

# Telekomunikační sítě

## Obsah

---

- Základy telekomunikačních sítí
  - Dělení telekomunikačních sítí
  - Signalizace
- Protokolové modely
  - Protokolový model TCP/IP
    - IP protokol
    - TCP protokol
    - UDP protokol
    - RTP protokol
  - Síťový řídicí systém
  - Telekomunikační řídicí síť
- LAN sítě
  - Ethernet IEEE 802.3
  - Token Ring IEEE 802.5
  - Fiber Distributed Data Interface FDDI

# Základy telekomunikačních sítí

---

**Telekomunikační síť** tvoří skupina telekomunikačních zařízení, která jsou logicky uspořádaná a propojená s cílem poskytovat telekomunikační služby. Skládá se ze skupiny zdrojů informací a přijímačů informací a ze sítě pro přenos a přepojování signálů, ke které jsou zdroje a přijímače připojeny prostřednictvím přístupových bodů a přístupových vedení.

Úkolem sítě je umožnit výměnu zpráv mezi přístupovými body k síti. Přístupové body jsou připojeny k účastnickým koncovým zařízením pomocí přístupových vedení (u telefonních sítí **local loop**).

- Kdykoli musí být možné vytvořit spojení z jednoho přístupového bodu ke kterémukoli jinému přístupovému bodu.
- Každý uživatel musí mít možnost určit si sám požadovaný cíl, musí mít možnost řízeného zásahu do sítě.
- Síť musí být dostatečně výkonná – musí poskytovat dostatečně velký počet současných spojovacích možností.

*Zde patří obrázek komunikačního modelu*

**Komunikační spojení** vytváří vazby mezi dvěma koncovými zařízeními za účelem výměny informací určitého typu. Tato vazba může mít v závislosti na použité službě nebo síti různé vlastnosti. Komunikační spojení může být vytvořené pomocí za sebou propojených kanálů anebo jako virtuální kanál - spojení vstupního kanálu do komutačního uzlu a výstupního kanálu z komutačního uzlu. Toto spojení může být trvalé nebo může být vytvořeno jen po určitou dobu.

## Dělení telekomunikačních sítí

---

Při **spojově orientovaném přenosu** se vytváří komunikační spojení mezi dvěma koncovými zařízeními na základě řídicích informací (telefonní číslo, adresa koncového zařízení) ze zdrojového zařízení. Typické příklady: tradiční telefonní síť,

1. Vytvoření spojení ze zdroje do cíle a rezervace požadované kapacity sítě.
2. Přenos uživatelských dat.
3. Ukončení spojení a uvolnění kapacity dat.

Při **nespojově orientovaném přenosu** se uživatelské informace přenáší ve formě krátkých datových bloků, které se nazývají **pakety** a skládají se ze záhlaví obsahující adresu a datového pole. Nedochází k rezervaci kapacity sítě a není garantováno doručení paketu do cíle. Přenos je efektivnější, protože kapacita sítě může být sdílená mnoha uživateli. Typické příklady: IP síť.

Tradiční telefonní sítě mají **hierarchickou strukturu**, v níž každá geografická oblast je obsluhována vlastní telefonní ústřednou primární úrovně, které jsou vzájemně propojené prostřednictvím ústředen sekundární úrovně, tranzitními ústřednami a mezinárodními ústřednami.

V **nehierarchické struktuře**, například IP sítě, obvykle existuje jen přístupová síť a páteřní síť. Každý paket zde může cestovat po jiné trase.

K **veřejné síti** se může připojit každý uživatel – veřejná telefonní síť (PSTN – Public Switched Telephone Network), internet. **Privátní síť** mohou využívat jen definovaní uživatelé. V datových sítích rozlišujeme **LAN** (Local Area Network), **MAN** (Metropolitan Area Network), **WAN** (Wide Area Network).

## Signalizace

---

Pomocí **signalizace** se vytváří, udržuje a ukončuje spojení ve spojově orientovaných sítích. Signalizace pomáhá nalézt cestu k cíli a rezervovat v síti komunikační kanál s požadovanou kapacitou. Pomocí signalizačních informací síťové uzly ví, který vstupní port mají propojit s kterým výstupním portem pro dané spojení. Využívá se také k zabezpečení mnoha uživatelských služeb. Tyto informace mohou být přenášeny jako součást datového rámce nebo pomocí samostatných signalizačních zpráv.

- Účastnická signalizace probíhá mezi účastnickým zařízením a ústřednou.
- Meziústřednová signalizace probíhá mezi jednotlivými ústřednami. Meziústřednová signalizace využívá informace z účastnické signalizace.

Síťové komutační uzly mohou přepínat přenášené signály různým způsobem podle použité telekomunikační technologie.

- **Přepínání kanálů** – informace jsou přenášeny prostřednictvím předem vytvořených kanálů; pokud má síť dostatečnou kapacitu pro vytvoření nového kanálu, je tento vytvořen a rezervován po celou dobu komunikace, jinak je vytvoření odmítnuto. Kapacita tohoto kanálu je poté garantovaná, čímž však její kapacita nemůže být sdílena mezi uživateli. Příklad: telefonní síť.
- **Přepínání zpráv** – zastaralý způsob; přenášené zprávy jsou vybaveny cílovou adresou a posílány do sítě bez rezervace kapacity. Pokud je v síti hodně provozu, musí zprávy často čekat ve vstupní nebo výstupní vyrovnávací paměti síťových uzlů. Každá zpráva je přenášena nezávisle na ostatních – zprávy mohou cestovat k cíli po různých cestách.
- **Přepínání paketů** – na rozdíl od přepínání zpráv jsou dlouhé zprávy rozděleny na menší pakety se stejnou nebo podobnou délkou; efektivní způsob především pro zhlukovitý typ provozu v počítačových sítích. Rozlišujeme **datagramovou obsluhu**, kde mohou pakety dorazit do cíle s různým zpožděním, vhodné pro data nenáročná na přenosové zpoždění (čistá IP síť), nebo **obsluhu pomocí virtuálního kanálu**, kde se pro přenos paketů tvoří virtuální kanál s využitím předem vytvořených přepínacích tabulek síťových uzlů. Data jsou přenášena ve formě paketů po stejné cestě, v neměnném pořadí a se stejným zpožděním – Frame Relay, MPLS, ATM.

# Protokolové modely

---

## Protokolový model TCP/IP

---

Protokolový model by vytvořen na základě iniciativy Ministerstva obrany USA s cílem zajistit spojení mezi ARPANET a jinými sítěmi. Model byl navržen jako sada protokolů pro heterogenní síťové prostředí vznikající během 70. a 80. let 20. století. V současnosti se protokoly tohoto modelu používají při komunikaci mezi počítači v rámci internetu i v mnoha jiných sítích.

- Výhody: fragmentace IP paketů podle použité technologie spojové vrstvy, flexibilní adresní systém.

**Aplikační vrstva** – odpovídá tem vrchním vrstvám modelu OSI, nabízí služby systémem uživatelských aplikací: FTP, telnet, SMTP, http.

**Transportní vrstva** – poskytuje garantované doručení dat pomocí **TCP protokolu** a doručení „best effort“ pomocí **UDP protokolu**. Transportní vrstva má za úkol realizovat datový přenos z aplikační vrstvy s určitou kvalitou. Následně pak aplikační vrstvu informuje o jeho provedení. Využívá níže položenou internetovou vrstvu jako nástroj k přenosu paketů sítí bez zajištění spolehlivosti přenosu.

**Internetová vrstva** – internetová vrstva je jádrem architektury TCP/IP, odpovídá síťové vrstvě modelu OSI. Hlavním protokolem internetové vrstvy je **IP protokol** – slouží k nespojovému, datagramovému přenosu dat mezi sítěmi na principu „best effort“. IP protokol není implementován jen v koncových zařízeních, ale i v síťových zařízeních jako například směrovač. Mezi další protokoly patří **RIP** (Routing Information Protocol) a **OSPF** (Open Shortest Path First), které zkoumají síťovou topologii, stanovují cesty k cíli a vytváření směrovací tabulky; **ICMP** (Internet Control Message Protocol), který má za úkol přenášet informace o přenosových chybách datových paketů, a **IGMP** (Internet Group Management Protocol), pro podporu multicastingu – přenosu paketu na více adres současně.

**Vrstva přístupu k síti** – zodpovědná za spolupráci s různými síťovými technologiemi; TCP/IP model považuje každou technologii této vrstvy za nástroj k přenosu paketů k dalšímu směrovači na cestě k cíli. Vrstva přístupu k síti není striktně regulovaná, podporuje mnoho různých technologií – Ethernet, FDDI, ....

### IP protokol

Úkolem IP je umožnit spojení s jednotlivými níže ležícími technologiemi; nespojově orientovaný protokol. Pokud během přenosu IP paketu nastane chyba, IP neumí provést žádnou činnost k opravě této chyby. V současnosti používáme především IP verzi 4, ale stále více se prosazuje verze 6, která umožňuje lepší podporu kvality služby QoS, multicastingu a bezpečnosti. Hlavně ale přináší dostatečně velký počet adres pro rostoucí internet.

### TCP protokol

K zajištění spolehlivého doručení dat vytváří TCP logické spojení, které umožňuje číslování přenášených paketů, potvrzování jejich přijetí. Umí také detekovat a odstranit duplicitní pakety a doručit pakety aplikační

vrstvě v pořadí, v kterém byly odeslány. Umožňuje komunikaci v duplexním módu.

TCP rozděluje zprávy na **segmenty** a pro přijetí je opět poskládá. Aplikační protokoly: HTTP, FTP, SMTP, apod.

## UDP protokol

UDP je jednoduchý protokol na principu „best effort“, který se používá, pokud spolehlivost přenosu není důležitá, nebo je řešena nástroji aplikační vrstvy. Aplikační protokoly: TFTP, SNMP, DNS, apod.

## RTP protokol

Real-time Transport Protocol umožňuje komunikaci (hlas nebo video) v reálném čase i v multicastovém režimu, využívá UDP. Nepodporuje sice QoS, ale používá RTCP (RTP Control Protocol) pro výměnu informací mezi zdrojovým a cílovým zařízením.

# Síťový řídicí systém

---

Systém má za úkol sledovat parametry sítě a spravovat její konfiguraci.

- **Agenti** – softvérové moduly, které jsou umístěny v síťových zařízeních a sbírají různé informace jako počet chybných paketů přijatých síťovým zařízením.
- **Řízený objekt** – řízený objekt je popis něčeho, co může být řízeno, např. seznam aktuálně aktivních TCP spojení v určitém počítači. Řízené objekty se liší od **proměnných**, které jsou instancemi jednotlivých objektů, např. jedno aktivní TCP spojení v daném počítači.
- **Manažer** – program, který iniciuje řídicí operace a přijímá řídicí informace od agentů – vyžádané nebo nevyžádané
- **Řídicí informační databáze** (Management Information Base) – MIB obsahuje všechny řízené objekty sdružené do jednotlivých MIB modulů se stromovou strukturou.

Příkladem síťového řídicího softvéru je **SNMP** (Simple Network Management Protocol). Tento řídicí systém plní následující úkoly: konfigurační management, chybový management, výkonnostní management, bezpečnostní management a účtovací management.

## Telekomunikační řídicí síť

---

Telecommunication Management Network – TMN je fyzicky oddělená síť pro řízení telekomunikačních sítí a služeb. Řízení je nezávislé na zatížení telekomunikační sítě, řídicí informace jsou přenášeny nezávisle na síťových zařízeních, konfigurace síťových zařízení je možno připravit předem a realizovat v době nižšího provozu v síti. TMN může být použita i v prostředí telekomunikační sítě s vybavením od různých výrobců.

# LAN síť

---

Cílem LAN sítí je propojit počítače umístěné v omezené oblasti do podoby počítačové sítě obvykle spravované pouze jednou organizací. Mezi důležité charakteristiky patří velikost pokrytého území, počet připojených počítačů, počet a typ nabízených služeb a požadované přenosové rychlosti.

LAN technologie využívají jen funkce fyzické a spojové vrstvy. **Fyzická vrstva** se zabývá reprezentací bitů pomocí elektrických, optických nebo elektromagnetických vln. **Spojová vrstva** má dvě podvrstvy – **Řízení logického spoje LLC** (implementována softvérově) a **řízení přístupu k médiumu MAC** (implementováno jak softvérově, tak hardvérově). Protokoly v LAN definuje IEEE 802. 802.1 definuje společné vlastnosti LAN, 802.2 podvrstvu LLC, 802.3 Ethernet, 802.5 Token Ring, 802.11 Wi-Fi a další.

**MAC podvrstva** - MAC zajišťuje přístup k přenosovému médiumu, vytváří rámce a přenáší je mezi zařízeními v síti. Jedním z hlavních algoritmů pro přístup k sdílenému přenosovému médiumu je **náhodný přístup** – stanice s rámcem připraveným k přenosu se ho pokusí odeslat bez koordinace využívání sdíleného média s jinými stanicemi s rizikem kolize. Metoda negarantuje přenos rámce v určitém čase. **Deterministický přístup** – doba čekání na přístup k médiumu předem známa, rozlišuje **token passing** a **pollings**. Síť s deterministickým přístupem lépe podporují QoS a lépe fungují v době zahlcení sítě provozem. Na druhou stranu síť s náhodným přístupem jsou efektivnější a levnější.

**LLC podvrstva** - vytváří rozhraní k síťové vrstvě, která s ní sousedí a zajišťuje bezchybný přenos rámců mezi zdrojem a cílem.

**Fyzická topologie** popisuje, jak jsou síťová zařízení mezi sebou pospojována. **Logická topologie** popisuje, jakým způsobem jsou data vyměňována mezi síťovými zařízeními. Příklady topologií: sběrnice, kruh, hvězda, rozšířená hvězda.

## Ethernet IEEE 802.3

---

**Ethernet** je v současnosti nejrozšířenější LAN technologie díky své jednoduchosti a nízké ceně a zahrnuje různé varianty této technologie, v užším smyslu je to síťový standard pro přenos dat 10 MBit/s.

**CSMA/CD** (Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection) je přístupová metoda s náhodným přístupem používaná u Ethernetu. Algoritmus umožňuje více stanicím pokusit se o přístup ke sdílenému médiumu. Pokud je médium volné stanice může vyslat svůj rámec. Pokud médium není volné, stanice musí počkat, dokud médium nebude volné. Naslouchání nezaručuje eliminaci situace, kdy se dvě nebo více stanic pokusí současně vyslat své rámce, protože detekují prázdné přenosové médium – nastane **kolize**. Poté, co je kolize detekována, musí tyto stanice přestat vysílat a pak musí čekat po náhodnou dobu, než se pokusí o nové vysílání. Tato čekací doba exponenciálně roste, pokud nastane po sobě více jdoucích kolizí.

Existuje více verzí Ethernet rámců. Pro DIX/Ethernet II platí: 8 bytů preamble, 6 bytů cílové a zdrojové adresy, 2 byty typu dat, až 1,500 bytů dat a 4 byty kontrolního součtu.

- Ethernet – 10 MBit/s



- Fast Ethernet – 100 MBit/s, 802.3u
- Gigabit Ethernet – 802.3z pro optické a STP kabely, IEEE 802.3ab pro UTP kabely,
- 10 Gigabit Ethernet – 802.3ae
- 40 Gigabit Ethernet a 100 Gigabit Ethernet – 802.3ba

10, 40 a 100 Gigabit Ethernet jsou navrženy pro plně duplexní spojení přes optická vlákna, na krátkou vzdálenost lze použít i metalický kabel. Jsou velmi užitečné i v MAN a WAN sítích. Metoda CSMA/CD již není použita.

## Token Ring IEEE 802.5

---

**Token Ring** používá deterministická přístupová metoda, která se nazývá **token passing**. Používá se kruhová topologie, v níž se odeslaný rámec vždy vrátí k odesílateli. V některých případech je síť schopna automaticky opravit chyby, jedna stanice řídí komunikaci.

V rámci sítě Token Ring každá stanice může obdržet data přímo jen od jedné stanice – té, která ji předchází v rámci kruhu. Každá stanice posílá svá data do nejbližší sousední stanice v definovaném směru v rámci kruhu. Když stanice přijme rámec token a nemá data k odeslání, pošle token k další stanici. Pokud token dorazí do stanice, která má data k odeslání, tak tato stanice token odebere ze sítě, čímž má právo k přístupu k fyzickému médiu a k odeslání dat. Toto pošle v rámci spolu se zdrojovou a cílovou adresou. Přenášovaná data putují kruhovou sítí jedním směrem. Když rámec dorazí k cílové stanici a zkopíruje jej do vnitřního bufferu. Poté nastaví indikátor potvrzení přijetí a rámec odešle dál. Až zdrojová stanice obdrží svůj rámec zpět, odebere jej ze sítě a vloží do ní token.

Přenosové rychlosti 4 MBit/s nebo 16 MBit/s, maximální počet stanic je 260 a maximální délka kruhu je 4 km. Token Ring je spolehlivější než Ethernet, ale dnes již nevyužitý.

## Fiber Distributed Data Interface FDDI

---

FDDI je první LAN technologie, která začala používat optická vlákna jako přenosové médium. FDDI používá **token passing** a kruhovou topologii, nabízí však dva kruhy, propojující jednotlivé stanice. Jeden kruh je hlavní a druhý záložní. FDDI umožňuje přenášet rámce rychlostí 100 MBit/s v rámci kruhu o délce až 100 km s nejvýše 500 stanicemi.

Za normálních okolností jsou data přenášena jen přes primární kruh, nazýváme **thru mode**. Pokud dojde k poruše a část primárního kruhu není možné použít, propojí se primární a sekundární kruh tak, aby společně vytvořily uzavřený kruh, nazýváme **wrap mode**. FDDI nabízí **synchronní službu**, která garantuje určitou přenosovou rychlost jednotlivým stanicím a **asynchronní službu**, která dynamicky přiděluje přenosovou rychlost.

Standard FDDI definuje **stanici třídy A** (připojena k oběma kruhům), **stanici třídy B** (připojena jen k primárnímu kruhu) a **koncentrát** (připojuje třídu B k sekundárnímu kruhu). FDDI se využije pro propojení více budov a pro

připojení výkonných serverů do sítě.

**FDDI 2** nabízí navíc izochronní službu s přepínáním kanálů. **FFOL** (FDDI-Follow-On-LAN) umožňuje vzájemné propojení FDDI sítí mezi sebou rychlostmi 155 Mbit/s a 622 Mbit/s vycházející z SDH.