

Prof. dr. DAMIR ŠIMULČIK
Fakultet prometnih znanosti
Zagreb

Tehnologija i organizacija prometa
Pregled

UDK: 621.39+654+681.3.02

Primljeno: 28.04.1989.

Prihvaćeno: 27.06.1989.

KOMUNIKACIJSKI SUSTAV ZA PRIJENOS PODATAKA - ČINITELJ RACIONALIZACIJE POSLOVANJA I TEHNOLOGIJE PROMETA

SAŽETAK

Komunikacijski sustav za prijenos podataka kao nedjeljiv dio društvenog i gospodarskog života zemlje ima značajno mjesto u harmoničnom razvoju PTT prometa kao dijela društvene reprodukcije.

Neizgrađenost objekata sustava za prijenos podataka, primjena različitih tehnologija i niz nesinhroniziranih akcija postaju činitelj destabilizacije njegova funkcioniranja kao dijela prometnog sustava odnosno gospodarskog sustava zemlje s kojim ostvaruje dinamičku uzajamnu vezu tijekom svog djelovanja.

U radu se obrađuje neophodnost izgradnje i harmoniziranja komunikacijskog sustava za prijenos podataka kao činitelja racionalizacije poslovanja i tehnologije prometa.

UVOD

Razvoj komunikacijskog sustava za prijenos podataka bitan je činitelj intenzivnijega kretanja društvenog i privrednog sustava jedne zemlje prema racionalizaciji procesa društvene reprodukcije. Njihovo distribuiranje na lokacije korisnika i izravno povezivanje telekomunikacijskim sustavima znatno su povećali značenje i ulogu toga sustava. Razvoj sustava za komunikaciju podacima napredovao je u zadnje doba, može se slobodno reći, divovskim koracima. Početak je bio skroman. Prvi sustavi imali su ograničeni broj terminala, bili su vrlo ograničenih mogućnosti i teško prilagodljivi zahtjevima korisnika. Suvremena mreža računala obuhvaća tisuće terminala i stotine računala, prostorno je gotovo neograničena, a pristup do mnogih računala moguć je gotovo iz cijeloga svijeta. Fleksibilna su i za nekadašnje pojmove neslučenih mogućnosti u procesu dobivanja odnosno izmjene informacija.

Usluge prijenosa podataka pružaju najčešće specijalizirane organizacije za teleko-

munikacijske usluge, a u nekim su zemljama osnovana i posebna poduzeća koja se bave isključivo ili pretežno prijenosom podataka. U SAD, gdje je to područje najrazvijenije, usluge prijenosa podataka pružaju privatna poduzeća. U Evropi, gdje postoje nacionalne administracije za telekomunikacije (obično PTT poduzeća) pod državnom kontrolom, koje imaju monopol nad javnim telekomunikacijskim resursima, usluge prijenosa podataka gotovo su isključivo u njihovoj kompetenciji.

Broj instaliranih elektroničkih računala u nekoj zemlji uzima se danas kao jedan od pokazatelja razvijenosti gospodarskog života i znanstvene dinamike te zemlje. Međutim, broj računala značajan je samo ako iza njega stoji odgovarajuća mreža za prijenos podataka s mogućnošću povezivanja udaljenih terminala radi njihova optimalnoga korištenja. Potreba za komunikacijskim sistemom za prijenos podataka u nas osjeća se već duže i donekle se realizira skromnim financijskim sredstvima.¹ Stoga je neophodno usmjeriti pažnju na izgradnju mreže za prijenos podataka u usporedbi s dosadašnjim telegrafsko - telefonskim mrežama, iz čega će se i izdiferencirati društvena i gospodarska opravdanost gradnje mreže za prijenos podataka, kao činitelja racionalnog funkcioniranja informacija u gospodarskom sustavu zemlje.

1. POSTUPAK PROJEKTIRANJA KOMUNIKACIJSKOG SUSTAVA ZA PRIJENOS PODATAKA

Svaka investicijska operacija, pa tako i projekt uvođenja sustava povezane računarске opreme koja međusobno komunicira, izvodi se u nekoliko faza. U pripremnim fazama odlučuje se o obliku budućeg sustava i donosi odluka o njegovoj gradnji. Sustav se oblikuje, odnosno odlučuje se o njegovom ostvarenju (realizaciji) i projektira se prema određenim kriterijima. Relativna važnost pojedinih kriterija u vezi je s namjenom sustava.

U faze projektiranja i izgradnje komunikacijskog sustava za prijenos podataka možemo ubrojiti sljedeće značajne momente (faze):

- 1) Prethodna studija izvodljivosti - Pre-feasibility Study (Tom analizom utvrđuje se optimalna lokacija ili lokacija pravaca za dani prolaz);
- 2) Studija izvodljivosti - Feasibility Study², koja obuhvaća sljedeće investicijske operacije:
 - snimanje stanja i analizu potreba,
 - određivanje zahtjeva novom sustavu,
 - izradu idejnih rješenja u varijantama i izbor najpovoljnije varijante. To znači da se postupci za studiju o izvodljivosti obično razlikuju od onih za prethodnu studiju o izvodljivosti samo u građevinsko - tehničkoj dokumentaciji,³
- 3) Program realizacije, koji obuhvaća:
 - razradu usvojenog idejnog rješenja,
 - projektiranje podsustava terminala i računala i prijenosnog podsustava,
 - izradu terminskog plana realizacije po preostalim fazama;
- 4) Izvedba projektnog zadatka;
- 5) Testiranje projektnog zadatka;
- 6) Uvođenje u rad;
- 7) Ocjena sustava za prijenos podataka.

Prethodna analiza ocrtava postojeće stanje, iznosi ideju o novom sustavu i ukazuje na njegove prednosti i nedostatke. Na temelju prethodne analize donosi se odluka o nastavku ili obustavljanju radova na projektu. U studiji o izvodljivosti detaljno se analiziraju potrebe za novim sustavom i njegove prednosti te odabiru varijantna rješenja. Tek na temelju te studije donosi se definitivna odluka o gradnji novog sustava ili napušta ideja o investiciji. Analiza potreba korisnika mora detaljno pokazati stanje i potrebe korisnika, kako bi se na temelju toga mogli postaviti realni zahtjevi za novi sustav, njegove dijelove i opremu odnosno krenuti u njegovu realizaciju.

Kao što smo već kazali, prijedlog idejnog rješenja valja izraditi u nekoliko varijanta, zatim ih usporediti i na temelju poznatih kriterija odabrati najpovoljniju. U programu realizacije neophodno se razrađuje idejno rješenje. Projektiraju se dva sustava: podsustav računala i terminala i prijenosni podsustav. U prvom podsustavu određuje se distribucija funkcija, te tipovi, lokacija i broj terminala i računala, komunikacijski i aplikacijski programi. U prijenosnom podsustavu određuju se veze između pojedinih lokacija (komutirani telefonski vodovi, zakupljeni ili vlastiti vodovi) mreže za prijenos podataka,

promet na njima i potrebna komunikacijska oprema (modemi, koncentratori, multipleksori i sl.). U terminskom planu obuhvaćene su sve aktivnosti po fazama i rokovi za njihovo dovršenje. Izvedba se sastoji od instaliranja opreme te izrade i uvođenja programa. Testiraju se pojedini podsustavi a zatim i čitav sustav. Posebnu pažnju valja posvetiti testiranju programa, koji su za dijaloški način rada daleko složeniji i ranjiviji od programa za skupne obrade.

Poseban problem je školovanje kadrova, čemu treba posvetiti izuzetnu pažnju, jer o njihovoj obučenosti mnogo ovisi efikasnost primjene novog sustava. Tijekom uvođenja u rad neophodno će biti ispravljati pogreške koje nisu uočene pri testiranju, te korigirati sustav, kako bi što više odgovarao zahtjevima korisnika.

Nakon što je projekt izveden i sustav uveden u rad, ocjenjuju se njegove karakteristike i uspoređuju s postavljenim ciljevima iz studije o izvodljivosti.

1.1. Tehničko - tehnološke karakteristike komunikacijskog sustava za prijenos podataka

Osnovna je svrha i zadatak prijenosnog podsustava omogućavanje pouzdane komunikacije između računala i terminala. Jednostavan prijenosni podsustav sastoji se od prijenosnih vodova i modema, koji prilagođuju digitalne podatke karakteristikama prijenosnih kanala. Cijena komunikacijskih vodova relativno je visoka, osobito ako se povezuju udaljene lokacije. Način komuniciranja između računala i terminala je takav da se ne koristi uvijek čitav kapacitet voda. Redovito je kapacitet loše iskorišten. Radi povećanja iskorištenja voda i smanjenja troškova koriste se uređaji koji dijele prijenosne resurse između više terminala (ili računala). To su multipleksori s podjelom frekvencijskog pojasa i multipleksori s podjelom vremena, koji statički dodjeljuju dio resursa pojedinom terminalu, te statistički multipleksori i koncentratori koji to isto rade dinamički. Podsustav računala i terminala koristi usluge prijenosnog podsustava za komunikaciju podacima između svojih elemenata. Elementi su velika i mala računala, terminali raznih karakteristika i namjene, od najjednostavnijih neinteligentnih do inteligentnih terminalskih podsustava koji se po svojim mogućnostima približavaju računalima. Komunikacijski procesori nalaze se na granici između prijenosnog podsustava i podsustava računala i terminala. Jednom se nalaze u prijenosnom podsustavu kao čvorna računala mreže za

prijenos podataka komutacijom poruka, komutacijom paketa ili komutacijom vodova, ili kao koncentratori, a drugi put su granični elementi unutar podsustava računala i terminala prema prijenosnom podsustavu, kada se koriste kao čelni procesori (FEP), da rastereće računala od bavljenja komunikacijama.

Računala i terminali razmjenjuju međusobno podatke posredovanjem prijenosnog podsustava. Računala se spajaju s elementima prijenosnog podsustava izravno ili čelnim procesorima (FEP). Uređaj na koji se priključuju najčešće je modem, koji digitalne signale podataka pretvara u signale što se mogu prenositi na velike udaljenosti. Dok se ne ostvare mreže za prijenos digitalnih signala, modem će ostati neophodan uređaj u prijenosu podataka. Veze računala i terminala ostvaruju se spojnim vodovima (fiksni ili komutiranim) i specijalnim mrežama za prijenos podataka. S jedne strane voda nalazi se modem računala a s druge odgovarajući modem terminala. Kada se koriste multipleksori i koncentratori, i oni se spajaju na vodove putem modema, osim multipleksora s podjelom frekvencijskog pojasa, koji sam preuzima funkciju modema. Ako se nalaze u blizini računala i terminala, ti se uređaji spajaju s njima izravno, a ako su udaljeni, putem modema. Prespojnice poruka i prespojnice paketa uspostavljaju komunikacijske veze između računala i terminala. Obično se koriste kao sastavni dijelovi odgovarajućih mreža, a rjeđe kao samostalne jedinice. Specijalne mreže za prijenos podataka omogućuju međusobne veze svih terminala i računala spojenih na njih.⁴

1.1.1. Današnje stanje razvijenosti komunikacijskih sustava za prijenos podataka u svijetu

Za razliku od evropskih i većine drugih zemalja, telekomunikacijske usluge u SAD ne pruža specijalizirana državna telekomunikacijska administracija, već privatna poduzeća za javne telekomunikacijske usluge (common carriers). Prvu javnu mrežu za prijenos podataka s komutacijom paketa, TYMNET, izradilo je poduzeće Tymeshare, kao "mrežu s dodanom vrijednošću" (value added network).⁵

Mreža s dodanom vrijednošću američki je pojam. Ona se sastoji od dvaju podsustava: mreže fizičkih vodova, unajmljenih od "common carriers"-a i računarske opreme. Pri komutaciji paketa funkcije su podsustava računarske opreme - komutiranje paketa i depaketiranje te pakiranje podataka i sl., a "dodatna vrijednost je konverzija brzina, koncentriranje i multipleksiranje prometa i ostale značajke komutacije paketa". TELE-

NET je izgrađena godine 1975. Obje mreže rasprostranjene su na čitavom teritoriju SAD, a dijelom (TYMNET) i izvan SAD. Već godine 1975. TELENET je imao pristupne točke u 80 gradova SAD, a TYMNET u 130 gradova (od toga 15 izvan SAD). TYMNET je danas najveća javna mreža za prijenos podataka s više od 50 000 korisnika, koji se priključuju na nju u 250 gradova. Povezana je s javnim mrežama za prijenos podataka u Evropi, Južnoj Americi, području Kariba, Bliskom i Dalekom istoku, Australiji i Novom Zelandu.

Kanadska javna mreža za prijenos podataka komutacijom podataka naziva se DATAPAC. U probni rad puštena je godine 1976, a usluge je počela pružati godine 1977.

Francuska administracija komunikacija odlučila je godine 1975, uz postojeću javnu mrežu za prijenos podataka komutacijom vodova, izgraditi mrežu s komutacijom paketa - TRANSPAC. Mreža je počela s komercijalnim radom godine 1978. U početku se sastojala od četiri komutacijska centra i imala je 1500 korisnika. Već godine 1982. sastojala se od 21 čvorišta rasprostranjenih na čitavom području države i imala je u to doba 11 000 priključaka u upotrebi.

2. STUPANJ RAZVIJENOSTI KOMUNIKACIJSKOG SUSTAVA ZA PRIJENOS PODATAKA U JUGOSLAVIJI

Usluge prijenosa podataka što ih pružaju PTT organizacije određene su "Zakonom o poštanskim, telegrafskim i telefonskim uslugama" i "Općim uvjetima za pružanje poštanskih, telegrafskih i telefonskih usluga". Možemo zaključiti da zbog ograničenih telekomunikacijskih resursa, što je posljedica relativno niskog stupnja razvoja računarskih komunikacija u našoj zemlji, ne postoje realne mogućnosti da se i zahtjevi korisnika redovito realiziraju.

Postojeći telekomunikacijski resursi u Jugoslaviji ne omogućuju razvoj računarskih komunikacija. Da bi omogućile pružanje usluga prijenos podataka, koje se sve više traže, radne organizacije PTT prometa počele su akciju za izgradnju javne mreže za prijenos podataka (JUPAK - jugoslavenska javna mreža za prijenos podataka komutacijom paketa). Nakon usvajanja SAS-a o Generalnom planu razvoja mreža s komutacijom vodova i komutacijom paketa u SFRJ u ZJPTT (g. 1980) osnovana je koordinacijska grupa ZJPTT za izgradnju javne mreže za prijenos podataka. Grupa je neposredno nakon osnivanja donijela odluku da prva mreža bude mreža s komutacijom paketa. Prema planu, u prvoj fazi korištenja, nakon izgradnje, pred-

viđeno je njeno korištenje za prijenos podataka i teksta, a kasnije i njena upotreba za druge namjene (videotekst, digitalni faksimil i sl.). Mreža bi trebala biti povezana s telefonskom i teleks - mrežom, kao i s javnom mrežom za prijenos podataka u inozemstvo. Prema radnim materijalima Koordinacijske grupe mreža je u prvoj fazi (g. 1985) trebala imati deset komutacijskih čvorova i veći broj koncentratora. Na području SR Slovenije predviđaju se 192 priključka, u SR Hrvatskoj 368, SR Srbiji (bez pokrajina) 384, SR BiH 192, SR Makedoniji 32, SR Crnoj Gori 16, SAP Vojvodini 24 i SAP Kosovu 16.⁶ Aktivnosti na izgradnji JUPAK-a kasne u odnosu na planirane rokove, a dolazi i do smanjenja prvotno planirane konfiguracije iz više razloga, između ostalog i zbog smanjenja financijskih sredstava, odnosno moći akumuliranih sredstava za planirani program. Najdalje se otišlo u SR Sloveniji, gdje je SOUR PTT prometa, nakon provedenog natječaja, odabrao isporučitelja opreme - RO "Nikola Tesla" iz Zagreba sa švedskim poduzećem "Ericson" i sklopio s njima ugovor za slovenski dio mreže za prijenos podataka. Oprema je instalirana i mreža je počela s radom godine 1985. U SR Hrvatskoj je odabrana ista oprema, koja je godine 1987. i instalirana, a i u ostalim republikama i pokrajinama priprema se instaliranje opreme mreže i njeno puštanje u rad.⁷

Neophodno je u ovom kontekstu spomenuti i proces naplate usluga mreže za prijenos podataka. Osnovni parametri koji su u naplati te vrste usluga značajni jesu: vrijeme zauzeća veze, udaljenost i brzina prijenosa, dok se u mrežama s komutacijom paketa naplata obavlja na temelju količine prenetih podataka (neovisno o udaljenosti), brzine kojom se mogu prenositi podaci pristupnim vodovima do mreže i vremena korištenja virtualnih vodova i konverzija protokola za nepaketirane terminale (računarsku opremu).

Znači, prvi se parametri određivanja cijena upotrebljavaju na mrežama s komutacijom kanala, a drugi na mrežama s komutacijom paketa, što rezultira i različitim parametrima u sustavu tarifiranja (naplate) usluge.

Pri oba tipa mreže uobičajena je naplata i pristupne tarife (jednokratno ili mjesečno) i naplata posebnih usluga koje traži komitent.

U tim razmatranjima, kao i pri mnogim sličnim investicijskim operacijama neophodno je analizirati i sljedeće:

- poslovanje sustava na ekonomskim principima, što u sebi sadrži važnost informacije i njezinu cijenu,
- proces suradnje na prikupljanju, obuhvaćanju i razmjeni podataka i in-

formacija,

- razmjenu softwarea,
- standardizaciju na području informacijskih sustava i automatske obrade podataka,
- suradnju na području korištenja kapaciteta opreme,
- ocjenu značenja automatske obrade podataka u odnosu na dosadašnji rad,
- problem kvantificiranja veličina (sve veličine ne mogu se izraziti u apsolutnim i relativnim pokazateljima (nacionalna valuta i postoci). Ekonomičnost investicije neophodno je izraziti:

1) pokazateljima koji se vrijednosno ne mogu izraziti, a odnose se na uštedu vremena korisnika koji komunicira s ostalim korisnicima,

2) procijenom neizravnih pokazatelja ekonomičnosti - zadovoljavanje svih sudionika informacijama i dr.

Sve to govori da proces odlučivanja o ulaganju u komunikacijski sustav za prijenos podataka nije lagan, ako ga promatramo svestrano te da je tom poslu neophodno dati značajnu pažnju ako se žele postići maksimalni investicijski učinci u toku eksploatacije, koja je u odnosu na kretanje tehnologije relativno kratka. Pritom se mora spomenuti i negativni utjecaj troškova, koji zavise od elemenata u sustavu, a značajan su element gospodarskog sustava zemlje. To je naročito važno u zemljama s nestabilnom strukturom ekonomskih kretanja.

ZAKLJUČAK

Komunikacijski sustav za prijenos podataka bitan je činitelj racionalizacije procesa društvene reprodukcije. Njegova investicija nikada se ne može smatrati završenom, zatvorenom i apsolutno definiranom. To pokazuje da ga je neophodno razvijati i dopunjavati u skladu s potrebama komitenata i radi postizanja maksimalnih učinaka u toku eksploatacije s obzirom na investicijske troškove izgradnje i eksploatacije. Sve to svjedoči o potrebi izgradnje i adekvatnog funkcioniranja tog sustava u našim društveno - gospodarskim uvjetima.

SUMMARY

COMMUNICATIONS SYSTEM FOR TRANSFER OF DATA AS AN ELEMENT OF RATIONAL OPERATIONS AND TRANSPORT TECHNOLOGY

Communications system for data transfer as an inseparable part of the social

and economic life of the country takes a significant position in the sphere of harmonized development of postal traffic as a segment of social reproduction.

Missing facilities of the system for data transfer, employment of different technologies and a variety of unsynchronized activities turn into an element of destabilization of its functioning as a part of the traffic system i.e. the economic system of the country with which it keeps a dynamic mutual relationship in the process of operation.

This paper deals with the indispensability of construction and harmonization of the communications system for data transfer as an element of rationalization of operations and transport technology.

POZIVNE BILJEŠKE

1. B. BOGOVIĆ, M. PERAK, Ž. RADAČIĆ: *Ekonomika prometnog sistema*. Zagreb, Fakultet prometnih znanosti, 1984, str. 388-389.
2. Upute za izradu Studije o izvodljivosti. Dorsh Consult, München, SRNJ, i Louis Berger INC, East Orang, SAD, Ljubljana, 1984.
3. Ibidem.
4. J. MARTIN: *Computer Networks and Distributed Processing Software*. New York, Prentice Hall, 1981.
5. J. MARTIN: Op. cit.
6. M. PERAK: *Eksploatacija telekomunikacija*. Zagreb, Fakultet prometnih znanosti, 1985, str. 105-111. i B. BOGOVIĆ et al.: Op. cit., str. 385 i 386.
7. Prema materijalima Koordinacijske grupe ZJPTT za izgradnju javne mreže za prijenos podataka, 1981. i J. MARIĆ: *Komunalni infrastrukturni sistem*. Zagreb, Mladost, 1986.

LITERATURA

- [1] B. BOGOVIĆ, M. PERAK, Ž. RADAČIĆ: *Ekonomika prometnog sistema*. Zagreb, Fakultet prometnih znanosti, 1984.
- [2] A. BRUMNIĆ: *Uvod u računarske komunikacije i mreže*. Ljubljana, Zveza organizacij za tehniško kulturo Slovenije, 1987.
- [3] J. MARIĆ: *Komunalni informacijski sistem*. Zagreb, Mladost, 1986.
- [4] J. MARTIN: *Computer Networks and Distributed Processing Software*. New York, Prentice Hall, inc., 1981.
- [5] M. PERAK: *Eksploatacija telekomunikacija*. Zagreb, Fakultet prometnih znanosti, 1985.
- [6] Uputstva za izradu Studije o izvodljivosti. Dorsch Consult, München, SRNJ i Louis Berger inc, East Orang, SAD, Ljubljana, 1974.