

Dr. MIROSLAV MIKULA
 Fakultet prometnih znanosti
 Zagreb, Vukelićeva 4

Prometna tehnika
 Pregledni članak
 UDK: 654*313"
 Primljeno: 19.06.1992.
 Prihvaćeno: 08.03.1993.

ISDN - TELEKOMUNIKACIJSKA MREŽA BUDUĆNOSTI

SAŽETAK

U radu se prvo daje opći pregled tehničkih značajki i eksploatacijskih mogućnosti integrirane digitalne mreže sa zajedničkim telekomunikacijskim službama - ISDN. Zatim se analizira razvoj ISDN mreže u Europi i u nas. Na kraju se ocjenjuju perspektive daljnjeg razvoja ISDN mreže.

1. UVOD

Porast društvenog standarda u svijetu utječe na porast različitih potreba tog društva, uz ostalo i za telekomunikacijskim uslugama. PT organizacije u pojedinim zemljama nastoje zadovoljiti te potrebe organizacijom različitih telekomunikacijskih službi. Na slici 1. pokazano je povećanje broja različitih telekomunikacijskih službi u svijetu, od prvih telekomunikacija do danas.

Na slici 1. vidi se da je 1847. godine postojala samo jedna telekomunikacijska služba - telegrafija, dok je 1990. godine čak devetnaest različitih telekomunikacijskih službi. Očevidna je tendencija da se broj telekomunikacijskih službi i dalje povećava, i to vrlo brzo.

Odnose između pojedinih telekomunikacijskih službi najbolje ilustrira dijagram porasta broja terminala pojedinih telekomunikacijskih službi u svijetu u razdoblju od 1975. do 1990. godine.

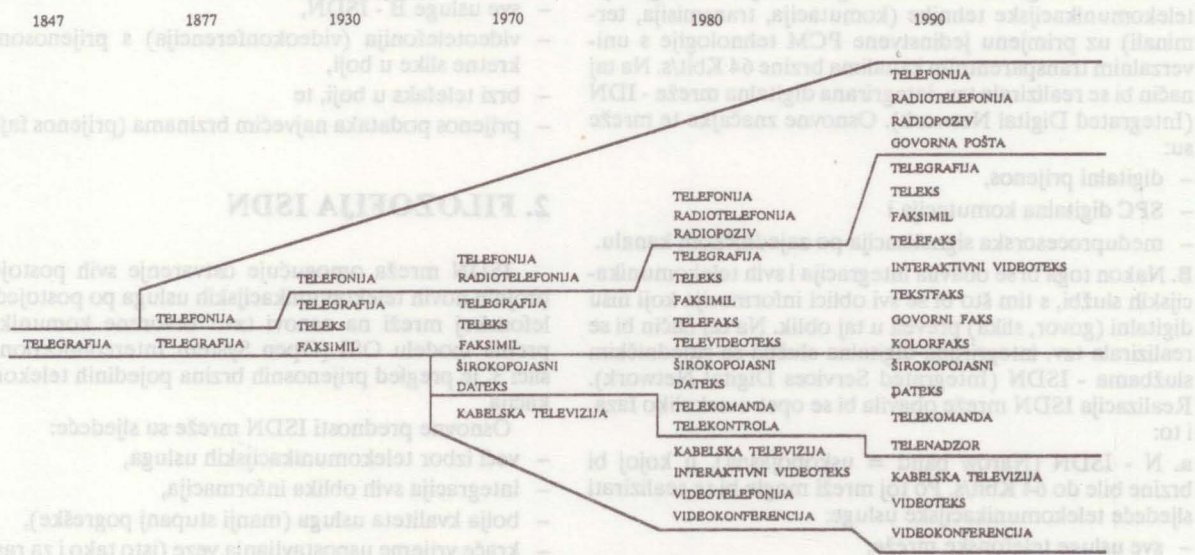
Iz slike 2. je vidljivo da je među različitim telekomunikacijskim službama i dalje dominantna telefonija (oko 90%), ali da se ona danas razvija dosta sporo (2-4% u godini). S druge strane, brojne različite negovorne telekomunikacijske službe (slika, tekst, podaci) imaju još uvijek dosta mali udio (oko 10%), ali se razvijaju vrlo naglo (20-40% u godini, a neke čak i znatno više). Iznimka su službe teleksa i teleteksa, koje imaju blagi pad uzrokovan pojavom terminala na tržištu, koji mogu kvalitetnije prenositi tekstove uz jednaku ili čak pogodniju cijenu.

Današnja analogna telefonska mreža služi za brojne telekomunikacijske usluge:

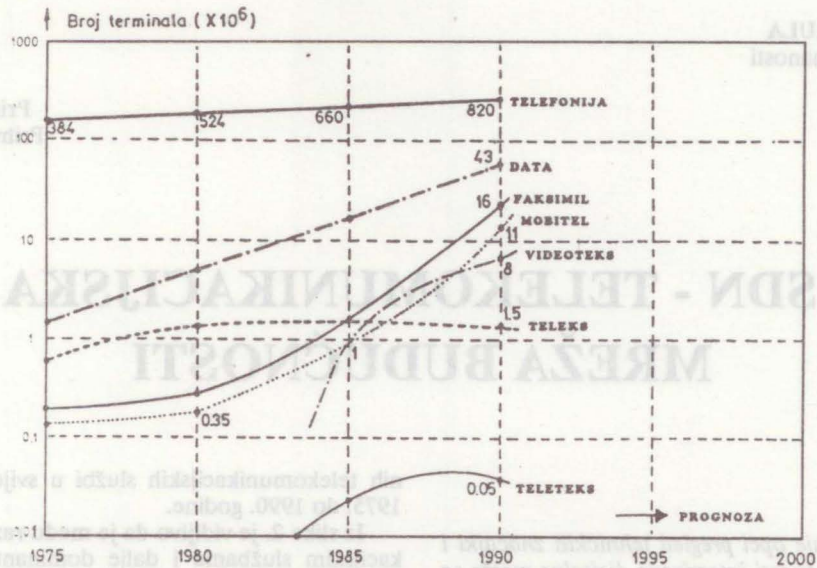
- telefonija (audiokonferencije),
- telefaks (grupe 2 i 3),
- videoteks,
- teleks,
- teleteks i
- prijenos podataka manjim brzinama.

Te usluge mogu zadovoljiti brojne potrebe korisnika, ali njihovi zahtjevi postaju sve veći i oni traže osobito sljedeće:

- veći izbor telekomunikacijskih usluga uz razne posebne mogućnosti (npr. povratni poziv i sl.),



Slika 1. Povećanje broja telekomunikacijskih službi



Slika 2. Porast broja terminala pojedinih telekomunikacijskih službi

- brže uspostavljanje veze, te
- brži prijenos informacija.

S druge strane, PT organizacije nastoje učiniti što ekonomičnijim održavanje i eksploataciju telekomunikacijskih uređaja, s tim da se postojeći resursi koriste do isteka njihova vijeka trajanja.

Zajednički ciljevi korisnika telekomunikacijskih usluga i PT organizacija bili bi sljedeći:

- univerzalna telekomunikacijska mreža (za sve službe) na osnovi postojeće telefonske mreže (najmasovnija),
- svaki pretplatnik samo jedan priključni vod i samo jedan pozivni broj (jednostavnije i ekonomičnije),
- jedinstvena sučelja i protokoli prema CCITT i CEPT preporukama (kompatibilnost uređaja različitih proizvođača), te
- višenamjenski (multifunkcionalni) terminali.

Sve te ciljeve zadovoljila bi integrirana digitalna mreža. Plan realizacije takve mreže u Europi predviđa nekoliko etapa:

A. Do 1990. godine obaviti digitalizaciju i integraciju telekomunikacijske tehnike (komutacija, transmisija, terminali) uz primjenu jedinstvene PCM tehnologije s univerzalnim transparentnim kanalima brzine 64 Kbit/s. Na taj način bi se realizirala tzv. integrirana digitalna mreža - IDN (Integrated Digital Network). Osnovne značajke te mreže su:

- digitalni prijenos,
- SPC digitalna komutacija i
- međuprocorska signalizacija po zajedničkom kanalu.

B. Nakon toga bi se obavila integracija i svih telekomunikacijskih službi, s tim što bi se svi oblici informacija koji nisu digitalni (govor, slika) preveli u taj oblik. Na taj način bi se realizirala tzv. integrirana digitalna služba sa zajedničkim službama - ISDN (Integrated Services Digital Network). Realizacija ISDN mreže obavila bi se opet u nekoliko faza, i to:

a. N - ISDN (Narrow band = uskopojasna), u kojoj bi brzine bile do 64 Kbit/s. Po toj mreži mogle bi se realizirati sljedeće telekomunikacijske usluge:

- sve usluge telefonske mreže,
- telefaks (grupa 4),

- komprimirana videotelefonija s prijenosom sporogibajuće slike, te
- prijenos podataka srednjim brzinama;

b. B - ISDN (Broad band = širokopolasna), u kojoj bi brzine bile do 2 Mbit/s. Ta bi mreža koristila tzv. asinkroni transfer modus (ATM), koji predstavlja kombinaciju komutacije vodova i paketa, te ima prednosti obaju. Po toj mreži mogle bi se realizirati sljedeće telekomunikacijske usluge:

- sve usluge N - ISDN,
- distribucija radiostereoprograma,
- videotelefonija (videokonferencija) s prijenosom sporogibajuće slike,
- telefaks u boji, te
- prijenos podataka većim brzinama;

c. W - ISDN (Wide band = prošireni pojas) ili kako se u literaturi ponekad navodi IBCN (Integrated Broadband Communications Network), u kojoj bi brzine bile do 150 Mbit/s, pa i veće. Po toj mreži mogle bi se realizirati sljedeće telekomunikacijske usluge:

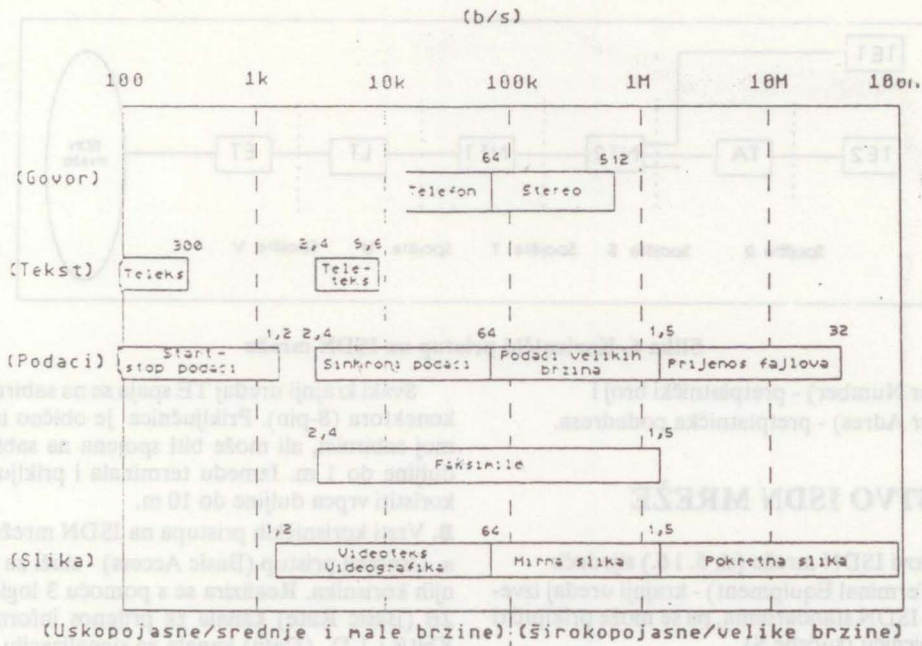
- sve usluge B - ISDN,
- videotelefonija (videokonferencija) s prijenosom pokretne slike u boji,
- brzi telefaks u boji, te
- prijenos podataka najvećim brzinama (prijenos fajlova).

2. FILOZOFIJA ISDN

ISDN mreža omogućuje ostvarenje svih postojećih i brojnih novih telekomunikacijskih usluga po postojećoj telefonskoj mreži na osnovi tzv. "otvorene komunikacije" prema modelu OSI (Open System Interconnection). Na slici 3. je pregled prijenosnih brzina pojedinih telekomunikacija.

Osnovne prednosti ISDN mreže su sljedeće:

- veći izbor telekomunikacijskih usluga,
- integracija svih oblika informacija,
- bolja kvaliteta usluga (manji stupanj pogreške),
- kraće vrijeme uspostavljanja veze (isto tako i za raskidanje veze),



Slika 3. Prijenosne brzine pojedinih telekomunikacija

- brži prijenos informacije,
- jednostavnija mreža (digitalizacija svih postojećih mreža i njihova integracija),
- jednostavniji pristup mreži za različite usluge (jedan priključni vod i jedan pozivni broj),
- mogućnost primjene multinamjenskih terminala, te
- jedna služba za eksploataciju i održavanje različitih telekomunikacija (jeftinije i ekonomičnije).

Usluge koje se ostvaruju u ISDN mreži mogu se podijeliti u tri skupine:

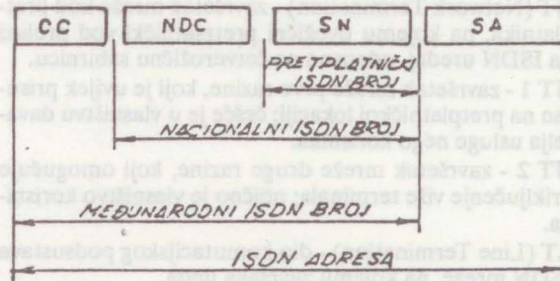
- prijenosne usluge, koje služe za ostvarenje teleusluga,
- teleusluge, komunikacijske usluge (npr. telefonske, telegrafске i dr.), koriste se prijenosnim uslugama,
- dodatne usluge, pružaju dodatne informacije što se odnose npr. na cijenu poziva, identifikaciju pozivajućeg pretplatnika, čekanje, preusmjerenje poziva i dr.

ISDN mreža gradi se na telefonskoj mreži, a budući da pretplatnici trebaju imati samo po jedan pozivni broj, numeracija te mreže obavljena je na osnovi numeracije postojeće telefonske mreže (CCITT preporuka E. 163). Načela ISDN numeracije definirana su CCITT preporukom I.

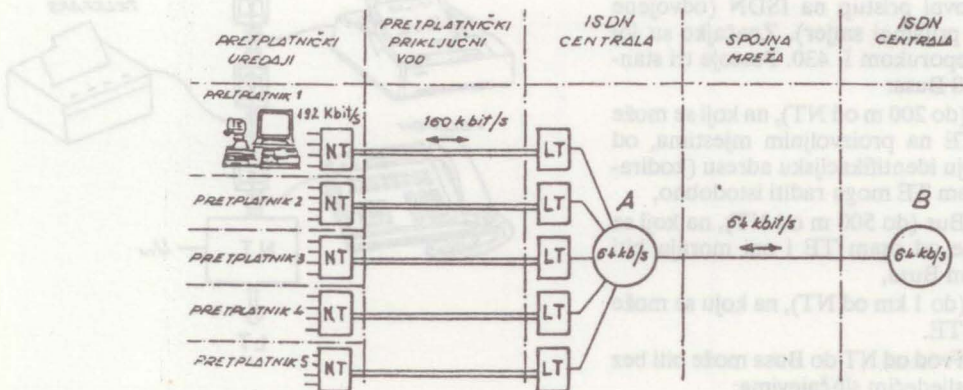
330, dok je plan ISDN numeracije dan CCITT preporukom E.164.

ISDN pozivni broj (sl. 4.) ima maksimalno petnaest znamenaka, a sastoji se od četiri dijela:

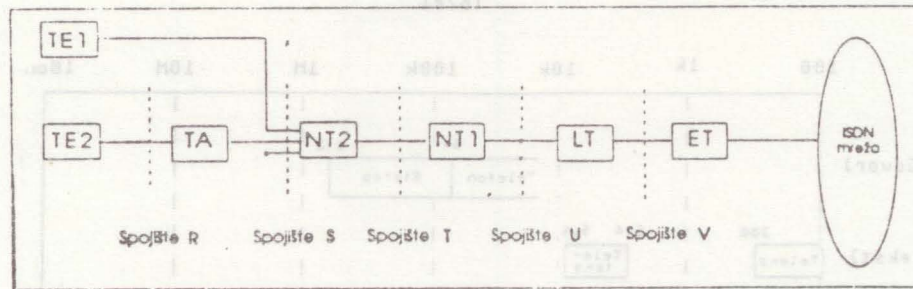
- CC (Country Cod) - međunarodni kôd zemlje,
- NDC (National Destination Cod) - nacionalni kôd odredišta (mrežna grupa),



Slika 4. ISDN pozivni broj



Slika 5. Ustrojstvo uskopojasne ISDN mreže



Slika 6. Korisnički pristup na ISDN mrežu

- SN (Subscriber Number) - pretplatnički broj i
- SA (Subscriber Adres) - pretplatnička podadresa.

3. USTROJSTVO ISDN MREŽE

A. Glavni su dijelovi ISDN mreže (sl. 5. i 6.) sljedeći:

- TE 1 (ISDN Terminal Equipment) - krajnji uređaj izveden u skladu s ISDN standardima, pa se može priključiti izravno na sabirnicu (sučelje S).
- TE 2 (Non ISDN Terminal Equipment) - krajnji uređaj koji nije izveden u skladu s ISDN standardima, pa se može priključiti na sabirnicu samo preko dodatnoga terminalskog adaptera (sučelje R).
- TA (Terminal Adapter) - uređaj koji obavlja prilagođenje ne- ISDN krajnjeg uređaja (sučelje R) na sabirnicu (sučelje S). Primarna funkcija mu je prilagođenje brzine terminala na standardnu brzinu od 64 Kbit/s. Dodatna funkcija mu je prilagođenje formata informacije, te ako su informacije analogne, one se moraju pretvoriti u digitalne i organizirati u ISDN okvirima.
- NT (Network Termination) - završetak mreže kod pretplatnika, na kojemu dvožični pretplatnički vod prelazi na ISDN uređaj, odnosno na četverožičnu sabirnicu.
- NT 1 - završetak mreže prve razine, koji je uvijek prisutan na pretplatničkoj lokaciji; češće je u vlasništvu davatelja usluge nego korisnika.
- NT 2 - završetak mreže druge razine, koji omogućuje priključenje više terminala; obično je vlasništvo korisnika.
- LT (Line Termination) - dio komutacijskog podsustava ISDN mreže, na kojemu završava linija.
- ET (Exchange Termination) - završetak centrale.
- R, S, T, U, V (Interface) - sučelja (meduspojevi).
- S Bus (sl. 7) - četverožična sabirnica kod pretplatnika, koja omogućuje osnovni pristup na ISDN (odvojene parice za otpremni i prijamni smjer). Značajke su joj definirane CCITT preporukom I. 430. Postoje tri standardne konfiguracije S Busa:
 - kratki pasivni Bus (do 200 m od NT), na koji se može spojiti do osam TE na proizvoljnim mjestima, od kojih svaki ima svoju identifikacijsku adresu (kodiranu). Dva od tih osam TE mogu raditi istodobno,
 - produženi pasivni Bus (do 500 m od NT), na koji se može spojiti manje od osam TE i oni moraju biti unutar zadnjih 50 m Busa,
 - veza točka - točka (do 1 km od NT), na koju se može spojiti samo jedan TE.

Priključni četverožični vod od NT do Busa može biti bez regeneratora samo u sljedećim slučajevima:

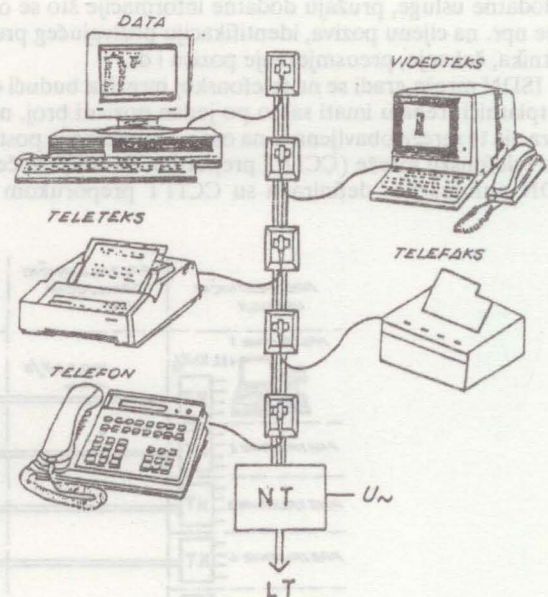
- vodiči ϕ 0,4 mm do 4,2 km
- vodiči ϕ 0,6 mm do 8 km

Svaki krajnji uređaj TE spaja se na sabirnicu preko ISO konektora (8-pin). Priključnica je obično izvedena na samoj sabirnici, ali može biti spojena na sabirnicu i vodom duljine do 1 m. Između terminala i priključnice može se koristiti vrpca duljine do 10 m.

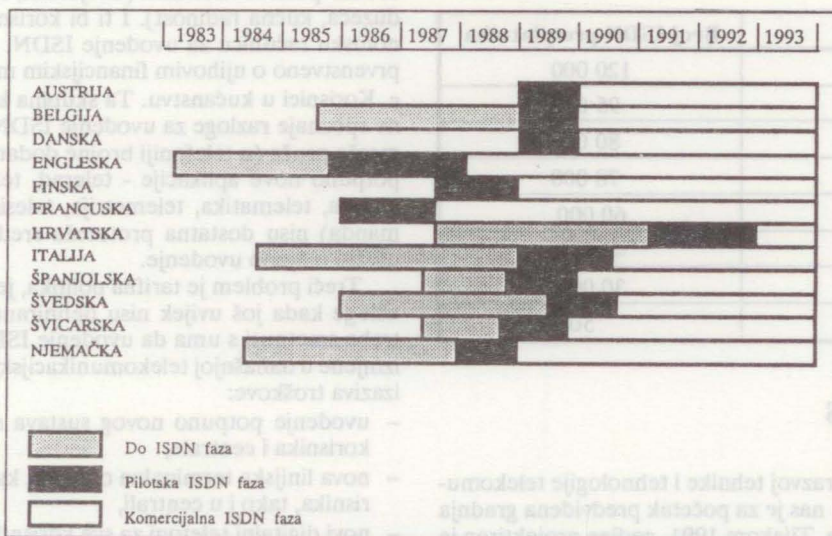
B. Vrste korisničkih pristupa na ISDN mrežu

a. Osnovni pristup (Basic Access) - služi za priključak manjih korisnika. Realizira se s pomoću 3 logička kanala i to 2B (Basic Rate) kanala za prijenos informacije s po 64 Kbit/s i 1 D₀ (Data) kanala za signalizaciju i nadzor sa 16 Kbit/s. Ukupna je digitalna brzina između LT i NT (dvožična veza) 160 Kbit/s, s tim što razlika od 16 Kbit/s služi za sinkronizaciju i vremensku razdiobu komunikacije. Ukupna je digitalna brzina između NT i Bus-a (četverožična veza) 192 Kbit/s, s tim što je korisni kapacitet opet $2 \times 64 + 16 = 144$ Kbit/s, dok razlika od 48 Kbit/s služi za ostvarenje pravilnog povezivanja na fizičkoj razini.

b. Primarni pristup (Primary Access) služi za priključak većih korisnika, pa predviđa znatno veći broj kanala od osnovnog pristupa. Realizira se s pomoću 30 B kanala za prijenos informacija s po 64 Kbit/s i jednog D₂ kanala za signalizaciju i nadzor, također sa 64 Kbit/s. Ukupna je digitalna brzina između NT_{2M} i LT (četverožična veza) 2048 Kbit/s, s tim što je korisni kapacitet $30 \times 64 + 64 = 1984$



Slika 7. Sabirnica za priključak terminala na ISDN mrežu



Slika 8. Razvoj ISDN mreže u pojedinim europskim zemljama

Kbit/s, dok razlika od 64 Kbit/s služi za sinkronizacijske i timing informacije.

C. ISDN protokoli

Predstavljaju skup pravila izmjene informacija između korisničkih terminala (TE) i sustava lokalne komutacije (ET) ISDN mreže. Definirani su CCITT preporukama, a temelje se na referentnom modelu OSI (sedam slojeva).

4. ISDN U SVIJETU

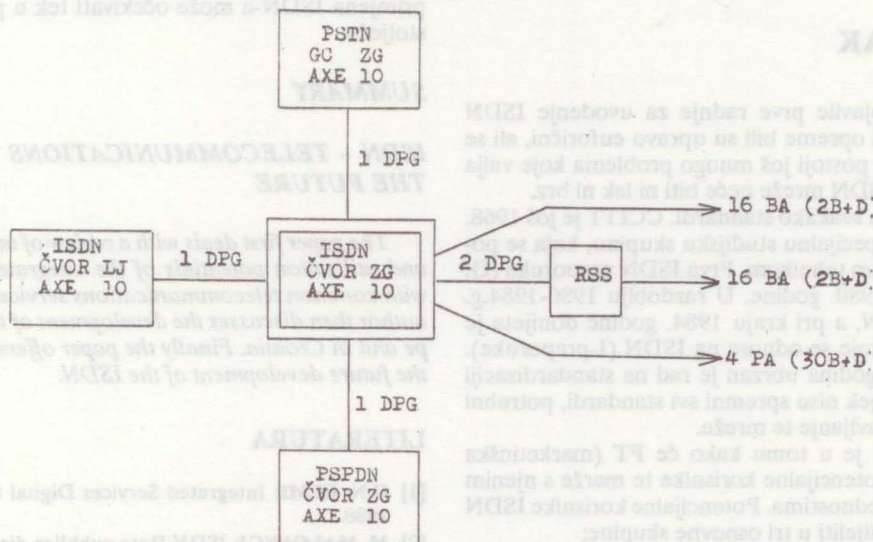
Cijeli svijet je već uvidio nužnost uvođenja univerzalne telekomunikacijske mreže, a u tomu posebice prednjači Europa, u kojoj je Europska zajednica predviđjela uvođe-

nje ISDN-a na teritoriju svih svojih dvanaest zemalja članica do 1988. godine. Taj plan je ostvaren uz neznatna odstupanja, ovisno o poslovnoj politici PT administracija pojedinih država (sl. 8.).

Kao što je to vidljivo iz slike 8., u razvoju ISDN-a na bilo kojem području uvijek se razlikuju tri faze:

- faza do ISDN,
- faza pilotskog ISDN i
- faza komercijalnog ISDN.

Prema planu prvo se uvodi uskopojasni N - ISDN, da bi se kasnije prešlo na širokopojasni B - ISDN. Godine 1992. predviđa se sljedeći broj ISDN pretplatnika u pojedinim europskim zemljama (tab. 1.).



Kazalo:

- PSTN - Public Switched Telephone Network
- PSPDN - Public Switched Packet Digital Network
- RSS - Remote Subscriber Stage

- DPG - Digital Primary Groupe
- BA - Basic Access
- PA - Primary Access

Slika 9. Pilotni ISDN čvor u Zagrebu

Tablica 1.

Država	Broj ISDN pretplatnika
Danska	120 000
Francuska	95 000
Njemačka	80 000
Velika Britanija	78 000
Portugal	60 000
Španjolska	46 000
Italija	30 000
Nizozemska	500

5. ISDN U NAS

Nastojeći pratiti razvoj tehnike i tehnologije telekomunikacija u svijetu, i u nas je za početak predviđena gradnja pilotske ISDN mreže. Tijekom 1991. godine projektiran je i izveden pilotski ISDN čvor u Zagrebu. Taj je čvor ostvaren u tehnici AXE-10, u okruženju prije realiziranih IC, TC, GC, TKC, AXB, CROAPAK i MTX. Uspostavljanje pilotskog ISDN čvora u Zagrebu predviđeno je u tri faze:

I. faza. Realizacija osnovne konfiguracije sustava s 32 osnovna pristupa 2 B + D (16 na matični čvor, te 16 preko RSS) uz minimalnu integraciju s paketnom mrežom na temelju protokola X.25.

II. faza. Realizacija četiriju primarnih pristupa 30 B + D (na matični čvor) s uključivanjem kućnih centrala ASB 501.

III. faza. Opremanje čvora modulom za paketni promet PH, te realizacija scenarija maksimalne integracije s paketnom mrežom na temelju protokola X.75.

Pilotski ISDN čvor u Zagrebu bit će povezan s po jednom digitalnom primarnom grupom (30 kanala) na PSTN (GC ZG), PSPDN (ZG), te ISDN čvor u Ljubljani. Početak komercijalnog rada ISDN mreže u Republici Hrvatskoj predviđa se pri kraju 1993. godine.

6. ZAKLJUČAK

Kada su se pojavile prve radnje za uvođenje ISDN mreže, proizvođači opreme bili su upravo euforični, ali se ubrzo pokazalo da postoji još mnogo problema koje valja riješiti, pa razvoj ISDN mreže neće biti ni lak ni brz.

Prvi problem su svakako standardi. CCITT je još 1968. godine utemeljio specijalnu studijsku skupinu, koja se počela baviti digitalnom tehnikom. Prva ISDN preporuka (G. 705) usvojena je 1980. godine. U razdoblju 1980-1984.g. koncipiran je ISDN, a pri kraju 1984. godine donijeta je serija preporuka, koje se odnose na ISDN (I-preporuke). Unatrag nekoliko godina ubrzan je rad na standardizaciji ISDN-a, ali još uvijek nisu spremni svi standardi, potrebni za potpuno uspostavljanje te mreže.

Drugi problem je u tomu kako će PT (marketinška služba) upoznati potencijalne korisnike te mreže s njenim mogućnostima i prednostima. Potencijalne korisnike ISDN mreže može se podijeliti u tri osnovne skupine:

a. Veliki poslovni korisnici (promet, bankarstvo, turizam, industrija, vojska, zdravstvo). Njima bi ISDN znatno pojednostavio i pojeftinio svakodnevni posao, a time bi povećao njihovu djelotvornost. Zato bi ta skupina korisnika trebala biti spremna za uvođenje ISDN-a.

b. Mali poslovni korisnici (odvjetnici, obrtnici, privatna poduzeća, kućna radinost). I ti bi korisnici trebali naći ekonomsku računicu za uvođenje ISDN, ali će to ipak ovisiti prvenstveno o njihovim financijskim mogućnostima.

c. Korisnici u kućanstvu. Ta skupina korisnika za sada još ne spoznaje razloge za uvođenje ISDN, jer prednosti koje mreža pruža (u telefoniji brojne dodatne usluge, te brojne potpuno nove aplikacije - telerad, teleobrazovanje, telekupnja, telematika, telemetrija, telesignalizacija i telekomanda) nisu dostatna protuteža sredstvima što ih treba uložiti u njeno uvođenje.

Treći problem je tarifna politika, jer - kako uvesti nove usluge kada još uvijek nisu definirane njihove tarife. Ne treba smetnuti s uma da uvođenje ISDN zahtijeva brojne izmjene u današnjoj telekomunikacijskoj mreži, što dakako izaziva troškove:

- uvođenje potpuno novog sustava signalizacije između korisnika i centrale,
 - nova linijska terminalna oprema, kako u svih ISDN korisnika, tako i u centrali,
 - novi digitalni telefoni za sve korisnike,
 - postupno poboljšanje prijenosnih značajki prijenosnih putova,
 - osiguranje jednakih uvjeta pouzdanosti,
 - novi sustav numeracije (prijelaz s 10 na 15 znamenaka).
- Zbog svega toga, ISDN priključak u početku će svakako biti dosta skuplji od običnog priključka. Danas se teži da ta cijena ne bude veća od dvostruke, ali konačni cilj je da razlika u cijeni ne bude veća od 20%.

Očividno je da će ISDN u početku koristiti uglavnom poslovni korisnici, koji će, s obzirom na veći broj različitih telekomunikacijskih usluga, kao i veći promet, moći iskoristiti prednosti ISDN. Privatni korisnici će se priključiti tek kasnije, kada im prednosti ISDN, s obzirom na njihove specifične potrebe, budu mogle kompenzirati uložena sredstva. ISDN je neizbježni cilj kojemu teže sve telekomunikacije. To je i tehnički i ekonomski najperspektivnije rješenje telekomunikacija. Više se nigdje u svijetu, pa ni u nas, ne može razmišljati o tomu treba li uvoditi ISDN, već kada i kojom strategijom. Ipak treba reći da se masovna primjena ISDN-a može očekivati tek u početku sljedećeg stoljeća.

SUMMARY

ISDN - TELECOMMUNICATIONS NETWORK OF THE FUTURE

The paper first deals with a review of technical properties and utilization potentials of the integrated digital network with common telecommunications services - the ISDN. The author then discusses the development of the ISDN in Europe and in Croatia. Finally the paper offers an assessment of the future development of the ISDN.

LITERATURA

- [1] G.N. ELMI: Integrated Services Digital Network. Brondby, 1988.
- [2] M. MALCANGI: ISDN Rete pubblica digitale per i servizi di comunicazione. Jackson, Milano, 1990.
- [3] H. ARMBRÜSTER: Mehr Effizienz und Komfort durch das Breitband - ISDN, Telcom Report, 1990, 13.
- [4] N. SCHMIDT: ISDN - Kommunikation bringt frischen Wind. Telcom Report, 1990, 13.