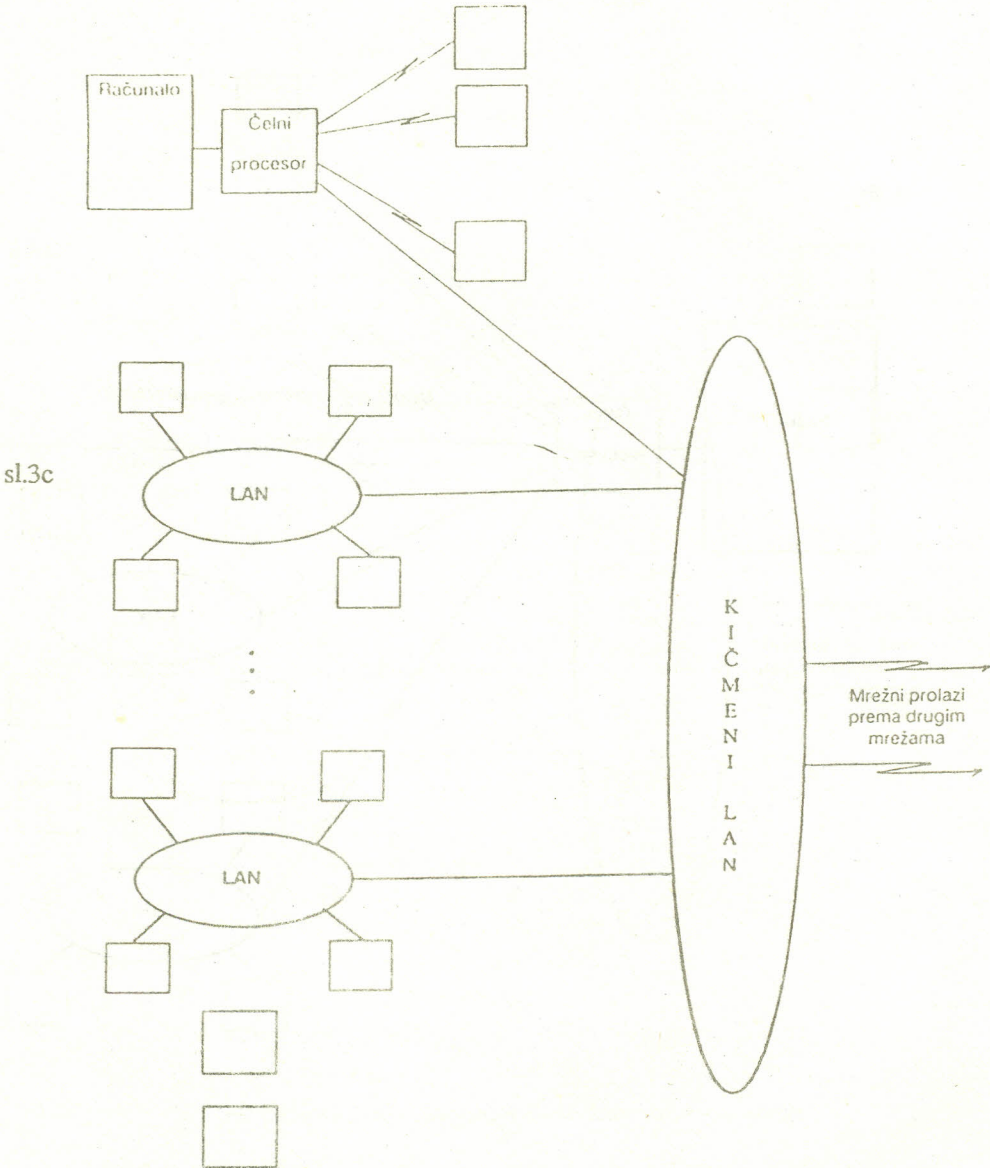


sl.3b



S1. 3.b) Centralno računalo s mrežom terminala i lokalnih mreža

(Razina većeg organizacijskog dijela)



Sl. 3. c) Povezane mreže: veće računalo s mrežom terminala i lokalne mreže

(Razina većeg organizacijskog dijela)

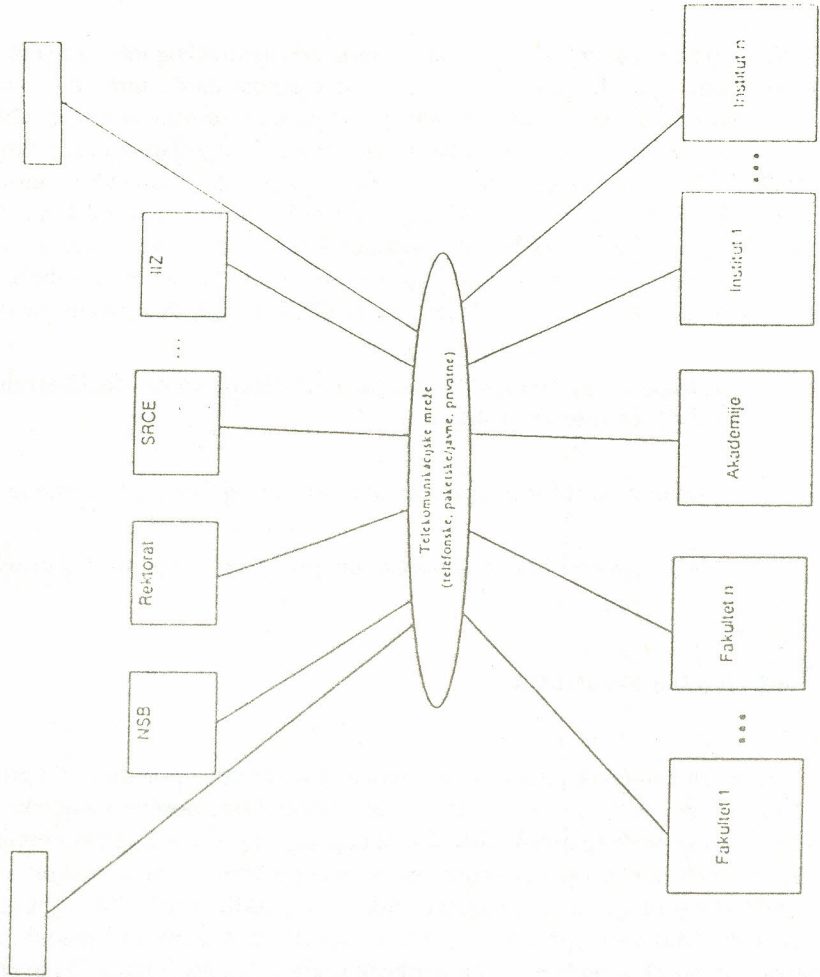
Na istoj razini postojat će i drugi resursi od zajedničkog interesa (npr. informacije). Oni mogu biti centralizirani, no velika je vjerojatnost da će samo dio biti centraliziran na razini Sveučilišta, a dio distribuiran po pojedinim institucijama Sveučilišta. Dio koji bude centraliziran na razini Sveučilišta, ne mora (i vjerojatno neće) biti centraliziran lokacijski. Oprema treba biti povezana, što će omogućiti javne i vlastite telekomunikacijske mreže (komutirana telefonska mreža, paketska mreža JUPAK ili istraživačka paketska mreža N-pak, digitalne kućne telefonske centrale - PABX, ...) (sl. 4). Na ovoj razini povezuju se veće cjeline (njihova oprema) međusobno, (npr. fakultet s fakultetom, ili s rektoratom, ili NSB-om, ili SRCE-m ,...)). Povezivanje se ostvaruje zbog:

- razmjene informacija (dostavljanje izvještaja, uputa, distribuiranje informacija od općeg interesa i sl.),
- pristupa do informacija u raznim informacijskim podsistemima Sveučilišta,
- korištenja posebnih resursa (moćni procesori, skupi uređaji posebne namjene).

#### 4.5 Okolina Sveučilišta

Osim računarskih sistema u okviru Sveučilišta, pojedinci i grupe (posebno istraživači) koristit će i sisteme iz okoline Sveučilišta, posebno svjetske informacijske servise. S njima će se spajati koristeći svoju opremu i postojeće telekomunikacijske mreže (sl. 4). Povezivanje s računarskom opremom, posebno informacijskim servisima izvan Sveučilišta (institucije drugih jugoslavenskih i svjetskih sveučilišta, svjetski informacijski servisi) ostvarivat će se pretežno s razina pojedinaca (razina 1) i manjih organizacijskih dijelova (razina 2), a rjeđe s razina visokoškolskih ustanova (razina 3) i Sveučilišta (razina 4). Ono će se ostvariti u pravilu korištenjem opreme navedenih razina i javnih i privatnih telekomunikacijskih mreža.

slika 4



Druge sveučilišta, javni i privatni informacijski servisi

Zajedničke institucije Sveučilišta  
Rektorat, NSB, SRCE, iIZ

Posebne institucije Sveučilišta:  
fakulteti, akademije, instituti

Sl. 4. Mreža računarske opreme Sveučilišta  
(Razina Sveučilišta i veze prema okolini)

## 5. PROBLEMI REALIZACIJE SVEUČILIŠNE MREŽE RAČUNALA

Sva povezana oprema Sveučilišta tvorit će Sveučilišnu mrežu računala, bez obzira da li će veze između opreme biti stalne ili povremene. Današnja razina spojivosti opreme, pogotovo različitih proizvođača, vrlo je niska. Želi li se ostvariti uspješna, kvalitetna i suvremena mreža računala opreme Sveučilišta, potrebno je osigurati spojivost opreme na svim razinama. Postoji više načina da se to ostvari. Svaki od njih pretpostavlja izradu, prihvaćanje i poštivanje minimalnih kriterija koje mora zadovoljavati oprema koja će se povezivati. Da se izrade ti kriteriji, potreban je zajednički znanstveno-istraživački rad u ovom području od strane više sveučilišnih institucija, jer se radi o strateškom i složenom pitanju, važnom ne samo za razvoj Sveučilišta već i društva u cjelini kojem služi ovo sveučilište. U razvijenom svijetu znanstvenici i drugi stručnjaci rade vrlo intenzivno na rješavanju problema spojivosti računarske opreme. Rezultati vrhunskih istraživača ovog područja formulirani su u nizu standarda međunarodne organizacije za standardizaciju (ISO). Konceptiju realizacije i razvoja Sveučilišne mreže računala svakako treba temeljiti na tim standardima, no treba naglasiti da su oni nužan, ali ne i dovoljan uvjet za spojivost, što znači i potrebu vlastitog znanstveno-istraživačkog rada na ovom području, svakako u suradnji sa znanstvenim institucijama i organizacijama za standardizaciju Evropske zajednice, koje su u ovom području vodeće u svijetu.

## 6. ZAKLJUČAK

Stupanj "informatizacije" Sveučilišta je katastrofalan. Suvremena računarska i telekomunikacijska oprema na većini fakulteta ne koristi se ni izdaleka u onoj mjeri koju zahtijeva razvoj suvremenog društva. Računarske komunikacije gotovo da ne postoje.

Potrebna je hitna promjena takvog stanja slijedećim akcijama na razini Sveučilišta:

- određivanje strategije razvoja računarskih resursa,
- osmišljavanje koncepcije njihovog povezivanja u Sveučilišnu mrežu,
- određivanje kriterija koji će omogućiti povezivanje opreme u fleksibilnu i adaptivnu mrežu računala,
- izrada zajedničkih programa ostvarenja minimalne informatičke pismenosti za sve visokoškolske ustanove,
- izrada projekata za nabavu i korištenje opreme na razini Sveučilišta,
- iniciranje projekata na razini institucija za njihovu "informatizaciju".

### Napomena

Ovaj rad pripremljen je kao prilog za raspravu za sjednicu Znanstveno-nastavnog vijeća Sveučilišta u Zagrebu, koja je bila posvećena "informatizaciji" Sveučilišta, a održana 10. 4. 1990.

### LITERATURA

1. Antun Brumnić, Uvod u računarske komunikacije i mreže, III dopunjeno i prošireno izdanje, Naučna knjiga - Beograd i Fakultet organizacije i informatike - Varaždin, (1989)
2. Antun Brumnić: Komunikacijsko povezivanje u društvenom sistemu informiranja. Zbornik radova X jugoslavenskog savjetovanja Društveni sistem informiranja (DSI) '88, Zagreb 1988., Zavod za informatičku djelatnost SRH.
3. Standardization in Information Technology and Telecommunications, Commission of the European Communities - D.G.XIII (1988)
4. Green Paper on the Development of the Common Market for Telecommunications Services and Equipment - Commission of the European Communities (1987)
5. Report on Open Network Provision (ONP) in the Community - Commission of the European Communities - DG XIII/72/88-EN-Jan. (1988)

*Brumnić A. The Development and Application of Computer Communication at the University of Zagreb*

### SUMMARY

*In the paper are identified computer user levels at the university, the basic functions of computer equipment and the types of equipment which can fulfill them. The need for a university computer network is pointed out. Its role and functions are identified. A layered model for equipment connection, based on hierarchic (organizational) levels is proposed, as well as the way for network realization. The state at the University of Zagreb is presented, but the analysis and the proposals given in the article are not restricted to this specific case, but are generally applicable.*

Primljeno: 1990-04-03