

Internetworking a Ethernet

3

internetworking, propojovací prvky, propustnost sítě, přenosová média a síťové rozvody; standard Ethernet 802.3 (10/100/1000 Mbit); standard IEEE 802.11 (a/b/g/n); 802.x – druhy a typy rámců, techniky směrování, přístupové metody; konfigurace TCP/IP

Internetworking

Internetworking je **vzájemné propojení celých sítí**. Sítě propojujeme protože dosah médií je omezený např.: Ethernet 10base2 má dosah koaxiálního kabelu jen 182 m. Dále tak můžeme optimalizovat datové toky a řešit přístupová práva, ochranu a obranu (firewall). Pod Internetworkingem si můžeme přestavit **soustavu sítí propojenou** v jednu nebo **jednu síť**. Proto, abychom mohli mít síť dostatečně velkou a splňovala naše podmínky, potřebujeme síť propojit. Podle toho na jaké vrstvě (LX) propojovací „krabička“ funguje dostává své jméno

OBECNĚ

Propojovací prvky

Prvky mohou být **aktivní** (repeater, switch, bridge, router) nebo **pasivní** (kabely a konektory). Máme několik propojovacích prvků:

- » **Repeater** na fyzické vrstvě L1
- » **Switch** a **Bridge** na linkové vrstvě L2
- » **Router** na síťové vrstvě L3
- » **Gateway** na aplikační vrstvě L7

PROPOJOVACÍ PRVKY

Repeater je **opakovač**, opakuje signál, zesílí ho a tvaruje. Nekontroluje obsah signálu a tak jej posílá do „všech stran“ provádí tzv. **broadcast**. Tím, že nekontroluje obsah a má **sdílenou přenosovou kapacitu**, dochází ke kolizím a vzniká **kolizní doména** (část sítě, kde se šíří chyba). Proto je omeze počet na 4 opakovače na 3 obytné segmenty. Protože jen přeposílá signál, **propojuje segmenty se stejnou rychlostí**. není závislý na technologii použité na L3, ale na linkové (L2) ano. Protože tyto technologie zasahují až na linkovou vrstvu. Při modulaci signálu dochází k malému zpoždění.

NA FYZICKÉ VRSTVĚ



Hub je něco jako opakovač. Je to skříňka, která slouží v hvězdicové topologii k propojení uzlů. Například je využita v Ethernetu k rozbočení kroucené dvojlinky. nemá definováno na jaké vrstvě funguje.

NA LINKOVÉ VRSTVĚ

Abychom mohli předat data jen určitému uzlu, potřebujeme filtrování neboli cílené přesměrování tj. **forwarding**. K tomu potřebujeme znát Odesílatele a příjemce zprávy. Toto se odehrává na linkové vrstvě L2.

Bridge česky **most** je optimální na filtrování. Most byl používán v hvězdicové topologii. Propojil vždy dva uzly a zbytek nemohl komunikovat. Proto musel mít **buffer pro data**. Nepropouštěl kolize. Propouští všesměrové vysílání tj. **broadcast**. Nepoužívá se, protože nekladl důraz na rychlost.

Switche česky **přepínač** je optimalizovaný na cílené přesměrovávání (**forwarding**). Propojením segmentů na L2 vznikne síť. Mezi uživateli je nepřímá cesta, jim se zdá jako přímá. Protože se jedná o přímé přesměrování (doručení dat k příjemci), musí mít **buffer** pro data, ten je dvojího typu. **Store&Forward** čeká na načtení celého rámce, kdežto **Cut-Trough** čeká jen na načtení hlavičky s příjemcem. *Switche* zná umístění příjemce buďto z pevného nastavení nebo metodou zpětného učení (*source routing*). Nepropouští kolize, propouští všesměrové vysílání (**broadcast**).

NA SÍŤOVÉ VRSTVĚ

Switche mohou fungovat i na **síťové vrstvě** (L3). Má menší směrovací tabulky (tam, kde se ukládá umístění příjemců). Většinou se jedná o přepínač L2 doplněný o schopnosti práce na síťové vrstvě L3. Je pouze v síti nikoliv mimo ni. Umožňuje zmenšit broadcast domény.

Router česky **směrovač** funguje na síťové vrstvě L3. pracuje s linkovými rámci na kterých jsou adresy příjemce a odesílatele. Z rámců vybalí pakety a zkoumá jejich obsah, hledá adresy. Poté paket zpět zabalí a odešle, pokud má informaci o vzdáleném uzlu. Je to vhodné řešení pro řešení přístupových práv, ochrany a bezpečnosti. Umí monitorovat data a řídit provoz. Potřebuje větší buffer pro data a **směrovací tabulky** (viz otázka „Přístupové metody směrování a výpočetní model“, page 20) než *switche*. Funguje jako spojka mezi různými prostředími (MAN, WAN, LAN).

NA TRANSPORTNÍ VRSTVĚ

Switche fungující na **transportní vrstvě** L4 ale i nižších. Rozhoduje podle síťových a transportních adres. Umí rozlišit různé druhy provozu jako je HTTP a DNS. Řídí datový provoz tj. **traffic management**.

NA APLIKAČNÍ VRSTVĚ

Switche mohou fungovat i na aplikační vrstvě (L7) respektive fungují na síťové a mají přesah rozhodování do transportní a aplikační vrstvy. Takový to přepínač řídí datový provoz.

Propustnost sítě

Přenos informace v síti je komunikace mezi vrstvami. K propustnosti mezi sítěmi používáme propojovací prvky, switch, router atd,...

MEZI SÍTĚMI

Firewall je označen jako řešení, které implementuje požadovaná pravidla přístupu. Může být realizován jako software, hardware nebo kombinace těchto opatření. Firewall funguje na dvou základních principech:

MEZI SÍTÍ A UŽIVATELEM

- » všechno je blokováno, něco je povoleno
- » všechno je povoleno, něco je blokováno (zakazuje konkrétní negativní výjimky)

Jako konkrétní řešení můžeme označit DMZ (**demilitarizovaná zóna**). funguje na principu „vše je zakázáno, něco povoleno“. Je povolen provoz, který začíná nebo končí pouze uprostřed DMZ. Do DMZ jsou umístěny „**brány**“, které předávají povolený provoz.

KONKRÉTNÍ ŘEŠENÍ

Paketové filtry jsou dalším řešením firewallu. Může fungovat na obou principech. Blokování i povolování probíhá na úrovni L3, může využít i informace z vyšších vrstev. Například z L4 číslo portu, z L7 URL adresu, atd. Může fungovat na **stavovém** nebo **bezstavovém** principu (tj. braní resp. nebraní ohledu na historii zacházení s obdobnými pakety). Využívá **ACL** (*Access Control List*). Jedná se o „seznam pravidel“, podle kterého se paket povolí nebo zakáže. „Standardní“ seznam ACL zjišťuje pouze odkud paket přichází (kontroluje IP adresu). Existují i „rozšířené“ seznamy ACL, ty se ptají i na další věci.

Přenosová média

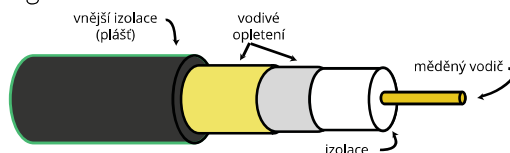
Přenosová média šíří (nějakou podobu) **elektromagnetického signálu**. Dělíme je na

PŘENOSOVÁ MÉDIA

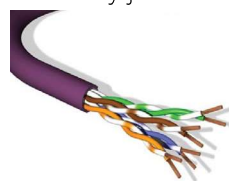
- » **vedená** tzv. „drátová“ - kroucená dvojlinka, koaxiální kabel, optická vlákna, vlnovody
- » **nevedená** (bezdrátová) - radiové (frekvence do 30 GHz), infračervené (300-430 GHz) a optické (400 Thz až 1 PHz)

Koaxiální kabel je složen z měděného jádra, izolace, vodivého opletení a vnější izolace (pláště). V Ethernetu jej dělíme na tlustý a tenký koaxiální kabel. Tlustý koaxiální kabel o průměru 1cm byl prvním kabelem, který byl použit pro přenos dat v síti Ethernet standard **10base5**. Segmenty byly dlouhé až 500 metrů. Tenký kabel měl průměr 5 mm, byl využíván ve standardech **10base2** v 185 m dlouhých segmentech.

*VEDENÁ MÉDIA
„DRÁTOVÁ“*

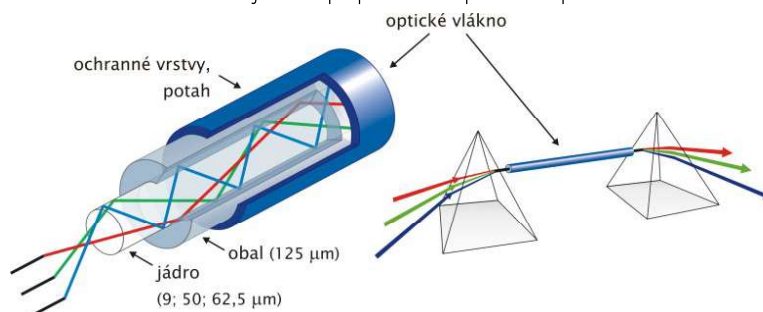


Kroucená dvojlinka (*twisted pair*) je tvořena páry vodičů. Páry jsou kroucené. Důvodem je kroucení kabelu je minimalizace přeslechů. Kroucenou linku dělíme podle počtu párů nebo podle stínění (stíněná × nestíněná). Využívá se v telekomunikacích a počítačových sítích. Začala být využívána ve standardech **10baseT** až 10GbaseT.



Optická vlákno je ze skla nebo z plastu (pokud se jedná o krátkou vzdálenost). Funguje na principu přenosu vlnové délky (světla) na základě prostředí s různou optickou hustotou. Přenos je založen na Snellově základu lomu. Vlákno je chráněno pláštěm. Existuje více variant vláken:

- » **jednovidové** - více paprsků světla najednou, vyhodnocuje se součet
- » **mnohovidové** - jeden paprsek se přenáší po ose vlákna bez odrazů



Síťové rozvody

OBECNĚ

Síťové rozvody se skládají z **přístupové** a **páteřní** sítě. Mohou být bezdrátové, drátové nebo kombinované. Více v kapitole „Baseband a broadband“ on page 37.

ETHERNET

Představa fungování Ethernetu je dvojí. Za prvé jako přenosová technologie na základě paketů (spojovaně, nespolehlivě, best effort inspirace TCP/IP). Nebo za druhé bude využívat všesměrový signál. Přenosové médium umožňuje všesměrový přenos (koaxiální kabel s odbočkami). Distribuované řešení s detekcí kolize (CSMA/CD).

Ethernet

TECHNOLOGIE PŘENOSU

Je **přenosová technologie** na úrovni **linkové** (L1) a **fyzické vrstvy** (L2). V referenčním modelu ISO/OSI pokrývá fyzickou a linkovou vrstvou jen její **podvrstvou MAC** (rámec). Přenos na:

- » L2 - přenáší linkové rámce (v podvrstvě MAC) a proto musí řešit formáty a adresování rámců
- » L1 - přenáší jednotlivé bity a proto musí řešit přenosová média (koaxiální kabel, kroucená dvojlinka, optika,...) a kódování jednotlivých bitů.

Zrodil se ve středisku firmy Xerox přibližně v roce 1973. Jeho úkolem bylo propojit mezi sebou větší počet stanic Alto, umístěných v jednom objektu. Bez nutnosti „rekonfigurovat“ síť a měnit její topologii při přidávání stanic. Tato snaha vznikla z potřeby propojit stanice Alto s rychlými laserovými tiskárnami

HISTORIE VZNIKU

Přístupové metody

CSMA (*Carrier Sense Multiple Access*) je pravděpodobnostní **přístupový protokol** k médiu (*Media Access Control protocol*, **MAC protocol**), ve kterém uzel ověřuje nepřítomnost dalšího provozu před vysláním na sdíleném fyzickém médiu, jako například elektrickém propojovacím vedení či pásmu elektromagnetického spektra. V **čistém CSMA** je pro zabránění kolizím použito jen naslouchání nosné. Pokud se dva uzly pokusí vysílat v téměř totožném čase, žádný nedetekuje nosnou, takže oba začnou vysílat. Vysílající nezjišťují kolize, takže přenesou celý rámec (a plýtvají šířkou pásma). Přijímače nemohou rozlišit mezi kolizemi a jinými zdroji chyb rámců, takže obnova z kolize závisí na schopnosti komunikujících uzlů detekovat chyby rámců a vyvolat proceduru obnovy z chyb.

*PŘÍSTUPOVÁ METODA
CSMA*

V **CSMA/CA** (*Carrier Sense Multiple Access With Collision Avoidance*) každý uzel informuje ostatní uzly o úmyslu vysílat. Jakmile byly ostatní uzly informovány, informace je vysílána. Toto opatření zabrání kolizím, protože všechny uzly vědí o vysílání dříve, než k němu dojde. Kolize jsou nicméně stále možné a nejsou detekovány, takže mají stejné důsledky jako v čistém CSMA. CSMA/CA se využívá především **v bezdrátových sítích**, protože účastníci bezdrátového přenosu nejsou schopni zároveň vysílat a přijímat.

CSMA/CA

V **CSMA/CD** (*Carrier Sense Multiple Access With Collision Detection*) jsou vysílající uzly schopny detekovat výskyt kolize a zastavit vysílání okamžitě a počkat náhodnou dobu před dalším pokusem o odeslání. CSMA/CD však nelze použít pro všechna média (např. pro rádio) a vyžaduje přídavnou elektroniku.

CSMA/CD

Při vyšším zatížení není tato metoda efektivní. Minimalizuje kolize, ale nezabrání všem. Ke kolizím stále dochází na začátku rámce (prvních 512 b). Proto metoda využívá takzvaný **časový slot (okénko kolize)**, kdy metoda „naslouchá“ po dobu 2× delší než je nejdelší doba šíření signálu na **kolizní doméne**. Minimální velikost rámce je 512 b = 64 B.

Kolizní doména je část Ethernetové sítě, kde se šíří kolize (mezi dvěma uzly). Končí ve směrovači nebo přijímači. Pokud vznikne kolize, uzel vyše **jam signál** tj. informace o tom, že vznikla kolize. Kolizní doménu - segment můžeme vypočítat z rychlosti přenosu bitu. V 802.3. 10 Mbit/s máme přenos bitu za 1/10 μs => cca 23 metrů. Maximální délka kabelu je 232×23 m.

IEEE 802.3

DRÁTOVÝ ETHERNET

Jedná se o **standard společnosti Institute of Electrical and Electronics Engineers**, který určuje specifikace fyzické a linkové vrstvy Ethernetu. Jedná se o **fyzické propojení uzlů** a/nebo **infrastrukturních zařízení** (hub, switch, router) pomocí měděných nebo optických kabelů.

10 Mbit Ethernet

Existuje několik standardů, dělíme je podle rychlosti, délky segmentu a přenosového média.

10base5

Ethernet 10base5 je prvním standardem. Číslo 10 označuje maximální (teoretickou) přenosovou rychlost 10 Mbit/s. Base označuje přenos v základním pásmu **baseband** tzn. že není prováděna modulace signálu na jiný, médiem lépe průchozí signál. Číslíce 5 označuje velikost segmentu a to na 500 m. Byl použit koaxiální kabel o průměru 1 cm, to způsobovalo problémy ve vedení (zahnutí atd.). Signál mezi segmenty předává **tranciever**, který je umístěn přímo na koaxiálním kabelu. Má **sběrníkovou** topologii. Přenos probíhá **poloduplexně** (tj. přenos probíhá pouze tam nebo zpět, nikoliv současně tam i zpět). Proto, aby nevznikali **kolize** (= při vysílání signálu jedním uzlem, začne vysílat druhý uzel a tím signál naruší respektive změní jeho signál) je použita přístupová metoda **CSMA/CD** (Sleduje, zda někdo nevysílá, pokud je „volno“ vyšle signál. Není zárukou, že nevznikne kolize, viz „Přístupové metody“ on page 29).

10base2

Ethernet 10base2 navazuje na 10base5 s tím, že koaxiální kabel má průměr pouze 0,5 cm, tím se dá lépe vést. Ovšem maximální délka segmentu mohla být 185 m. Stále využívá **sběrníkovou** topologii s **poloduplexním** přenosem dat. **Tranciever** (krabička na vysílání signálu) je umístěn na síťové kartě. Je použita metoda CSMA/CD.

10base-T

Ethernet 10base-T je standard, kde přenosovým médiem jsou dva páry kroucené dvojlinky. Používá se konektor RJ-45. Na kroucené dvojlinky nemůžeme dělat „odbočky“. K rozvětvení (napojení) využíváme **hub** (krabičku), ta nám umožňuje vytvořit **hvězdicovou** topologii s **plně duplexním** přenosem. Ne-sdílí se tak přenosové médium. Uzel chápeme jako segment. Výhodou je, že se závada vždy projeví jen v jednom uzlu a dá se snadno detekovat. Segment je dlouhý maximálně 100 metrů.

100 Mbit Ethernet

FAST ETHERNET

Snaha o zrychlení 10 Mbit/s Ethernetu na 100 megabitový Ethernet tzv. **Ethernet Fast** se ubírala dvojí cestou - „se změnami“ a „beze změn“. Ethernet „se změnami“ se snažil změnit to, co se ukázalo jako zbytečné. Zejména je to

nedeterministická metoda CSMA/CD, kterou nahrazuje za řízenou a centralizovanou. Tuto změnu prosazovala hlavně firma Hewlett Packard, ke které se následně přidala i IBM. Pro tento standard byla vytvořena nová skupina IEEE 802.12. Časté označení je také **100 VG AnyLAN**.

Cestou „**beze změn**“ se snažili zachovat vše, včetně přístupové metody CSMA/CD včetně formátu rámců, adres atd. Snaží se pouze 10× zrychlit přenos. Zrychlení se dosáhlo zkrácením bitového intervalu a kratším odstupem mezi jednotlivými rámci. To má zásadní dopad na maximální velikost kolizní domény. Výpočet maximální velikosti odvodíme z nejmenšího rámce tj. 512 bitů. Za 5,12 μ s urazí **205 metrů** po **kroucené dvojlince** a **412 metrů** po **optickém vlákně**.



V IEEE 802.3 Fast Ethernetem nazýváme podstandardy podle nosného média:

- » Kroucená dvojlinka:
 - **100baseT2** - využíval 2 páry kroucené dvojlinky, kabel Cat3
 - **100baseTX** - využívá 2 páry kroucené dvojlinky, kabel Cat5. Na fyzické vrstvě se **kóduje 4B/5B** (vyšle 5 místo 4B). Používá techniku *Multilevel Transition* (MLT-3), ta vysílá signál mezi 3 polohami. Délka segmentu může být maximálně 100 m.
 - **100baseT4** - využíval 4 páry kroucené dvojlinky, kabel Cat3
- » Mnohovidová optická vlákna (využívá se na krátké vzdálenosti, s vláknem se šíří stovky vidů)
 - **100baseFX** - Používá 2 vlákna pro jeden směr, poloduplexní na 412 metrů a duplexní na 2 km.
- » Jednovidové optické vlákno (využívá se na velké vzdálenosti, lepší přenos, vláknem se šíří jeden vid)
 - **100baseBX** - využívá jedno vlákno na 10, 20 nebo 40 km
 - **100baseLX** - využívá 2 vlákna maximálně na 10 km

Fyzická vrstva (PHY) může být implementována samostatně ve formě transceiveru a propojena se zbytkem pomocí rozhraní MII. Výhodou je, že můžeme kombinovat různé transceivery. Dnes je **transciever integrován na síťové kartě**.

Data jsou přenášena rychlostí 100 Mbit/s. Místo 4 bitů vyšle 5 bitů a toto kódování označujeme jako 4B/5B. Vybírá se kombinace s více 1. Pro přenos

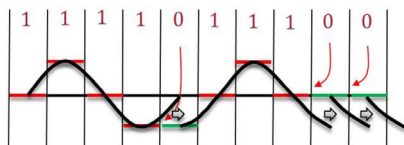
PŘENOS DAT

MÉDIUM ETHERNETU

FYZICKÁ VRSTVA

KÓDOVÁNÍ

jednotlivých bitů je využívána technologie *Multi Level Transition 3 (MLT-3)*. Je to signál, který přechází mezi 3 polohami (+,0,-) jako sinusovka. Pro přenos bitu 1 se sinusovka nechá běžet, pro nulu se zastaví.



Síťové karty Ethernetu dokáží automaticky detekovat typ kabelu. Zda se jedná o rozhraní **MDI** (přímé rozhraní, které má koncový uzel) a **MDIX** („překřížené“ rozhraní, které má rozbočovač).

Plně **duplexní** Ethernet využívá přenosu v obou směrech, díky tomu už nepotřebuje přístupovou metodu CSMA/CD ani jinou. Odpadají omezení související s kolizní doménou. Díky tomu může být použit v sítích MAN a WAN.

Gigabitový Ethernet

GIGABITOVÝ ETHERNET

Požadovaná přenosová rychlost je 1 Gbit/s. Opět zde není potřebná přístupová metoda CSMA/CD. Je **zpětně kompatibilní** s 10 base T a 100 base TX. Může být **plně duplexní** i **poloduplexní**. Dosah je dán velikostí časového slotu respektive **okénka kolize**. Je odvozen od minimálního linkového rámce 512 bitů / 64 bytů. Máme k tomu 2 metody. **Carrier Extension** příliš krátký linkový rámec „vycpe“ na potřebnou velikost. **Frame Brusting** zas několik menších rámců spojí dohromady.

PŘENOSOVÉ MÉDIUM

- » kroucená dvojlínka (nestíněná)
 - **1000 base T** má 4 páry kroucené dvojlínky, 2 páry pro každý přenos, plný duplex do 100 metrů. Nestíněná kroucená dvojlínka kategorie 5 a vyšší. Rozkládá datový tok 8b/10b a efektivně tak přenáší 1,25 Mbit/s
- » kroucená dvojlínka (stíněná)
 - **1000 base CX** je poloduplexní, dosah až 25 metrů
- » mnohovidová optika
 - **1000 base SX** má dosah 220 až 550 metrů
- » jednovidová optika
 - **1000 base LX** dosah do 10 km alternativa k xDSL
 - **1000 base BX10** dosah do 10 km, alternativa k xDSL

ŘÍZENÍ TOKU

Přepínače jsou hodně zatížené a řízení toku na síťové či transportní vrstvě nestačí. Proto příliš zatížený přepínač (*Switch*) pošle odesílateli dat speciální rámec **PAUSE**, který má speciální parametr n. Ten říká, na kolik časových jednotek se má odmlčet.

Power over Ethernet (PoE) je možnost napájet zařízení (kamery, wifi,...) pomocí kabelů kroucené dvojlinky. Tato funkce musí být v zařízeních podporována! PSE je zařízení, které „zjistí“ zda je zařízení přizpůsobeno na napájení. Zjistí to pomocí impedance.

POWER OVER ETHERNET

IEEE 802.11

IEEE 802.11 bezdrátový ethernet (Wi-fi) je standard. Využívá pásmo 5 GHz a 2,4 GHz. Pásmo je rozděleno na 14 kanálů šířky 22 MHz, které jsou od sebe vzdáleny 5 MHz. V EU je pouze 13 kanálů! v USA 11 a v Japonsku 14. Kanály se překrývají! Kanály, které se nepřekrývají jsou 1., 7. a 13.

BEZDRÁTOVÝ ETHERNET

Kanály se volí ručně nebo automaticky (TCP, pásmo c + d), dynamická volba kanálu (DFS, c+d). V ČR se kanály b + c využívají uvnitř budov a venku a + d. Funguje v **bezlicenčním pásmu**.



IEEE 802.11 a

- » pásmo 5 GHz
- » přenosová rychlost až 54 Mbit/s
- » technika OFDM využívá 52 nosných CARRIER, různé způsoby kódování
- » šířka pásma 20 MHz
- » přenos bytů zkrze blokové kódování
- » nepoužívané v ČR

IEEE 802.11 b

- » pásmo 2,4 GHz
- » přidány dvě nové rychlosti 5,5 a 11 Mbit/s
- » technika DSSS
- » dynamické přizpůsobení rychlosti: 1-2-5,5-11 Mbit/s
- » přenáší analogové symboly
- » Povinná podpora **TCP** (umožňuje, aby se dvě zařízení vzájemně dohodla) a **DFS** (detekuje jiná zařízení na stejném frekvenčním kanále, přejde na jiný kanál).

IEEE 802.11 g

- » Je „náhrada“ za 802.11 b, snaha tento standard zrchlit
- » K technice DSSS přibyli OFDM, PBCC
- » **G-protection** - pokud jsou v jedné síti 802.11 b a 802.11 g, pak si mohou skákat do řeči. Proto se používají „metody ochrany“, aby nedocházelo ke kolizím
 - Použitím zpráv RTS/CTS - když chce nějaká stanice vysílat, nejprve

vyšle RTS zprávu pomocí DSSS a čeká na odezvu v podobě zprávy CTS (DSSS). Ostatní stanice respektují zprávu a nevysílají po jistou dobu.

- použití „CTS to self“ - chybí zpráva RTS, uzel pomocí CTS povoluje vysílání sám sobě
- úprava přístupové metody CSMA/CA - jde o velikost intervalu o náhodně volené doby čekání a počty opakování.

IEEE 802.11 n

- » z roku 2009
- » Má vylepšenou techniku OFDM
- » kanály volitelné 20 až 40 MHz
- » použití pásem 2,4 GHz a 5 GHz
- » využívá MIMO techniku
- » maximální rychlost 600 Mbit/ss

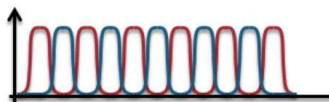
Techniky směřování

Techniky přenosu dat máme odolné vůči rušení (FHSS, DSSS, OFDM, PBC) a pro efektivnější přenosu (MIMO, beamforming, beamsteering).

FHSS (*Frequency Hopping Spread Spectrum*) efektu rozprostření dosahuje přeskokováním . Vysílač vysílá na jednom úzkém kanále krátkou dobu a pak rychle přejde „přeskočí“ na jiný kanál a zde pokračuje ve vysílání. Přeskakuje rychlostí 1 600 × za sekundu u IEEE 802.11 jen 2,5 × za sekundu. Pro Bluetooth toto plní roli přístupové metody.

DSSS (*Direct sequence Spread Spectrum*) je technika přímého rozporstření spektra. Místo bytu se pošle celý symbol (jako vzorek) předem známého tvaru tvořený posloupností chipů („úlomků“). Symbol nemusí přesahovat úroveň šumu, ale je rozpoznán, protože příjemce ví, co má hledat.

OFDM je frekvenční multiplex, využívá celý kanál. Jednotlivé nosné jsou „nahuštěny“ tak, aby se maximum jedné nosné překrývalo s minimem druhé nosné.



U **MIMO** (*Multiple Input Multiple Output*) techniky mají vysílače více antén, ty jsou „rozmístěny v prostoru“ a mají mezi sebou pevné rozestupy. Na obou stranách nemusí být stejný počet antén. Více antén umožňuje více samostatných přenosů (beams/streams).

Beamforming „tvaruje“ paprsky (beam) vysílaného signálu. Umožňuje s nimi pracovat efektivněji (lépe je sčítá jako 802.11 n nebo využívá samostatně)

Beamsteering - používá směrové antény místo všesměrových.

Připojování do sítě 802.11 probíhá přes **přístupový bod** (obvykle router s Wi-fi vysílačem, **stanice**). Základním prvkem je **buňka**, ta má každá svůj identifikátor. Vzájemné propojení buňek se nazývá **distribuční systém**, propojuje je do sítě. Každá síť má identifikátor a to v podobě jména SSID (32 znaků) a identifikátor buňky je pomocí MAC adresy (BSSID).

ARCHITEKTURA 802.11

Do sítě se připojuje přes přístupový bod. Proběhne takzvané **skenování** a to je **aktivní** (stanice vysílá výzvy k připojení pomocí MAC rámce) nebo **pasivní** (stanice naslouchá na zvoleném kanále, čeká na rámec *Probe Response* nebo **Beacon**). U pasivního skenování je naskenován seznam sítí uživatelem a ten pak vybere danou síť.

PŘÍSTUP DO SÍTĚ

Dnes většina přístupových bodů je zašifrována. Existují přístupové body **bez klíče** (*Open System Authentication*, stanice požádá přístupový bod o členství tj **asociace** a ten vyhoví. Zrušení členství je **deasociace**) a s **klíčem** (*Shared Key Authentication*).

Přístupové metody bezdrátových sítí

Není jediná metoda, ale jsou povinné DCF (CSMA/CA, RTS/CTS s výměnou) a volitelné PCF.

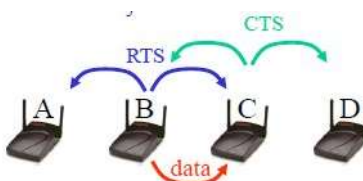
DCF (*Distributed Coordination Function*) patří mezi povinné vybavení bezdrátových sítí Wi-Fi. Používá se v kombinaci s metodou CSMA/CA nebo ve variantě kombinace CSMA/CA s výměnou RTS/CTS.

POVINNÉ METODY

DCF CSMA/CA využívá „odposlechu na nosné“. Snaží se přejít kolizím, ty nejsou ale vyloučeny. Vzdálenost a doba přenosu je tak malá, že lze rozpoznat „právě pobíhající“ vysílání. Pokud nevysílá, začne ihned vysílat. Pokud probíhá vysílání, odmlčí se. Používá se ve všech zařízeních Wi.-Fi.

Metoda **DCF CSMA/CA** a **RTS/CTS** se používají v „lepší“ zařízeních. Snaží se eliminovat problémy skryté a předsunuté stanice. Upozorňují „ostatní“ uzly na to, že po určité

dobu bude probíhat přenos, a že by do něj neměly zasahovat. B vyšle krátký rámec RTS určený pro C, C odpoví krátkým rámcem CTS, pak probíhá samotný datový přenos.



PCF je volitelná varianta. Neří je dosud moc implementována. Má centralizovaný charakter, veškerou komunikaci řídí *Access Point*. Přidělování přenosové kapacity probíhá na principu **rezervace**. AP pravidelně vysílá rezervační rámec, skrze které uzly mohou žádat o právo vysílat. Lze tak realizovat QoS. Varianty DCF a PCF mohou existovat vedle sebe.

Baseband a broadband

4

telefonní systém POTS, digitální sítě ISDN; asymetrické a symetrické xDSL (ADSL, VDSL, SHDSL), přenosová technologie ATM a její vrstvý model; mobilní komunikace – GSM sítě a datové přenosy v mobilních sítích; bezdrátový broadband

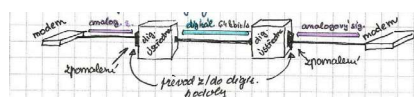
POTS

POTS (Plain Old Telephone Service) je nedílnou **součástí PSTN** (Public Switch Telephone Network), česky VST (veřejná telefonní síť). POTS je služba, která zajišťuje samotné telefonování. Byla původně analogová a cca v roce 2000 byla zdigitalizována. Funguje na základě *přepojování okruhů*.

Koncové uzly mají adresu vyjádřenou čísly (420 123 456 789). U starých telefonů se využívalo **pulzní vytáčení** tj. číslo je vyjádřeno počtem pulzů. U tlačítkových telefonů se využívá **tónové vytáčení** tj. číslo je vyjádřeno výškou tónu.

POTS nabízí plně **duplexní** přenos signálu v rozsahu 300 až 3400 Hz (lidský hlas) v analogovém rozhraní a přenos signalizace „v pásmu“ (pulsově nebo tónově). Pomocí telefonních modemů je možné přenášet data a to s rychlostí 33,6 kbit/s.

Páteřní síť je **PSTN je celá analogová** nebo **digitální**. Digitální ústředny fungují digitálně a pracují s digitalizovaným hlasem. Digitální jsou i trakty využívají techniku **časového multiplexu**. Nicméně místní smyčky jsou nadále analogové. Hovory i signalizace se musí převádět z analogové do digitální podoby a naopak.



Deal-up (vytáčené připojení) přenáší data přes pevnou telefonní síť, které lze využít k **připojení k Internetu**. Data jsou tedy přenášena před telefonní sítí, spotřebovávají kapacitu sítě.

CO JE TO POTS

SMĚROVÁNÍ

PŘENOS DAT V SÍTI PSTN

POTS A INTERNET

ISDN

ISDN (*Integrated Services Digital Network*) je síť, která funguje **celá digitálně**. Poskytuje **hlasové** (telefonování, telefon musí mít adaptér pro převod analogového signálu na digitální) a **datové** služby. Datové služby fungují na principu přepojování okruhů, které jsou **plně duplexní** s rychlostí přenosu 64 kbit/s.

DĚLENÍ ISDN

K síti se lze připojit pomocí dvou typů přípojek:

- » **BRI** (*EURO ISDN2*) je určena pro domácnosti a kanceláře. Na konci analogové linky je umístěn modem. Poskytuje dva kanály (64 kbit/s) pro data a hovory. Jeden kanál je vyhrazen pro řídicí informace (16 kbit/s). vytváří digitální rozhraní, kterému můžete připojit až 8 zařízení (každé má své číslo). Dvě zařízení mohou komunikovat současně.
- » **PRI** (*EURO ISDN30*) je určena do pobočkových ústředen. je využit telefonní okruh (64 kbit/s) s 32 okruhy. 30 kanálů je využito pro hovory a data (64 kbit/s), 1 kanál pro řídicí informace a kanál je záložní.

xDSL

POJMY XDSL

Místní smyčka je rozvod pomocí kroucené dvojlinky v délce do 5 km. Mohou být analogové nebo digitální přípojky. S vyššími frekvencemi se schopnost přenosu dat snižuje.

V **hovorovém pásmu** se přenáší hovory v analogové formě (POST) nebo digitální (ISDN). V **nadhovorovém pásmu** se přenáší data za použití vyšších frekvencí a jsou oddělena od hovorového pásma pomocí **frekvenčního multiplexu**.

CO JE TO XDSL

xDSL reprezentuje celou rodinu technologií (ADSL, VDSL, SDSL,...). Jde o obecné řešení nad **místní smyčkou**. Vytváří **plně duplexní přenosový okruh**. Místní smyčky jsou svedeny do hlavního rozvaděče resp digitální přípojky **DSL** (*Digital Subscriber Line*).

Symetrické DSL mají stejnou rychlost pro UpStream a DownStream. **Asymetrické** mají rozdílnou rychlost pro UpStream a Downstream.

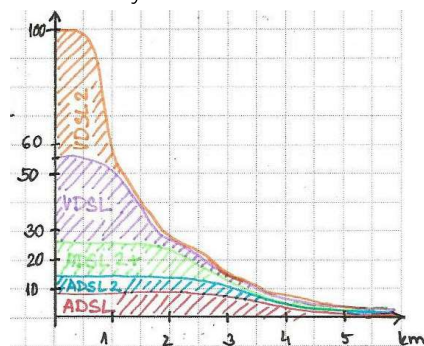
ADSL

ASYMETRICKÉ DSL

ADSL (*Asymmetric DSL*) je **asymetrické** DSL, nadhovorové pásmo je rozděleno do dvou částí pomocí frekvenčního multiplexu (*FDM*).

ADSL (1) je „ADSL over POTS“ s rychlostí přenosu dat 25 kHz až 1,1 MHz. Maximální přenosová rychlost ↑ 8 Mbit/s, ↓ 1,5 Mbit/s.

ADSL2 má drobná technická vylepšení. Reguluje vysílací výkon, má proměnnou strukturu linkového rámce, lépe se vyrovnává se šumem na místních smyčkách a dokáže lépe využít i hovorové pásmo. Nadhovorové pásmo do 1,1 MHz s maximální přenosovou rychlostí 12 Mbit/s.



ADSL2+ má značná technická vylepšení pomocí kódování. Má maximální přenosovou rychlost 24 Mbit/s, ale jen na krátké vzdálenosti (do 1,5 km). Poskytuje větší šířku přenosového pásma.

VDSL

VDSL (*Very High Data Rate DSL*) je **asymetrické**, ale jinak než ADSL. má širší nadhovorové pásmo. Zaměřuje se na vysoké rychlosti, ty jsou jen v krátké vzdálenosti od ústředny. Rychlost až:

- » 0 metrů - 55 Mbit/s
- » do 300 m - 52 Mbit/s
- » do 1 km - 26 Mbit/s

VDSL2 využívá nadhovorové pásmo do 3 MHz. Je rychlejší. Do 300 m od ústředny dosahuje rychlostí až 100 Mbit/s, do 1,3 km až 40 Mbit/s. Využívá tzv. **G-vektoring**.

SDSL

SDSL (*Symmetric DSL*) - **symetrická varianta ADSL**, může být také provozovaná zároveň s analogovou či ISDN přípojkou na jednom vedení do vzdálenosti 6 km., Přenosové rychlosti pro SDSL se pohybují do maximálně E1 (2 Mbit/s).

SYMETRICKÉ SDL

HDSL

HDSL (*High-bit-rate DSL*) - symetrické využití přenosového pásma, rychlostí do 2,048 Mbit/s po dvou párech nebo po třech párech, a to na vzdálenost 4 km (s opakovací lze dosáhnout vyšší vzdálenosti). Vylepšené **HDSL-2**, (založené na SDSL) vystačí s jedním párem telefonních vodičů při zachování stejných parametrů přenosu.

ATM

CO JE TO ATM

ATM bylo původně určeno pro potřeby ISDN sítí. Je to síť světa telekomunikací i počítačů. tato technologie funguje na linkové vrstvě (L2). Nemá fyzickou vrstvu respektive záleží na technologii, která je použita pro L1. ATM je nespolehlivá technologie tj. nemá mechanismy k opravě chyb. Aplikační vrstva (L3) má transportní charakter, na L4 probíhá protokol IP resp. říkáme „provoz technologie IP nad ATM“.

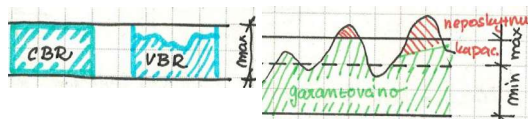
FUNGOVÁNÍ ATM

Funguje **spojovaně**. Do hlavičky (5B) se nevejde adresa (20B), posílá se pouze při navazování spojení. Využívají se dvě úrovně adresování **VPI** (virtuální cesta) a **VCI** (virtuální okruh).

FUNGOVÁNÍ ATM

Princip přepojování paketů časovým multiplexem. Třídám služeb jsou vyhrazeny jednotlivé sloty. Na paket se nalepí „nálepka“ tzv. **Label Switching** a podle nálepek se přepínají pakety. Máme **služby** s různou QoS:

- » **CBR** vyhradí každou n-tou buňku pro potřeby realizace jednoho okruhu. Výpočítává se dle kapacity. Garantuje konstantní datový tok. Je pro nekomprimované datové přenosy.
- » **VBR** přenáší komprimovaná data. Přenosová kapacita se mění v čase. vyhrazení odpovídá maximu.
- » **ABR** garantuje minimální přenosovou rychlost. Je vhodné pro datové přenosy. Minimum je garantováno, to co je nad ním není garantováno.
- » **UBR** nevyhrazuje se pro ni žádná přenosová kapacita. Přenáší data, pokud je volná přenosová kapacita. Využívá se pro přenos IP paketů v ATM.



Mobilní komunikace

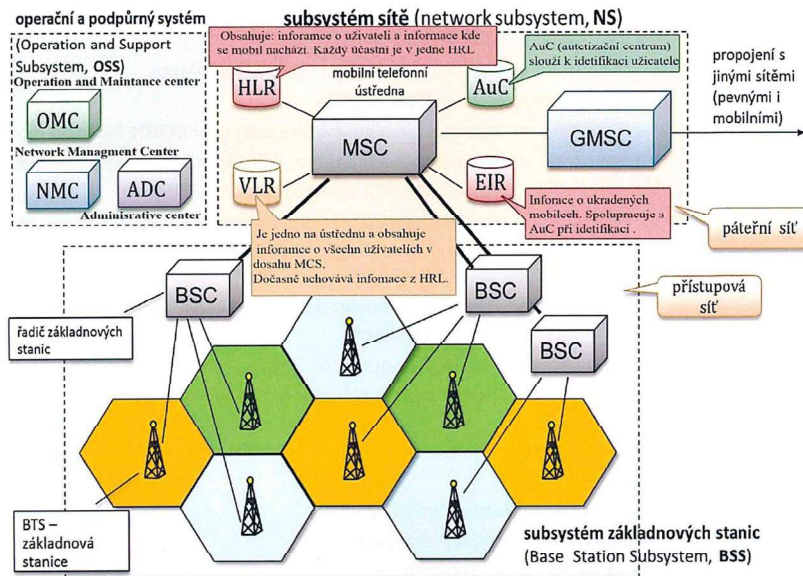
GSM

CO JE TO GSM

Sítě GSM jsou sítě druhé generace **digitálních** služeb (hlasové i datové). Primární je hlas. Po frekvenčním kanálu se může přenášet více hovorů současně tj. **časový multiplex** (TDM). Kanál se rozdělí na **8 časových slotů**. V Evropě se používají pásma 900 MHz a 1 800 MHz, v USA pásma 1 900 MHz. Pásmo je široké 200 kHz.

FUNKCE

Funguje na principu FDD tedy vyžaduje párové pásmo pro oba směry komunikace



Architektura GSM sítě:

- » **HLR** (*Home Location Register*) má informace o uživateli, kde se nachází.
- » **AuC** (*Authentication Center*) slouží k identifikaci uživatele, může sdílet s více ústřednami.
- » **EIR** (*Equipment Identity Register*) má údaje o odcizených používaných mobilních telefonech, spolupracuje s AuC.
- » **VLR** (*Visitor Location Register*) je návštěvní lokační registr, je pro každou ústřednu jeden.
- » **OMC** operační a údržbové centrum
- » **NMC** řídicí centrum
- » **ADC** administrativní centrum

Přihlašování se do sítě:

- » Vstup: snímání hlasu 8 000× za sekundu, navzorkuje se 13 bity, komprese
- » Příprava: zabezpečovací údaje, režijní data
- » 1 časový slot: využije se pro přenos

GSM je založeno na paketových přenosech, které mají trvalé připojení, zpomalení je podle objemu dat.

Bezdrátový Broadband

Technologie **WiMAX** (*Worldwide Interoperability for Microwave Access*) by se mohla stát náhradou současného DSL, kabelu či mobilních sítí. Vychází ze standardů řady IEEE 802.16. Jde o **standard pro bezdrátovou distribuci dat** zaměřený na venkovní síť, tedy jako doplněk Wi-Fi. Slouží jako poslední míle.

- » Dosah 5 až 8 km
- » 75 Mbit/s, využití nejširšího frekvenčního kanálu 25 MHz
- » duplexovost FDD anebo TDD
- » frekvenční pásma 2 až 11 GHz

