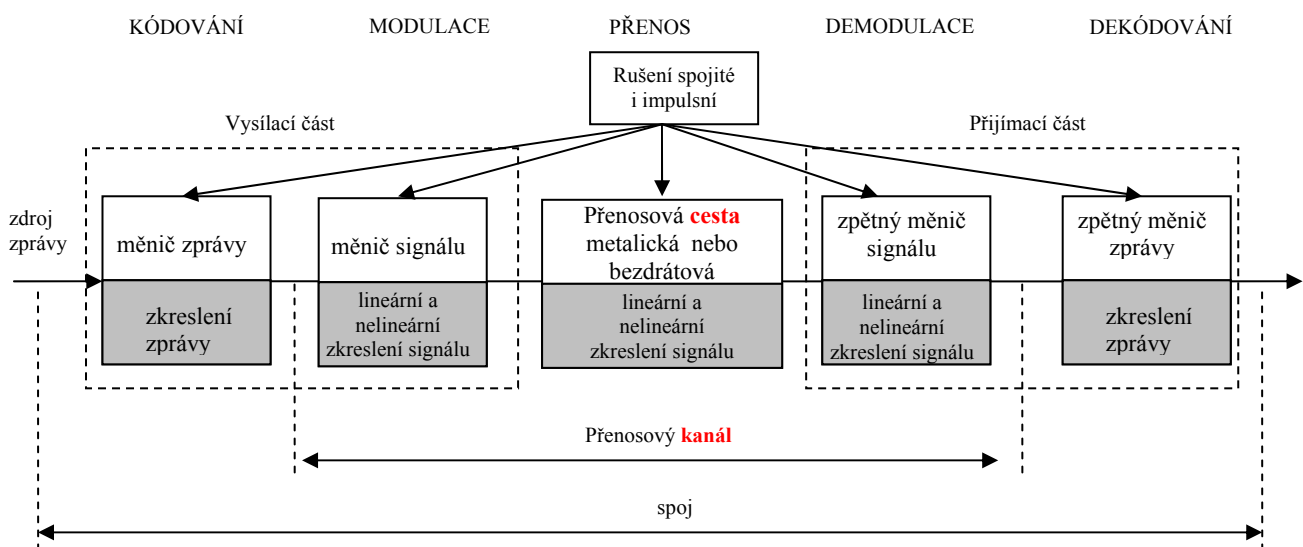


28. **Komunikační kanály a cesty. Komunikace na okruzích a paketová komunikace. Principy přenosových a spojovacích systémů. Pevné a mobilní rádiové služby.**

Ad) Komunikační kanály a cesty

- **Kanál** (telekomunikační kanál) – soubor technických prostředků umožňující **jednosměrný přenos** signálu mezi dvěma místy bez ohledu na druh použitých prostředků (simplexní přenos)
- **Okruh** (telekomunikační okruh) – soubor technických prostředků umožňující **obousměrný přenos** signálu (pár vzájemně přiřazených protisměrných kanálů umožňujících protisměrnou komunikaci)
- **Cesta** – soubor technických prostředků a prostředí, překlenující vzdálenost mezi zdrojem a příjemcem zprávy, po kterém se přenáší vhodně přeměněné elektrické signály.



Obousměrná komunikace:

- Poloduplexní – přenos signálu **střídavě** v jednom a druhém směru.
- Duplexní – přenos signálu **současně** v obou směrech.

Vlastnosti kanálu:

- informační kapacita (propustnost) - maximální množství informace, které lze přenosovou cestou přenést za jednotku času
- informační šum - vznik rušivých vlivů v komunikačním systému způsobující úbytek či zkreslení předávané informace

Ad) Komunikace na okruzích a paketová komunikace

Rozlehlé sítě lze realizovat dvěma způsoby:

- **Přepojování okruhů** – komunikace se odehrává po předem sestaveném okruhu mezi zdrojovou a cílovou stanicí. Všechna data sledují jednu předem danou cestu sítě a jsou doručena ve správném pořadí. Komunikace v těchto sítích probíhá vždy spolehlivě, **se spojením**. Přidělování kanálů lze provádět multiplexováním, jako TDM nebo FDM, aby se sdílela kapacita systému v čase nebo kmitočtu.

Příklad: telefonní síť, ISDN

- **Přepojováním paketů** – neexistuje sestavený okruh mezi zdrojovou a cílovou stanicí přes síť, místo toho se každý mezilehlý uzel (směrovač) na cestě rozhoduje, jakou cestou pošle se pakte pošle dál. Pakety se posílají individuálně, každý má ve svém záhlaví všechny potřebné informace pro jeho přenos sítí (zejména cílovou adresu, dále pořadí ve zprávě apod.). Přepojováním paketů lze realizovat **se spojením** (pak je cesta v rámci dané komunikace pro všechny pakety stejná) nebo **bez spojením**.
Příklad: bez spojením IP, SS7; se spojením X.25, Frame Relay

Trochu jiný pohled:

Přepojováním okruhů lze přirovnat k železnici: vlak může jet pouze tudy, kudy vedou koleje. Koleje se v některých železničních uzlech kříží a umožňují vlaku měnit směr (podobně jako ústředny v síti s přepojováním okruhů). Lokomotiva určuje cestu pro všechny vagóny za sebou, proto ty nepotřebují mít žádnou informaci potřebnou pro nalezení cesty. *Přepojováním paketů* lze přirovnat k automobilové dopravě: auto může jet všude tam, kde vedou silnice. Každé auto ale veze pouze malé množství pasažérů, proto musí mít všechny potřebné informace o cíli své cesty.

U přepojováním paketů je vyšší režie (záhlaví u každého paketu), ale naproti tomu je vyšší efektivita využití kapacity sítě.

Pohyb paketů v síti je závislý jednak na tzv. typu **paketové služby** a dále na použitých **metodách řízení směrování**.

Paketové služby:

- **Datagramové** - každý paket (nyní **datagram**) obsahuje kromě vlastních dat a pořadového čísla v rámci datové zprávy i **kompletní adresy** odesílatele a příjemce zprávy. Pakety se tak mohou po síti pohybovat zcela nezávisle vůči ostatním paketům téže zprávy. Jednotlivé pakety tak mohou být přeneseny k příjemci po různých cestách a mohou dojít v náhodném pořadí.
- **Virtuálních okruhů** – v tomto případě obsahují plnou adresu příjemce i odesílatele datové zprávy pouze služební pakety, které slouží k **vytváření a rušení virtuálního spojení**. Odesílatel nejdříve vysílá **paket žádosti o spojení** (vytyčovací), který prochází sítí směrem k volanému účastníkovi. Jednotlivé přepojovací uzly si pak zapamatují příchozí i odchozí kanály, kterými tento vytyčovací paket procházel. U příjemce zprávy vyvolá příjem vytyčovacího paketu vyslání tzv. **potvrzovacího paketu**, který se přes stejné uzly, ale v opačném směry vyše k odesílateli. Takto vytvořený okruh má vlastnosti fyzického okruhu, ale ve skutečnosti neexistuje. Jedná se pouze o soubor řídicích příkazů. Všechny **další datové pakety už neobsahují plné adresy** a přenášejí se po tomto tzv. virtuálním okruhu. Po úspěšném přenesení všech paketů dané zprávy se takovýto komutovaný virtuální okruh automaticky zruší. Zrušení se zahajuje žádostí jednoho z účastníků, který vyše tzv. paket závěru. Protějščí účastník na něj reaguje paketem potvrzení závěru.

Hlavní metody řízení směrování:

- **Metoda náhodného směrování** – uzel sítě směruje přijatý paket do zcela náhodně vybraného směru (kromě příchozího směru a nevede-li do tohoto uzlu již přípojné vedení adresáta). Nevýhoda: není zaručena optimální doba doručení paketu. Výhoda: jednoduchost řešení a zamezení ztráty paketu jeho vysláním do neprůchodného směru.
- **Metoda pevného (statického) směrování** – je založena na vytvoření algoritmu nejkratší cesty, který je v každém uzlu sítě vyjádřen pevnou směrovací tabulkou, podle které se paket směruje. Není-li určený směr průchodný, dojde ke ztrátě paketu.

- **Adaptivní metody směrování** – založeny na vytváření směrovacích tabulek v jednotlivých uzlech, jejichž obsah se však pružně mění na základě dalších kritérií, nejčastěji dle nejkratší doby doručení paketu.

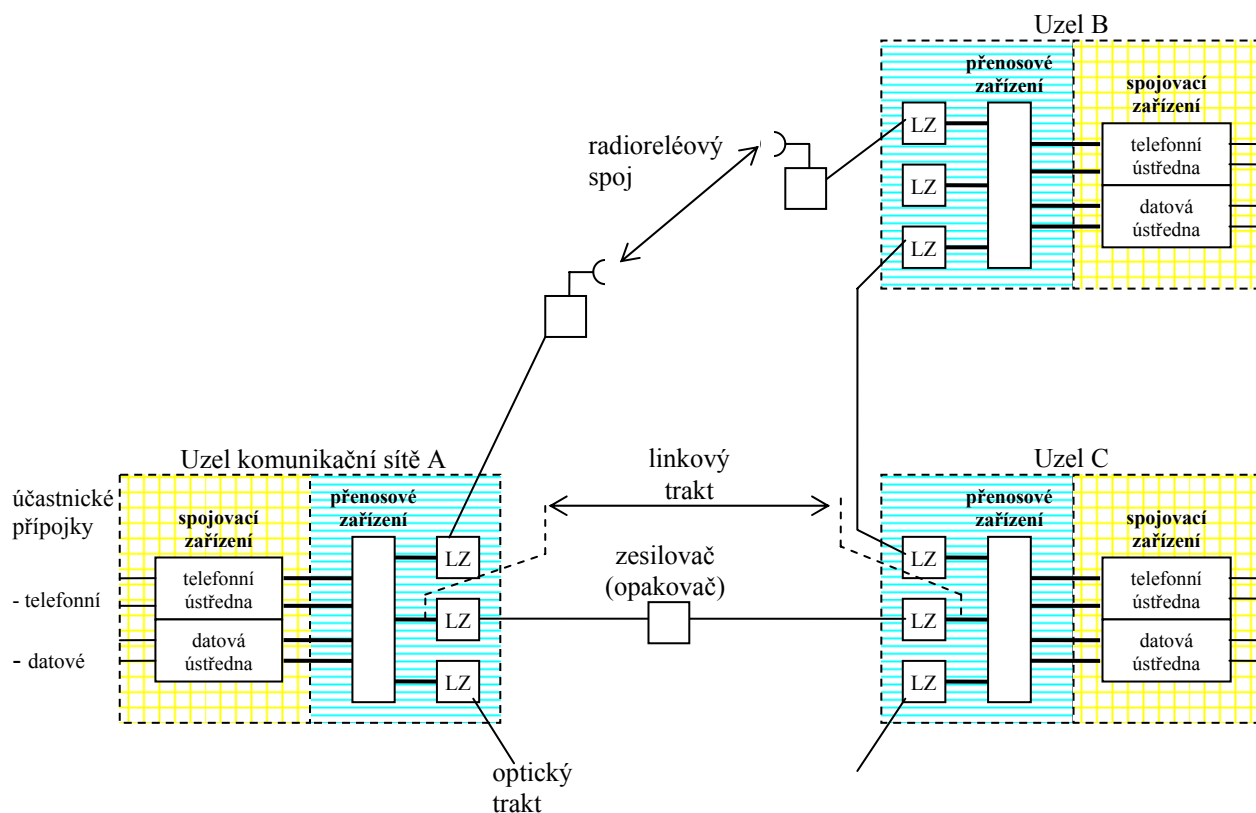
Ad) Principy přenosových a spojovacích systémů

Rozdělením telekomunikační sítě na spojovací a přenosové systémy se dosáhne vyšší spolehlivosti i lepšího využití přenosových cest. Spolehlivost přenosu zvyšujeme směrováním přenášených signálů mezi uzly přenosové sítě.

Hlavním cílem **přenosových** zařízení je bezchybný a spolehlivý přenos telekomunikačních signálů. Přenosové zařízení zajistí mezi **spojovacími** zařízeními přenos vlastní zprávy i signalizační informace.

Přenosové systémy

Síť je tvořena uzly a fyzickými přenosovými cestami realizovanými různým způsobem (metalickými či optickými a rádiovými prostředky – viz ot. č. 26), které jsou součástí **přenosové sítě**. V případě potřeby se musí signál průběžně zesilovat (v zesilovači) či regenerovat (v opakovači). Úsek vedení včetně zesilovače (opakovače) nazýváme **zesilovacím úsekem** (opakovacím úsekem). Součástí uzlu je **linkové zakončení (LZ)**, které přizpůsobuje vysílaný signál dané přenosové cestě (např. z el. signálu na optický) a opačně přijímaný signál obnovuje do standard. tvaru. Přenosovou cestu včetně zesilovačů (opakovačů) a LZ nazýváme **linkovým traktem**. Vlastní **přenosové zařízení zajišťuje sdružování požadovaných signálů ze spojovacích zařízení (tel. ústředna, datová ústředna) a zajišťuje jejich přenos do požadovaného cílového uzlu sítě.**



Obr.: Vymezení přenosového zařízení v telekomunikační síti

Přenosové systémy se dělí na analogové a digitální.

Analogové přenosové systémy

- nazývané též nosné telefonní systémy využívají širokopásmové přenosové cesty signálem, který vytvářejí na principu frekvenčního dělení kanálu **FDM** (viz. ot. č. 27). Tyto systémy umožňují na širokopásmové přenosové cestě vytvořit současně několik (10-1000) vzájemně nezávislých telefonních kanálů. Každému kanálu je ve frekvenčním spektru vyhrazen interval o šířce 4000 Hz, což je šířka postačující k umístění signálu standardizovaného tel. kanálu (300 – 3400 Hz). Do vymezeného frekvenčního pásma jsou tyto signály přeloženy použitím amplitudové modulace AM.

Digitální přenosové systémy

- nahradily analogové systémy, protože kvalita přenosu je prakticky nezávislá na délce linkového traktu, umožňují vysokou odolnost proti rušení, jednotný signál pro přenos telefonních, obrazových, datových a jiných signálů. Využívají principu PCM, PDH a SDH (viz ot. č. 29)

Spojovací systémy (= telefonní ústředny)

Spojovací systémy slouží:

- ke vzájemnému propojování účastnických přípojek při vnitřním spojení účastníků téže ústředny
- k propojování účastnických přípojek s odchozím vedením do jiné ústředny (odchozí spojení)
- k propojování příchozích vedení z jiné ústředny s účastnickou přípojkou (příchozí spojení)
- ke vzájemnému propojování příchozích a odchozích vedení (tranzitní spojení).

Každý spojovací systém obsahuje dvě základní části:

- Spojovací pole
- Řízení

Spojovací pole je vytvořené ze spínacích prvků a slouží k sestavování spojení. Pro každé spojení se vytváří spojovací cesta mezi výchozím a cílovým bodem spojení. Může být realizováno na několika principech **prostorového** a **časového** oddělení okruhů.

- Digitální **spínač S** (Space – prostorový) umožňuje propojení pouze stejných kanálových intervalů z příchozího vedení na vedení odchozí
- Digitální **spínač T** (Time – časový) umožňuje změnit časovou polohu příchozího vedení do jiné časové polohy odchozího vedení.

Řízení koordinuje veškerou činnost spojovacího systému. Patří sem nejen řízení procesů sestavování spojení, ale také další funkce, jako např. kontrolní a diagnostické operace.

Spojovací systémy se dělí do čtyř generací. Hlavním kritériem pro zařazení spojovacího systému do určité generace je stupeň centralizace¹, resp. decentralizace² jeho řízení.

¹ centralizované řízení – řídicí funkce jsou soustředěny do jednoho prvku

² decentralizované řízení – řídicí funkce jsou rozděleny mezi jednotlivé prvky

a) spojovací systémy 1. generace

mají plně decentralizované řízení do spojovacích cest. Každá spojovací cesta je plně vybavena řídicími složkami, které jsou nezbytné pro sestavení, udržování a zrušení spojení.

b) spojovací systémy 2. generace

se vyznačují částečnou centralizací řízení do registrů a zejména určovatelů. Registr slouží k příjmu volených číslic, které pak předává v rychlém kódu určovateli. Určovatel sestavuje spojení a slouží pro větší počet spojovacích cest.

c) spojovací systémy 3. generace

pracují s programovým řízením a s prostorově děleným spojovacím polem. Spojovací pole bývá řešeno elektromechanickými prvky (jazýčková relé, kódové spínače).

d) spojovací systémy 4. generace

mají programové řízení a spojovací pole s časovým dělením, kde se využívá PCM. Spojovací systémy 4. generace jsou digitální spojovací systémy.

Ad) Pevné a mobilní rádiové služby

(viz. také ot.č. 32)

Pevné a mobilní rádiové služby patří souhrnně do telekomunikačních služeb, mezi které např. patří: hovor, videohovor, sms, mms, e-mail, fax atd. (tedy všechny další služby, které “umí“ Váš telefon).

Telekomunikační služba je soubor technických, provozních a organizačních opatření umožňující určitý způsob dálkové komunikace zajišťující přenos zpráv v různé formě.

Dělení služeb dle různých hledisek:

- **Dostupnost služby** (veřejná, neveřejná)
- **Vztah služby k síti** (základní, přídatná)
- **Způsob regulace služby**
 - Rezervované – poskytované na základě zvláštních práv udělených regulátorem (např. určení výhradního poskytovatele dané služby na určitou dobu)
 - Nerezervované – všechny ostatní služby v konkurenčním prostředí
 - Povinné – služby, které jsou z hlediska regulátora nutné zachovat i v případě, že jsou ekonomicky málo výhodné.
 - Registrované (ohlašované) – nerezervované služby, které nepodléhají žádným regulačním opatřením.
- **Velikost obsluhovaného území** – místní, regionální, národní, mezinárodní
- **Směr toku informace**
 - Služby distribuční – umožňují jednosměrný přenos informace pomocí telekomunikačních kanálů z jednoho místa do mnoha.
 - Služby interaktivní – umožňují obousměrný přenos informace pomocí telekomunikačních okruhů mezi dvěma a více místy.
- **Typ přenášené informace**
 - Hovorové (hlasové)
 - Nehovorové: textové, obrazové, datové, multimediální
- **Stupeň volnosti terminálu** – pevná, mobilní

Souhrnně se schopnost poskytovat služby na určité úrovni pomocí telekomunikační sítě posuzuje pomocí parametrů **kvality služby – QoS (Quality of Service)**.

Hlavní parametry QoS:

- Ztráta paketů (packet loss) / chybovost
- Zpoždění (delay)
- Kolísání zpoždění (jitter)

Obecně lze služby dělit na 4 *třídy*: **interaktivní**, **vyžadující odpověď**, **včasná** a **není kritické** nebo podle *symetrie*: **symetrická**, **asymetrická** a **jednosměrná**

Základní kvalitativní předpoklady pro různé skupiny služeb:

Charakter doručování	interaktivní	vyžadující odpověď	včasné	není kritické
Zpoždění	<< 1 s	~ 2 s	~ 10 s	>> 10 s
Chyby lze tolerovat do určité výše	Konverzace pomocí hlasu a obrazu (telefon, videotelefon)	Hlasové a obrazové zprávy	Audio a video na přání (streaming)	telefax
Nutný přenos bez chyb	Povely a řízení (např. Telnet, interaktivní hry)	Transakce (např. elektronické obchodování) a hledání informací (browsing)	Zasílání zpráv a stahování souborů (např. E-mail, download)	Stahování souborů a přenos dat na pozadí (background)

Základní kvalitativní předpoklady pro přenos zvukové a obrazové informace:

aplikace	symetrie	typická rychlost [kbit/s]	zpoždění [s]	kolísání zpoždění [ms]	PLR
Přenos zvukové informace (voice, audio)					
telefonie	symetricky	4 až 64	< 0,4 preferováno < 0,15	< 1	< 3%
hlasové zprávy	jednosměrně	4 až 32	< 1	< 1	< 3%
rozhlasové pořady (audio na přání)	jednosměrně	16 až 128	< 10	<< 1	< 1%
Přenos obrazové informace (video)					
videotelefon	symetricky	16 až 384	< 0,4 preferováno < 0,15		< 1%
TV pořady (video na přání)	jednosměrně	16 až 384 (pro vyšší kvalitu až jednotky Mbit/s)	< 10		< 1%

PLR – Packet Loss Rate)

Základní kvalitativní ukazatele pro přenos dat:

aplikace	symetrie	typický objem dat [kB]	zpoždění [s]	četnost chyb BER
hledání informací (browsing)	asymetricky	~10	< 2 přípustné < 4	~ 0
stahování souborů a statických obrázků	asymetricky	10 až 10000	< 15 přípustné < 60	~ 0
obchodní transakce	symetricky	< 10	< 2 přípustné < 4	~ 0
dálkové řízení a interaktivní hry	asymetricky	< 1	< 0,2	~ 0
e-mail (přístup k serveru)	jednosměrně	< 10	< 2 přípustné < 4	~ 0
e-mail (mezi servery)	jednosměrně	< 10	několik minut	~ 0
telefax	jednosměrně	~ 10	několik minut	< 10 ⁻⁶

Pozn.: z výše uvedených tabulek postačí znát pouze typ služby + její příklad.

Např. služba: není kritické – příklad: telefax, nebo služba: jednosměrná – příklad: e-mail

Summary:

Komunikační kanály a cesty

Kanál – soubor technických prostředků umožňující jednosměrný přenos signálu

Cesta – soubor technických prostředků a prostředí, překlenující vzdálenost mezi zdrojem a příjemcem zprávy, po kterém se přenáší vhodně přeměněné elektrické signály.

Komunikace na okruzích a paketová komunikace

- Přepojování okruhů (vlak) – pro potřeby komunikujících stran se vyhradí přenosový kanál (okruh) o určitých vlastnostech (kapacita, zpoždění atd.), který tyto strany mají vyhrazen pouze pro sebe
- Přepojování paketů (auto) – neexistuje sestavený okruh mezi zdrojovou a cílovou stanicí. Pakety se posílají individuálně, každý má ve svém záhlaví všechny potřebné informace pro jeho přenos sítí
 - *Datagramová služba*: cílová adresa – každý paket
směrování – každý datagram, v každém uzlu
přenos – různé cesty => různé pořadí na přijímací straně
reakce na stav sítě – ano
ukončení spojení v uzlech - ne
 - *Služba virtuálních okruhů*: cílová adresa – první paket
směrování – jednou, při navazování spojení
přenos – stejná cesta => stejní pořadí na přijímací straně
reakce na stav sítě – ne
ukončení spojení v uzlech – ano

Principy přenosových a spojovacích systémů

Přenosové zařízení zajišťuje sdružování požadovaných signálů ze spojovacích zařízení (tel. ústředna, datová ústředna) a zajišťuje jejich přenos do požadovaného cílového uzlu sítě. K tomu používá principy AM u analogových systémů a principy PCM, PDH a SDH u digitálních systémů.

Spojovací systémy (tel. ústředny) slouží k propojování účastnický přípojek s vedením za účelem sestavení spojení (odchozí, příchozí, tranzitní). Obsahují dvě základní části: spojovací pole a řízení.

Pevné a mobilní rádiové služby

Telekomunikační služba je soubor technických, provozních a organizačních opatření umožňující určitý způsob dálkové komunikace zajišťující přenos zpráv v různé formě.

Dělí se na hovorové (hlasové) a nehovorové (textové, obrazové, datové, multimediální).

Úroveň služby se posuzuje pomocí parametrů kvality služby (QoS).

Použitá literatura:

Komunikační kanály a cesty

1. Svoboda, Jaroslav a kol.: Telekomunikační technika, díl 1: Zprávy, signály, přenosová prostředí.

Komunikace na okruzích a paketová komunikace

1. Pužnamová, Rita: TCP/IP v kostce
2. Svoboda, Jaroslav a kol.: Telekomunikační technika, díl 3: Telekomunikační sítě a služby
3. přednášky TSS - Ing. Robert Bešřák, Ph.D.:
<http://www.comtel.cz/files/download.php?id=2262>

Principy přenosových a spojovacích systémů

1. Svoboda, Jaroslav a kol.: Telekomunikační technika, díl 2: Přenos dat, spojovací a přenosové systémy (kap. 7 a 8).

Pevné a mobilní rádiové služby

1. Svoboda, Jaroslav a kol.: Telekomunikační technika, díl 3: Telekomunikační sítě a služby (kap. 11)
2. přednášky TSS - Ing. Robert Bešřák, Ph.D.:
<http://www.comtel.cz/files/download.php?id=2084>

Další zdroje:

1. Vodrážka, J., Pravda, I.: Principy telekomunikačních systémů, ČVUT, Praha, 2006
2. Jansen, H., Rötter, H.: Informační a telekomunikační technika, Europa Sobotáles, Praha