Vřele doporučuji číst k těmto výpiskám slajdy – někdy jsou totiž jen heslovitě zapsané a nemáte je šanci bez slajdů pochopit. Přeji všem úspěch v této zkoušce a hodně radosti z čerpání nových znalostí xD
P. S.: použití jen pro mírové účely!!! Zneužití se trestá!!! LN

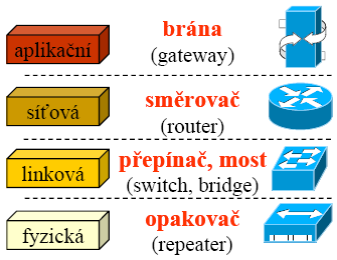
1 internetworking

1.1 Jaké jsou důvody pro internetworking?

Internetworking = propojování celých sítí i jednotlivých kabelových segmentů.
Zpřístupnění vzdálených zdrojů (www serverů, vzdálené FTP, vzdálené přihlašování – využití výpočetní kapacity vzdálených uzlů).
Zvětšení dosahu poskytovaných služeb.
Regulace přístupnosti – kdo se smí kam dostat, za jakých podmínek, kdy. **Ochrana** – před neoprávněným přístupem, viry. **Dříve** – překonání technických omezení/překážek (kabelový segment je omezený i počet uzlů, které lze připojit ke kabelu), **nyní** – optimalizace fungování.
Fyzikální podstata některých druhů kabeláže – nelze na nich dělat odbočky – pomocí propojovacích prostředků.
Metcalfuv zákon: užitek síte roste se ctvercem poctu jeho uživatelu.

1.2 Charakterizujte opakovač, most, přepínač, směrovač a bránu, popište rozdíly mezi nimi

Propojovací zařízení – rozdíl na jaké vrstvě pracuje a jakým způsobem.



Brána (gateway): na aplikační. Je to Layer 7 switch (content switch): rozhoduje podle obsahu přenášených dat.
Směrovač (router): na síťové vrstvě. Výsledek je soustava vzájemně propojených sítí (internet). Směrovače lze propojovat i mezi sebou. Rozhoduje se podle síťových adres.
Přepínač (switch), most (bridge): na linkové, co je spojeno je síť. S/B mohou být propojeny i mezi sebou. Rozhoduje se podle linkových adres (co kam posílá).
Opakovač (repeater): pracuje na fyzické vrstvě. Co je propojeno na této vrstvě je segment (v ethernetu kolizní doména). Opakovač je v podstatě to samé co sběrnice, chová se stejně. Neumí se rozhodovat podle přenášených dat.

1.3 Charakterizujte rozbočovač, L3 switch, L4 switch a L7 switch, popište rozdíly mezi nimi

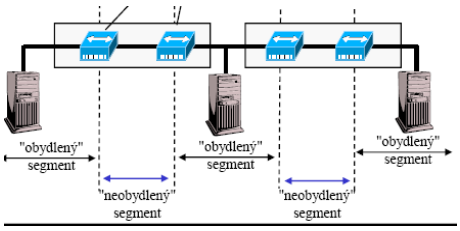
Rozbočovač(hub) – obecně o propojovací zařízení, bez apriorního určení vrstvy, na které funguje. Může tedy fungovat jak most, opakovač, směrovač. Funkce záleží na tom, jaké moduly se do něj instalují.
L3 switch - Díky zvětšování provozu ven ze sítí začínají být kladeny nároky na směrovače jako na přepínače (latence, propustnost). Funguje jako klasický směrovač na 3 vrstvě (rozhodování podle síťových adres), ale je optimalizován na rychlost. Rozhodování je kvůli rychlosti realizování hardwarově.
L4 switch – zařízení pro propojení na úrovni transportní vrstvy. Rozhoduje se jak podle síťových adres (IP), tak i podle transportních (porty).
L7 switch – zařízení pro propojení na aplikační vrstvě. Rozhoduje se podle obsahu přenášených dat. Jinak též brána (gateway).

1.4 Charakterizujte obecné vlastnosti opakovačů, jejich přednosti a nevýhody

Propojuje úseky kabelů (kabelové segmenty).
Zajišťuje propojení na úrovni fyzické vrstvy. Např. z kroucené dvojlinky, koaxiálního kabelu, optického vlákna.
Je to pouze digitální zesilovač, který zesiluje a znovu tvaruje přenášený signál.
Všímá si jen přenášených bitů.
Chová se ke všem bitům stejně – nerozeznává z nich žádné informace navíc.
Všechna data rozesílá do všech stran (segmentům), ke kterým je připojen – odtud opakovač. Neví, co by mohl zastavit a nemusel šířit dál. Tudíž plýtvá dostupnou přenosovou kapacitou.
Počet segmentů, které propojuje, není omezen.

Funguje v reálném čase.

1.5 Opakovače v 10 Mbps Ethernetu



V Ethernetu je možné, aby vysílalo více uzlů současně. Vysílají do společně sdíleného média, které k tomu není určeno – vzniká kolize - přístupová metoda CSMA/CD – která vyžaduje, aby se kolize rozšířila z jednoho konce na druhý konec, nejdéle do pevně dané doby *t*. Opakovače v Ethernetu musí šířit i kolize, aby i uzly v jiných segmentech poznali, že k ní došlo. Počet opakovačů je tedy omezen – pravidlo **5-4-3**: 5 segmentů, 4 opakovače, 3 obydlené segmenty. Mezi dvěma uzly nesmí být víc jak dva opakovače. **Kolizní doména** – všechny segmenty propojené opakovačem, ta končí na nejbližším mostu, přepínači, směrovači.

1.6 Charakterizujte výhody a nevýhody propojení na linkové vrstvě, včetně vlivu broadcastu a kolizí

Cíl – forwarding + filtering. Propojovací uzel na úrovni linkové vrstvy dokáže reagovat na adresy příjemce. Tudíž nemůže fungovat v reálném čase, ale musí bufferovat data. Díky bufferování může propojit segmenty s různými přenosovými rychlostmi.
Aby mohl posílat cíleně musí vědět, ve kterém segmentu se nachází konkrétní uzel – stačí aby znal své přímé sousedy do nejbližšího směrovače.
Chování vůči kolizím – díky bufferování není kolize nutné propagovat, tudíž pravidlo 5-4-3 se zastavuje na nejbližším mostě či přepínači.
Souběžný přenos – pokud vnitřní propojovací kapacita uzlu stačí a pokud jde o přenosy, které se nijak nekříží, pak mohou probíhat současně.
Broadcasting – na úrovni linkové vrstvy se musí propouštět a šířit do všech segmentů.

1.7 Jak funguje propojení na úrovni linkové vrstvy (forwarding, filtering, viditelnost uzlů)

Filtering – propojovací uzel dokáže poznat, co nemusí šířit dál.
Forwarding – propojovací uzel dokáže poznat, co musí šířit dál a dělá to cíleně – pošle tam kam má.
Viditelnost uzlů – propojovací uzel není pro ostatní uzly viditelný na úrovni linkové! Odesílatel adresuje přímo příjemci – neví o propojovacím uzlu. Propojovací uzel zachytává všechny datové rámce. Důsledek – uzly, které jsou propojeny na linkové vrstvě, si mohou myslet, že jsou propojeny přímo, stylem „každý s každým“.

1.8 Princip zpětného učení - jak funguje, kde se používá, jaké jsou překážky pro jeho fungování

Aby mohl přepínač či most fungovat plug&play musí se učit jak efektivně pracovat, do té doby fungují jako opakovače. Je to neefektivní, ale lze to připustit – netrvá to dlouho, čím je větší provoz tím to dříve skončí. Most či přepínač sledují, z jakých adres mu přicházejí jednotlivé rámce.
Příklad - když dostane rámec od uzlu A pro uzel B ze směru X, odvodí si že „A leží ve směru X“ => rámec rozešle do všech směrů (kromě X). Z případné odpovědi se „dozví“ umístění uzlu B - "B leží ve směru Y" => příští rámec od A pro B již pošle cíleně jen do směru Y, ve kterém se B skutečně nachází.
Nebude fungovat, když v síti budou cykly, pak most či přepínač přijme rámec z více směrů. Ale inteligentní mosty a přepínače se dokážou domluvit a cyklus přerušit (vytvoří kostru grafu).

1.9 Source routing - jak funguje, kde se používá

V sítích **Ethernet** se používají samoučící se mosty (přepínače).
V sítích **Token Ring** se používají mosty fungující na principu „source routing“. Každý rámec si v sobě nese úplný seznam uzlů, přes které má projít. Tento seznam sestavuje odesílající uzel (source). Aby odesílající uzel věděl, jak má vypadat daný seznam, musí znát topologii sítě. Před odesláním paketu vyšle průzkumný paket, který se šíří jako lavina až dorazí ke svému cíli. Po jeho dosažení se vrací s úplnou informací, kudy prošel. Najde skutečně nejkratší cestu. Jde o metodu na úrovni linkové vrstvy.

2 internetworking II

2.1 Vyhrazená a sdílená přenosová kapacita v LAN - charakterizujte rozdíl mezi nimi, naznačte způsob dosažení vyhrazené kapacity

Vše co je připojeno k **opakovači**, má k dispozici celkovou přenosovou kapacitu – tuto kapacitu všechny uzly **sdílí**. **Most** nešíří veškerý provoz do všech směrů – v jednotlivých částech mají komunikující dvojice celou přenosovou kapacitu jen pro sebe (**vyhrazená**).
Dosažení vyhrazené kapacity buďto hrubou silou – zvýšení nominální přenosové rychlosti – pak lze použít jen opakovače. Nebo rozdělením segmentu a propojení pomoci inteligentnějších propojovacích zařízení – mosty/přepínač, které lokalizují přenos. Pokud není kladen důraz na forwarding stačí most, jinak přepínač. Menší segmenty => menší lokální provoz a menší filtering.

2.2 Jaký je rozdíl mezi mostem (bridge) a přepínačem (switch)?

Neliší se principem fungování – pracují oba na linkové vrstvě a umožňují forwarding a filtering.
Most – starší typ, méně portů pro připojení, není důraz na výkonnost – na rychlost provádění forwarding , vnitřní fungování je řešeno programovými prostředky.
Switch – novější typ zařízení, více portů, optimalizováno na výkonnost – pro potřeby forwardingu, přepojovací stroj řešen pomocí hardwaru.

2.3 K čemu slouží a jak funguje segmentace (a mikrosegmentace) v LAN?

Jde o rozčlenění segmentu na více segmentů, kde místní provoz není šířen do dalších segmentů. Používá se most (stačí jen filtrování – to je nešíření provozu dál).
Čím menší ale budou jednotlivé segmenty, tím klesá místní provoz a narůstá provoz mezi segmanty a tím i nároky na most. Pak už je lepší použít forwarding – tedy přepínač.
Mikrosegmentace – každý segment bude obydlen jen jedním uzlem, pak nebude existovat lokální provoz, nebude žádný filtering a veškerý provoz bude forwardovat. Dosáhne se tím maximálního možného efektu vyhrazené přenosové kapacity, ale klade to největší nároky na přepojovací kapacitu přepínače.

2.4 Jaké jsou možnosti pro zvyšování propustnosti sítí LAN? (včetně izolace serverů)

Hrubou silou – stále se používají opakovače a jen se zvýší přenosová kapacita (100Mbps).
Inteligentně – rozdělíme síť pomocí přepínačů na menší celky a maximálně lokalizujeme provoz s využitím vyhrazené přenosové kapacity.
Izolace serverů: Mikrosegmentace je draha a jednotlivé uzly nedokáží využít plně její kapacitu. Proto se jí použije jen pro zatížené uzly (servery) a ostatní se připojí jako celý segment. Využití rúzné rychlosti na portech, vyšší zátěž vyšší rychlost portu.
Hierarchické členění: Soustava segmentlů se rozdělí na sítě uvnitř s přepínači a mezi s sebou se směrovači. Pravidlo 80:20

2.5 Rozdíl mezi technikami store&forward a cut-through u přepínačů, jeho důsledky

Store&forward = přepínač nejdřív načte celý rámec a uloží si ho do svého bufferu (store), pak se rozhodne co s ním a případně ho předá dál. Má větší latency.
Cut-through = přepínač nečeká na načtení rámce, ale rozhodne se ihned po načtení jeho hlavičky a případně rámec ihned přeposílá dál. Má menší latency – zpoždění.

2.6 Nevýhody a omezení přepínačů

- musí zkoumat obsah všech rámců a né jen rámců, které jsou mu adresovány přímo
- musí šířit všesměrové vysílání
- fungují na principu „forward-if-not-local“ – forwardují, pokud není lokální – nezkoumají, zdali příjemce existuje
- nedovolují redundantní cesty (cykly)
- propojení pomocí přepínačů vzniká plochá síť z hlediska síťové vrstvy
- neumožňují aplikovat přístupová omezení – jsou až u síťové vrstvy

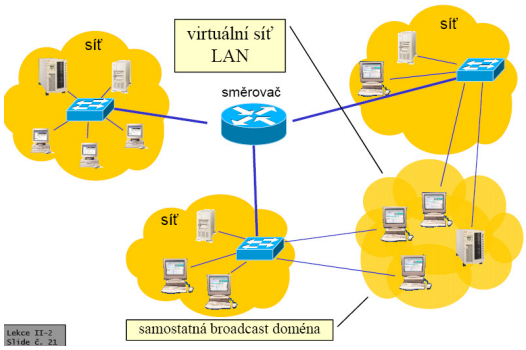
2.7 Broadcast storm - o co jde, jak vzniká a jak lze řešit a předcháze

Je to stav, kdy si přepínače nekontrolovatelným způsobem vzájemně posílají rámce, které příjemce dále šíří do všech směrů a tyto rámce se nezastavují ale lavinovitě šíří dál a dál.
Vznik – chyba jednoho či více zařízení (směrovače), neošetřený cyklus na linkové vrstvě.
Ochrana – dokonalejší přepínače (umí řešit cykly), menší přepínané celky (oddělení menších částí pomocí směrovačů).

2.8 Pravidlo 80:20 a jeho platnost v současných sítích LAN

80% provozu je místní a jen 20% vede ven. Je to technika pro zvýšení propustnosti. Rozdělit celou soustavu segmentů na sítě (uvnitř propojené pomocí přepínačů) a ty propojit směrovači, tak aby maximum provozu bylo lokální a minimum provozu vedlo mimo danou síť a procházelo přes směrovač. V klasických sítích LAN má cca 80% provozu místní charakter. Dnes toto pravidlo mnohdy neplatí – používání vzdálených aplikací, Internet

2.9 Sítě VLAN - jejich podstata, smysl a využití



Jednotlivé sítě by měli odpovídat pracovním skupinám, které mají společné zájmy, chování i data. Ale rozdělení do jednotlivých sítí je také ovlivněno fyzickými dispozicemi – vzdálenosti umístění. Fyzické dispozice nemusí korespondovat s logickými => VLAN.- **aby umístění uzlů do konkrétní sítě bylo nezávislé na jejich fyzickém umístění**.

2.10 Sítě VLAN - jejich implementace

Sítě VLAN musí být rozpoznávány již na úrovni linkové vrstvy v přepínačích. Přepínače poznají jaký VLNA je rámec určen podle – linkové adresy nebo typu obsahu z L3 nebo podle **nálepky** (linkový rámec je opatřen nálepkou určující VLAN na prvním přepínači v cestě, pro koncové uzly je VLAN neviditelná). Možnosti implementace – „**port VLAN**“ (příslušnost do konkrétní VLAN je dáno portem na přepínači); „**static VLAN**“ (příslušnost podle kombinace portu, linkové adresy a síťového protokolu – příslušnost do VLAN je na přepínačích staticky nastaveno); „**dynamic VLAN**“ (příslušnost do VLAN je nezávislá na portu, je dána linkovou adresou a síťovým protokolem). Přepínače potřebují mít mechanismy, kterými se budou vzájemně informovat o existenci VLAN, příslušnosti uzlu do VLAN.

2.11 Jak funguje distribuované směrování v LAN?

Je to alternativa k VLAN (drahá řešení). Využití zařízení, které kombinuje **most a směrovač (multilayer switch)**. Díky tomu je možnost směrovat ve všech propojovacích uzlech (podle potřeby se chová jako přepínač nebo směrovač). Proto je větší volnost při rozdělování uzlů do jednoétlivých sítí. Nevyhodou jsou nároky na směrovací informace.
Route servery: Řeší nevýhodu distribuovaného směrování, kde se směrovací informace vyskytují na mnoha místech. Snaha je **centralizovat**, pak se budou lépe spravovat – **route server**. V okrajích sítě jsou **edge switche**, které se na směrování zeptají route serveru.

2.12 Charakterizujte L3 switching. V čem se liší od směrování?

L3 switch – zařízení, které funguje jako klasický směrovač na 3. vrstvě, ale je optimalizováno na rychlost a dokáže fungovat srovnatelně rychle jako přepínač. Základní logika zůstává stejná jako u směrovačů – zařízení se rozhoduje podle linkových síťových adres. Rozhodování je kvůli rychlosti realizováno v HW a i ostatní parametry jsou voleny s ohledem na rychlost a výkon.

2.13 Charakterizujte L4 a L7 switching. K čemu slouží a jak funguje?

L4 – dát přepojovacímu uzlu schopnost pracovat s údaji, které patří do 4. vrstvy (tj. rozpoznávat čísla portů). Takovýto propojovací uzel pak dokáže rozpoznat, o jaký druh služby se jedná. Bývá optimalizován na

rychlost. Další využití – **Load Balancing** - podle charakteru požadavku jej směruje různým způsobem (např. na jeden méně vytížený server ze vzájemně alternativních serverů).
L7 – přepojovací uzel bude moci vycházet i z informací dostupných na aplikační vrstvě a podle nich volit svá rozhodnutí – umožňuje to například realizovat farmy WWW serverů, řešení pro distribuci obsahu.

2.14 Jaké jsou možnosti propojování různých segmentů na úrovni linkové vrstvy (např. Ethernetu a Token Ringu)?

Pomocí opakovačů nelze – různé přenosové rychlosti. **Pomocí mostů / přepínačů** – někdy ano, někdy ne – je to hodně komplikované. **Pomocí směrovačů** – jde o standardní řešení. Síťový paket je vybalen z jednoho typu linkového rámce a vložen do jiného typu linkového rámce. Může docházet k **fragmentaci** – když se paket nevejde do linkového rámce, musí být rozdělen. Protokol IP je na to přizpůsoben a dokáže fragmentaci řešit.

2.15 K čemu slouží brouter a technika tunelování?

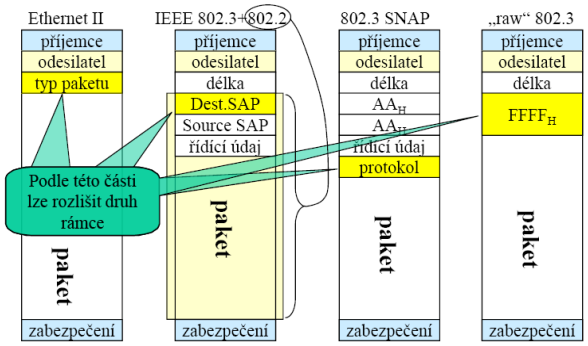
Při propojování různých segmentů pomocí mostů/přepínačů vzniká problém – v různém způsobu vyjádření informací; v neexistenci ekvivalentů; v rozdílné max. velikosti rámců; v rozdílné povaze informací o topologii. Možné řešení technikou **tunelování** – rámec jednoho typu se vloží jako data do rámce jiného typu, přenese a opět vybalí. Jde o obecně použitelnou technologii aplikovatelnou na různých úrovních. **Brouter** je kombinace směrovače a mostu – když ví jak, chová se jako směrovač a směruje, když neví jak (resp. když to nejde), chová se jako most.

3 Ethernet

3.1 Jaký je rozdíl mezi DIX Ethernetem a IEEE 802.3? V čem se tento rozdíl projevuje ještě dnes?

DIX Ethernet: Vyvinutý firmami DEC, Intel a Xerox. Dál se nevyvíjí. Označení Ethernet II.
IEEE 802.3: Standardizovaná verze DIXu ale IEEE ji trochu pozměnila. Dál se vyvíjí. Označení jako CSMA/CD (používá tuto metodu přístupu – inspirována sítí ALOHA – bez příposlechu) a neformálně jako Ethernet (XEROX měl Ethernet zaregistrovaný).

3.2 Ethernetové adresy, jejich vnitřní struktura, EUI-48 a EUI-64



Uvnitř Ethernetu **48-bitové MAC** adresy na úrovni Medium access layer. Adresy Ethernetového rozhraní musí být unikátní a jsou většinou pevně v hardwaru. Každý výrobce dostane blok (se svým identifikátorem OUI), který může přidělovat.
EUI-48 (extended unique identifier): Původně MAC-48, je to dosavadní 48-bitová Ethernetová adresa. OUI má 24 bitů a 24 bitů je pro sériové číslo. Správce je IEEE, dnes už se nemá používat.
EUI-64: Rozšíření na 64 bitů. Sériové číslo má 40 bitů.)

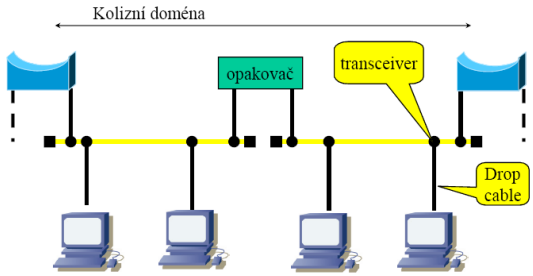
3.3 Struktura ethernetových rámců a jejich varianty

Je třeba rozlišovat rámce – LLC (nižší), MAC (vyšší). MAC rámců v Ethernetu je několik druhů a liší se ve své struktuře.

Rámec Ethernet II – příjemce, odesílatel, typ paketu, paket, zabezpečení
Rámec IEEE 802.3 + 802.2 - příjemce, odesílatel, délka, …, paket, zabezpečení
Rámec 802.3 SNAP - příjemce, odesílatel, délka, $AAAA_H$, řídící údaje, protokol, paket, zabezpečení
Rámec „raw“ 802.3 - příjemce, odesílatel, délka, $FFFF_H$, paket, zabezpečení

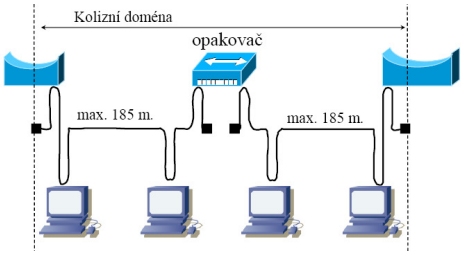
Různé linkové rámce jsou rozlišitelné, proto mohou koexistovat na jednom drátě. Každé síťové rozhraní by mělo přijímat všechny druhy rámců a samo generovat jen jeden druh.

3.4 Ethernet ve verzi 10Base5 - vlastnosti, kabeláž, výhody a nevýhody



S tlustým **(žlutým) koaxiálním kabelem o průměru cca 1 cm**. Z něj se dělali odbočky k jednotlivým uzlům, pomocí drop kabelů - koaxiální kabel se buď rozpojil a zase spojil přes **transceiver**, nebo byl „nabodnut“ nožovým konektorem. Na konci je zakončující člen – **terminátor –** aby nedocházelo k odrazům na konci vedení.
Tlustý kabel byl drahý, málo ohebný, špatně se instaloval => lepší pro páteřní síť a méně pro připojování => přešlo se na tenký v průměru 0,5 cm.
10 – přenosová rychlost 10 Mbps, Base – přenos v základním pásmu, 5 – maximální délka souvislého (ve stovkách metrů) kabelového segmentu (drop kabely se do toho nepočítají).

3.5 Ethernet ve verzi 10Base2 - vlastnosti, kabeláž, výhody a nevýhody

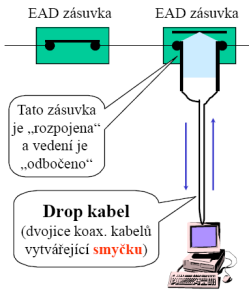


Použití **tenkého koaxiálního kabelu** (průměr 0,5 cm) – levnější, ohebnější. Maximální délka kabelového segmentu **185 m** (zaokrouhleně 200 m). Obvody příjmu a vysílání, které byly dříve umístěny v samostatném transceiveru, jsou nyní integrovány přímo na síťové kartě. Připojení pomocí T konektoru. Na koncích jsou zakončující členy (terminátory).

3.6 Důsledky koaxiální kabeláže a kroucené dvoulinky na Ethernet a jeho topologii, přednosti a nevýhody

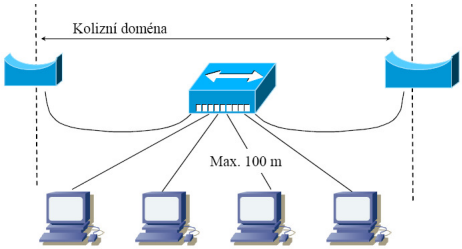
Koaxiální kabel – když dojde k nějaké závadě na kabelovém segmentu, vyřadí to uzly připojené k danému segmentu – ovlivní to všechny. Závadu lze detekovat s přesností na celý segment.
Při použití **kroucené dvoulinky** je topologie do stromu => závada jednoho neovlivní ostatní. Závadu lze detekovat s přesností na uzel.

3.7 Princip strukturované kabeláže, systém EAD



Strukturovaná kabeláž = systematické prokabelování všeho v jednom místě – stromovitá struktura. Končí to účastnickými zásuvkami k připojení a uvnitř jsou vnitřní uzly s propojovacími patch panely. Tam se narvou různé aktivní prvky podle potřeby (opakovače,….). Pro spojení na delší vzdálenost se používají optická vlákna (třeba spojení opakovač opakovač).
EAD = Ethernet Attachement Device. Je to varianta rozvodů na tenkém koaxiálním kabelu. Lze se dynamicky připojovat. Drop kabely je dvojice koaxiálních kabelů, které vytvářejí smyčku.

3.8 Ethernet ve verzi 10BaseT - vlastnosti, kabeláž, výhody a nevýhody



T = Twisted pair. Dosah kabelu **100m**, předpokládá použití **kroucené nestíněné dvoulinky (twist, konektor RJ-45 – 8 pinové**). Snaha využít existující telefoní rozvody. Kvalita 3. kategorie – hlasová.
Na kroucené dvoulince nejde dělat odbočky (dělají se pomocí hubů) a kroucená je kvůli zmenšení efektu antény. **Rozbočení** je podle úrovně, hub se pak chová jako opakovač, most nebo switch (nebo směrovač na síťové vrstvě?).
K připojení uzlu je potřeba dvou páru, vysílání a příjem.

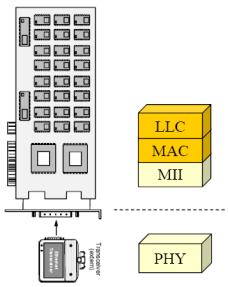
Zapojení přes hub je pomocí **patch kabelu zapojený 1:1** (stejné piny na stejné). Při **přímém spojení dvou uzlů** se používá **cross-over kabel**.
10BaseT předpokládá topologii, která už není sběrnicová. Jde o hvězdice, stromy, nejde o fyzicky sdílený charakter (každý uzel má svoji přípojku). 10BaseT ji alepřesto používá jako sběrnicovou strukturu – huby se chovají jako opakovače.

4 Ethernet II

4.1 Historie stomegabitového Ethernetu, verze se změnami a beze změn

Stomegabitový Ethernet je výsledkem snahy zrychlit Ethernet 10x. Prosadily se dva odlišné přístupy: a) „**beze změn**“ (zachovat vše a pouze zrychlit 10x) – třeba v maximální míře zachovat vlastnosti Ethernetu. Zachování přístupové metody CSMA/CD. Není nutné reagovat na změnu danou kabeláží kroucené dvoulinky. Dále přistupovat k přenosovému médiu spíše jako ke sdílenému.
b) „**se změnami**“ (zachovat to co je šikovné a ostatní pozměnit) – změna přístupové metody, reagovat na změnu vlastností kabeláže a využít ji k vyšší efektivnosti.
Ethernet se změnami prý už není Ethernet, tudíž zamítla a standardizovala Ethernet beze změn. Ethernet beze změn se ale dále vyvíjel a vznikl z něj standard 100VG Any-LAN.

4.2 Jak je řešena fyzická vrstva 100BaseT?



Fyzická vrstva se rozdělila na dvě podvrstvy MII a PHY. Zavedla se možnost používání různých druhů kabeláže.
MII – díky rozdělení fyzické vrstvy je možnost osamostatnění transceiveru a jeho propojení pomocí drop kabelu (ale častěji je integrován na kartě). Zajišťuje přizpůsobení mezi PHY a řídícími obvody Ethernetu.
PHY – je implementována v transceiveru. 100BaseTX říká jak provozovat 100Mbps Ethernet nad 2 páry dvoulinky kategorie 5; 100BaseFX dtto pro optická vlákna; 100BaeT4 pro 4 páry dvoulinky kategorie 3 („telefonní“).

4.3 Opakovače v 100BaseT

Class I – dekóduje jednotlivé bity (překládá mezi různými druhy kódování (různými médii)); umožňuje přenos mezi různými přenosovými médii; generuje zpoždění v délce 140bitů; v kolizní doméně smí být jen jedenkrát (protože je pomalý).
Class II – nedekóduje jednotlivé bity (pouze vyhlazuje signál, nesnaží se jej interpretovat ani na úrovni bitů); dokáže propojit jen segmenty se stejným způsobem kódování; v kolizní doméně smí být až dva.

4.4 Plně duplexní ethernet - předpoklady, výhody a nevýhody

Původní Ethernet dokáže přenášet data zároveň (**poloduplexní**) jen jedním směrem (vlastnost koaxiálu a metody CSMA/CD). Souběh pak signalizuje kolizi.
Současný příjem a vysílání ale už umožňují dvoulinky a opitka. Nesmí být **žádné sdílené segmenty** (koaxiály, opakovače – místo nich **přepínače**), **mikrosegmentace** – vyhrazená přenosová kapacita, uzel musí umět obojí zároveň a to samé i veškerá síťová zařízení.
Již **nejde o sdílené médium**, nejsou kolize, není potřeba metoda CSMA/CD a díky tomu pak její omezení: dosah kvůli šíření kolize a minimální velikost rámce (aby se stihla zaznamenat kolize).
Dosah je omezen jen vlastnostmi médií. Ethernet se tak šíří i do **MAN a WAN**. Zvětšuje se propustnost, ta ale není využita u stanic ale u sdílených prvků (přepínače, servery).
Duplexní Ethernet **nejde využít u 10Base5 a 10Base2** kvůli kabeláží (sdílená) a u **100BaseT4** kvůli kódování kde není už místo na druhé vysílání.

4.5 Gigabitový Ethernet a způsob, jakým zvyšuje svůj dosah

Jako přenosové médium se používá **optické vlákno** nebo **kroucená dvoulinka**. Zvyšování dosahu – **zachová se poloviční duplex** a sdílený charakter, ale musí se prodloužit doba, během které je nutné

detekovat kolizi; nebo **zavede se plný duplex** – odpadá metoda CSMA/CD, odpadá detekování kolize, odpadá apriorní omezení dosahu.

4.6 Desetigigabitový Ethernet a jeho dosah

Funguje jen plně duplexně (není omezení na dosah kvůli detekci kolizi), je provázán pouze na optických vláknech. Dosah je až 40 km. Využití celých vláken (celého spektra) ale i jednotlivých barev pomocí techniky DWDM.

4.7 Iso-Ethernet a jeho princip

Filosofie je zkombinovat dvě technologie – paketovou technologii Ethernetu (fungující na principu přepojování paketů) a technologii ISDN (fungující na principu přepojování okruhů). Udělat to tak aby si každá technologie zachovala dobré vlastnosti, neovlivnila nepříznivě tu druhou a bylo to laciné a efektivní. Vyjít vstříc jak potřebám datových přenosů, tak i potřebám aplikací v reálném čase, které využívají garanci služeb.

4.8 Power over Ethernet - základní principy

Snaha napájet malá zařízení po „datových" kabelech. Lze použít na kabelech s kroucenou dvoulinkou kategorie 5. Až 13W při napětí 48V. Aby se nepoškodily zařízení nepoužívající PoE tak se nejprve vyzkouší na menším napětí a pokud to akceptuje tak se napětí přidá.

4.9 Ethernet in the First Mile - podstata a varianty

Používat i v přístupové síti takové technologie, jaké se používají na koncích. Snaha eliminovat režie, které vznikají propojováním a kombinováním různých technologií. Varianta **EFMC** (dvoubodové spoje po metalických vedeních; symetrické přenosové rychlosti), **EFMF** (dvoubodové spoje po jednovidouvých optických vláknech), **EFMP** (vícebodové spoje po optických vláknech s pasivním rozbočením).

4.10 Metro Ethernet - cíle a záměry

Cíl je používat uprostřed (v síti MAN či WAN) stejné technologie jako na koncích, snížit režii, zvýšit rychlost, usnadnit škálování. Záměr nabídnout propojování na **úrovni linkové vrstvy** navíc s podporou VLAN, QoS atd.

5 Bezdrátový Ethernet (IEEE 802.11)

5.1 Jaký je vztah mezi bezdrátovým Ethernetem, WLAN, RLAN, HiPERLAN, IEEE 802.11 a Wi-Fi?

Snaha zbavit se kabelů, spojit bezdrátově počítače v krátké vzdálenosti. Frekvence v bezlicenčním pásmu. Bezdrátový Ethernet je jednou z variant ***WLAN – Wireless LAN***.
Wi-Fi není síť, ale značka, která se uděluje když splňuje standardy kompatibilitu.
Rozprostření do širšího spektra kvůli rušení (bezlicenční pásmo 900MHz a 2,4GHz).
IEEE 802.11 je standard bezdrátového Ethernetu. Obsahuje podvrstvu MAC a vrstvu PFY. Maximální přenosová rychlost je 2Mbps. ***RLAN – Radio Local Area Network***: 802.11 je americká verze, RLAN je evropská verze. ***HiPERLAN – High Performance***. Obě se postupně standardizují směrem k 802.11 idkyž nejsou úplně stejné.

5.2 Standard IEEE 802.11 (bez přípony!!), jeho řešení fyzické vrstvy

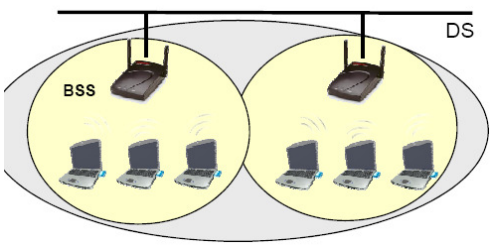
Vytvořena pracovní skupina IEEE 802.11 a následně vydán standard IEEE 802.11 – bezdrátový Ethernet. Standard pokrývá podvrstvu MAC (řízení přístupu) – varianta PCF a DCF a fyzickou vrstvu (PHY) – FHSS, DSSS, DFIr. Maximální dosahovaná rychlost 2 Mbit/s

5.3 Architektura IEEE 802.11, režimy infrastruktury a ad-hoc

Má dva základní režimy fungování: pro **dvojbodové spoje** nebo pro **více bodové spoje**, kdy dva terminály komunikují přímo mezi sebou – **ad-hoc**. Nebo **do hvězdy** – jeden přístupový bod (Access Point) a n

terminálů (STA - station) – přenosová kapacita je sdílená a terminály nekomunikují přímo mezi sebou, ale jen s AP (přes AP) (**infrastructure mode**).

5.4 Buňky a sítě v IEEE 802.11 (BSS, ESS, BSSID, SSID)



BSS (Basic Services Set) – nejmenší prvek architektury bezdrátových sítí IEEE 802.11. Dva či více počítačů, které se navzájem rozpoznaly a komunikují spolu. Nemusejí obsahovat přístupový bod (AP), pak jde o IBSS v režimu ad-hoc. Častěji BSS obsahují AP a uzly komunikují v režimu infrastruktury. Propojením více BSS vzniká **ESS**. **SSID** je identifikátor 32-znakové jméno sítě – v rámci ESS musí být všude stejné – přenáší se v rámcích nezašifrovaně. **BSSID** je 6B identifikátor a je jiný v každém BSS – v režimu ad-hoc je generováno náhodně a v režimu infrastruktury je to MAC adresa A.

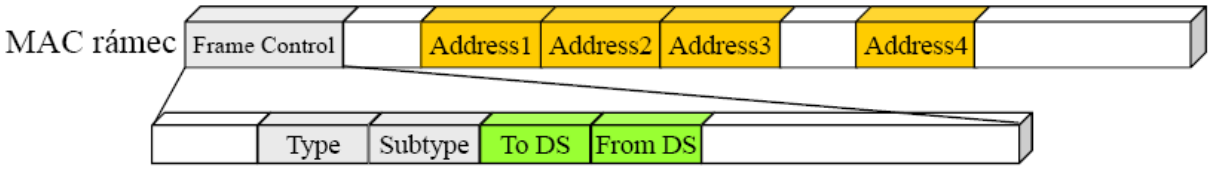
5.5 Bezdrátové distribuční systémy v IEEE 802.11 (WDS, repeating WDS)

Ke vzájemnému propojení BSS slouží DS – drátový nebo bezdrátový. **WDS** – propojuje dvě drátové sítě bezdrátovým způsobem. Provoz mezi dvěma AP nepřijímá jiný uzel. **Repeating WDS** – jeden uzel funguje jako přístupový bod druhý uzel má 2 RF rozhraní – jedno se chová jako klient vůči prvnímu AP a druhé se chová jako AP, snaží se emulovat první AP. Slouží ke zvětšování dosahu.

5.6 Funkce DS v IEEE 802.11

Association – stanice se asociuje s konkrétním AP v jedné BSS, v rámci toho musí proběhnout autentizace stanice vůči AP, teprve pak může přenášet data.
Reassociation – opakovaná asociace, při přechodu mezi AP v rámci různých BSS, ale stejné ESS.
Disassociation – zrušení asociace, stanice již nemůže přijímat či odesílat data skrze AP.
Distribution – přenos dat v rámci ESS po DS, odesílatel předá svému AP, ten využije DS k přenosu dat k příslušnému AP, které předá koncovému příjemci.
Integration – přenos dat mimo danou ESS - skrze tzv. portál.

5.7 MAC rámce a MAC adresy v IEEE 802.11



Řídící rámce, rámce pro správu (beacon, Authentication, Disassociation), datové rámce.
V rámcích IEEE 802.11 se uvádějí až 4 MAC adresy.
Address1 je vždy adresa příjemce – podle ní uzel posuzuje, zda se jej vysálaný rámec týká či nikoli.
Musí se rozlišit následující situace: adresy v MAC rámcích:
V režimu ad-hoc sítě – To DS=0 (příjemce je uzel, nikoli AP/DS), From DS=0 (odesílatel je uzel, nikoli AP/DS), Address1 = MAC adresa příjemce, Address2 = MAC adresa odesílatele.
V režimu infrastruktury – „od AP“: To DS=0, From DS=1, Address1 = MAC adresa logického a fyzického příjemce, Address2 = MAC adresa fyzického odesílatele, Address3 = MAC adresa logického odesílatele. „k AP“ – To DS=1, From DS=0, Address1 = adresa AP, Address2 = fyzický a logický odesílatel, Address3 = logický příjemce. „přes DS“ – To DS=1, From DS=1, Adress1=fyzický příjemce, Address2=fyzický odesílatel, Address3=logický příjemce, Address4=logický odesílatel.

5.8 Power management a beacon rámce v sítích IEEE 802.11

Stanice jsou napájený často z baterie – musí se tedy šetřit energií. Vysílat jen s takovým výkonem, který je skutečně nutný. Vypínat rádiovou část (transceiver) kdykoli je to možné. Možné stavy v režimu úspory napájení – **sleep** (zařízení spí a není možné přijímat), **awake** (zařízení je vzhůru a může přijímat i vysílat). Když stanice přijme rámec a mají pokračovat další rámce, zůstane vzhůru. Stanice, která spí, se musí

pravidelně probouzet, zdali nejsou pro ni připravena data – AP musí dočasně data bufferovat pro spící stanice.
Beacon rámec je rámec pro správu – využívá AP k inzerování své přítomnosti. Jsou rozesílány pravidelně. Obsahují údaj o tom, za jak dlouho je plánované další vysílání, jméno sítě, podporované rychlosti přenosu, vektor s informacemi o tom, pro které stanice jsou v AP připravena v bufferu data.

6 IEEE 802.11 – II

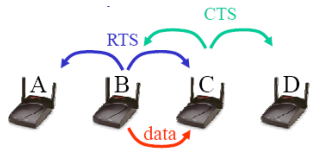
6.1 Doby SIFS, PIFS a DIFS v řídících metodách IEEE 802.11 - k čemu slouží?

Slouží k čekání v přístupových metodách.
SIFS – jak dlouho čeká příjemce, než odešle potvrzení.
PIFS – jak dlouho čeká přístupový bod, než začne vysílat (=SIFS+1slot).
DIFS – jak dlouho čeká odesílatel, než začne vysílat (=SIFS+2sloty).

6.2 Fungování přístupové metody DCF CSMA/CA, se zohledněním doby DIFS

CA – Collision Avoidance: nedochází ke kolizím (dochází, ale nikdo to neví), protože vzduch je jen poloduplexní médium. Nejde proto použít ***CD***. **Povinná varianta.** Pokud někdo vysílá, odmlčí se na nádhodnou dobu (0-perzistentní). Při vysílání nemůže kontrolovat kolize (je poloduplexní) a tak musí nakonci počkat na ***potvrzení ACK*** zda bylo vše ok. Používá se u Wi-Fi. Díky metodě nefunguje QoS a ani nelze vyhradit přenosovou kapacitu. Fungování narušují efekty ***skryté stnice*** (prostřední stanici vidí obě krajní stanice, ale sebe navzájem ne a tak netuší zda druhá krajní vysílá nebo ne.) a ***předsunuté stanice*** (v podstatě opak skryté stanice. Prostřední chce vysílat ke krajní, ale druhá krajní vysílá někam uplně jinam nicméně prostřední si myslí že ta první krajní je blokovaná). ***Vysílání v DCF***, musí počkat než bude médium volné po dobu ***DIFS*** a pak ještě počká nějaký čas, který mu udává ***okénko soutěže***. Pak začne vysílat, pokud to jde. Okénko soutěže má 7 slotů. Při kolizi se zdvojnásobí (až do255). Čím je menší tím je menší latance ale častější kolize.

6.3 Fungování přístupové metody DCF CSMA/CA s RTS/CTS, se zohledněním doby DIFS a SIFS



Volitelná. Nemá žádný centrální prvek.
Snaha eliminovat problém skryté a předsunuté stanice. Stanice B chce vysílat k C - vyšle krátký rámec **RTS** ke stanici C (Request to send - žádost o právo vysílat k uzlu C) a říká, jak dlouho vysílání bude trvat. Ostatní uzly v okolí by měli zachytit tento rámec a odvodit jak dlouho B bude vysílat a nastavit si stopky. C odpoví krátkým rámcem **CTS** (Clear to send – signalizuje připravenost k vysílání). Tento CST rámec by měli zachytit stanice v dosahu C a nastavit si vnitřní stopky. Pak probíhá samotný datový přenos a ostatní stanice se nesnaží vysílat – čekají po dobu ve vnitřních stopkách. Před posíláním C vždy čeká dobu SIFS.

6.4 Fungování přístupové metody PCF, se zohlednění dob SIFS a PIFS

Volitelná. AP řídí veškerou komunikaci (tudíž tato přístupová metoda vyžaduje přítomnost AP), ke kolizím nedochází vůbec. AP rozděluje čas na super rámce, který má dvě části – bez soutěže (AP se explicitně dotazuje jednotlivých uzlů, zdali chtějí vysílat) a se soutěží (během této fáze se používá DCF). Koordinátor nejprve čeká na volné přenosové médium, pak čeká dobu PIFS (PIFS < DIFS, takže by neměl uzel sám vysílat v režimu DCF). Koordinátor vyšle výzvu k uzlu 1 a ten reaguje za dobu SIFS a odešle svůj rámec. Koordinátor odpoví po době SIFS, pokud uzel odpověděl, jinak po době PIFS a pokračuje dotazováním dalšího uzlu.

6.5 Řešení fyzické vrstvy v IEEE 802.11b (DSSS)

Fyzická vrstva používá jen techniku DSSS!!! (rozprostření do širšího spektra). Je zpětně kompatibilní s DSSS IEEE 802.11 (podporuje rychlosti 1i 2Mbit/s). Používá stejné frekvenční bezlicenční písmo 2,4GHz. Přidává rychlosti 5,5 a 11Mbit/s. Pro nové rychlosti, používá 8bitový chipping kód.

6.6 Problematika frekvencí a frekvenčních kanálů pro IEEE 802.11b, překrývání kanálů

IEEE 802.11 pracuje v bezlicenční pásmu 2,4GHz. Celkový rozsah bezlicenčního pásma je v různých zemích světa různý – v Evropě a USA je 2.4000 – 2.4835 (celkem 83,5MHz). Dostupné pásmo je rozděleno na kanály o šířce 22MHz s odstupem 5MHz => některé kanály se překrývají. V pásmu 2,4GHz existují jen 3 vzájemně se nepřekrývající pásma. Umožňuje to použít **3 sítě WLAN** vedle sebe, na různých kanálech, aniž by se vzájemně rušili.

6.7 Řešení fyzické vrstvy v IEEE 802.11h a IEEE 802.11a (OFDM)

802.11a předpokládá využití pásma 5GHz a využívá úplně jinou techniku fyzické vrstvy (**OFDM**) než 802.11. **OFDM** (Ortogonální frekvencní multiplex) – rychlost až 54Mbps. Frekvencní pásmo se rozdelí na nekolik menších které se prekrývají. Ortogonální multiplex = maximum nosné se prekrývá s minimem vedlejší nosné. Používá frekvencní kanály o šírce 20MHz které delí na 52 pásem.
802.11h vychází z 802.11a a přidává schopnost dynamické volby frekvence a schopnost regulovat vysílací výkon.

6.8 Srovnání IEEE 802.11h a IEEE 802.11a, vzájemné odlišnosti

IEEE 802.11a předpokládá využití pásma 5GHz a využívá techniku fyzické vrstvy OFDM. 802.11h vychází z 802.11a a přidává schopnost dynamické volby frekvence ***(DFS)*** a schopnost regulovat vysílací výkon ***(TPC)***.

6.9 Antény, používané pro sítě WLAN (varianty, zisk)

Ideální anténa – je bodová a vyzařuje do všech stran v prostoru – má zisk 0dBi.
Reálná anténa – není nikdy bodová – nevyzařuje do prostoru rovnoměrně, ale některým směrem více a jiným méně.
Zisk reálné antény – kolikrát více vyzařuje v daném směru, než izotropní anténa. Měří se v dBi.
Všesměrová anténa – vyzařuje do všech směrů (ale jen v horizontální rovině), zisk=2-16dBi.
Sektorová anténa – vyzařuje do určité výseče (30-120°), zisk=10-20dBi.
Směrová anténa – do užší výseče než sektorová (8-15°), větší dosah, zisk=13dBi.

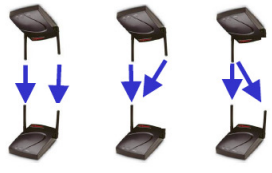
6.10 Vyzařovací výkon, EIRP a omezení ve všeobecném oprávnění

Výstupní výkon – to co vystupuje ze zařízení (např. z Wi-Fi karty, některé zařízení umožňují regulovat, měří se v dBm).
Vyzarovací výkon – to co vystupuje z antény. Je výsledkem souctu vysílacího výkonu (co vystupuje z prístroje), útlumu (kabely) a zisku antény. **Omezení** se týká práve vyzarovacího výkonu. U nás je omezení na 100mW vysílacího výkonu.
EIRP (effective isotropical radiated power) – výkon vyzárený anténou do všech smeru. Merí se ve Wattech.

6.11 Srovnání IEEE 802.11b a IEEE 802.11g, vzájemné odlišnosti

802.11g navazuje na 802.11b. Pracuje ve stejném bezlicenčním pásmu 2,4GHz, používá stejné frekvenční kanály a dokáže s ním zpětně koexistovat, ale nabízí vyšší rychlosti (max. 54Mit/s). Používá různé techniky přenosu dat – OFDM (jako 802.11a), DSSS (jako 802.11b), PBCC (nová technika). Jsou již na trhu a nejsou o tolik dražší jako 802.11b.

6.12 Možnosti dalšího zvyšování rychlostí u sítí WLAN (IEEE 802.11n, MIMO)



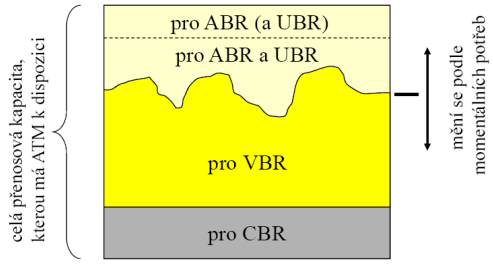
Připravovaný standard IEEE 802.11.n – měl by poskytnout alespoň 100Mbit/s efektivní přenosové rychlosti. Není jasné, zda zůstane v pásmu 2,4GHz nebo využije pásmo 5GHz. Není dosud vybráno, jaké technické řešení bude obsahovat.
Způsob dosažení vyšší rychlosti (**MIMO**) – zařízení bude používat více rádiových rozhraní pro paralelní příjem a vysílání.

7 ATM, X.25 a Frame Relay

7.1 Původ ATM, jeho koncepce a celková filosofie, ATM buňky

Přenosová technologie ze světa spojů. Snaží se zohledňovat potřeby obou světů. Svět spojů preferuje přepojování okruhů, kvalitu služeb, spojovaný a spolehlivý přenos. Svět počítačů preferuje přepojování paketů, nespojovaně, nespolehlivě, efektivnost přenosu. Výsledek => ATM funguje spojovaně na principu přepojování paketů. Svět počítačů má přenosy nárazové – lépe vyhovují malé bloky, protože se lépe najde volný blok – max. 32bytů. Svět počítačů chce mít přenosy efektivní – velké bloky, protože je menší režie na zpravování hlavičky – min. 64bytů. Kompromis 48bytů (průměr). ATM pracuje s bloky pevné délky (48B) a nazývají se **buňky** mající ještě 5 bytovou hlavičku. Pevná velikost => můžou se zpracovávat hardwarově.

7.2 Třídy služeb ATM: CBR, VBR, ABR a UBR



Pro různé požadavky má ATM různé třídy služeb.

Constant Bit Rate – garantuje celou a konstantní přenosovou kapacitu. Vhodné pro cokoli co generuje konstantní datový tok. Každá n-tá buňka je pevně vyhrazena pro tento přenos.

Variable Bit Rate – garantuje přenosovou kapacitu takovou, jako právě přenos potřebuje. Dohodnou se na max. a min. kapacitě přenosu. Nevyužité buňky se vracejí pro jiné přenosy. Každá n-tá buňka pro tento přenos.

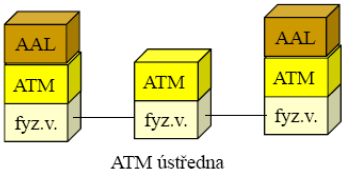
Available Bit Rate – garantuje určitou minimální přenosovou kapacitu. Dohodnou se na min. a max. přenosovou kapacitu a ATM síť rezervuje spodní část. Požadavky nad minimum jsou brány z VBR.

Unspecified Bit Rate – negarantuje nic, jako "best effort". Žádná buňka není dopředu vyhrazena a jsou přidělovány podle momentálních možností.

7.3 Okruhy a cesty v ATM, adresy a identifikátory, rozhraní UNI a NNI

Vyrtuální okruhy – ***kanály*** – jsou jednosměrné, ale když se udělají dva tak mohou fungovat duplexně.
Nespolehlivé fungování – není žádné potvrzování (zahlcení = zahazování dat).
Snaha zjednodušit směrování – ***dvouúrovňová hierarchie*** spojů a jejich adresování – ***virtuální okruhy a cest***y (cesta je několik okruhů dohromady). Přenos je jen podle cest (jejich VPI se mění) a na okruh se dívá až u doručování cílovému uzlu. Přináší to snazší směrování /to byl cíl), méně tabulek a jednoduché přesměrovávání. Nutnost dvojích ustředen a rozhraní s jiným formátem buněk. Jedno rozhraní je na úrovni kanálů ***UNI*** (mezi uzly a ATM, ma v hlavičce na začátku nějaké záhadné 4 bity) a druhá na úrovni cest ***NNI*** (mezi ATM a ATM, nemá 4 bity a identifikátor cesty je v hlavičce roztažen na 12 bitů).

7.4 Vrstvový model ATM - problematika fyzické vrstvy, dosahovaná rychlost, adaptační vrstva



Fyzická vrstva zajišťuje vlastní přenos – není součástí definice ATM. ATM nemá sama fyzickou vrstvu – sama nepřenáší data, není vázána na konkrétní přenosovou rychlost a nemá žádný rychlostní limit. Rychlost je dána tím co se jí podstrčí. Má dvě podvrstvy – **TCS, PMD** – zajišťuje konkrétní součet. Základ je ATM vrstva má za úkol přenášet jednotlivé buňky. Adaptační vrstva připomíná transportní vrstvu – rozklad dat na vhodně velké části, aby šli dát do buněk, může zařizovat detekci chyb a řízení toku. Má vyšší vrstvám zakrýt charakter ATM a dát jim to co právě chtějí.

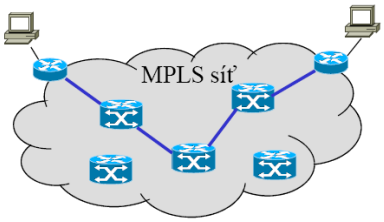
7.5 Sítě X.25 - koncepce, vlastnosti, využití

Přenosová technologie (fyzická, linková a síťová vrstva), vytvořená pro potřeby veřejných datových sítí. Vznikla ve světě spojů. Na principu přepojování paketů. Funguje **spojovaně a spolehlivě**. Řeší připojování koncových uzlů k veřejným datovým sítím (neřeší vnitřní fungování VDS). **Předpokládá inteligentní síť.** Dnes je překonáno.

7.6 Frame Relay - koncepce, vlastnosti, využití, parametry CIR a EIR

Linková technologie pokrývající linkovou a fyzickou vrstvu hlavně pro vzájemné propojování sítí. Funguje **spojovaně a nespolehlivě**, má řízení toku. Přenáší linkové rámce, do kterých se například vkládají IP pakety. Snaží se **garantovat přenosovou kapacitu** – rámce, které přestoupí hodnotu CIR, můžou být zahozeny, pokud je nebude schopno přenést. Navíc lze připustit ještě EIR – Extended information rate.

7.7 Podstata tag/label switchingu, možnosti implementace



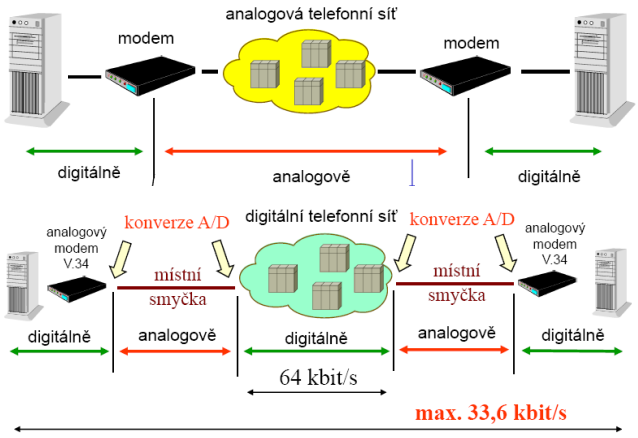
IP funguje nespojovaně. Komunikace mezi dvěma uzly není většinou omezena posláním jednoho paketu, ale jde o určitou sekvenci paketů. Nápad snažit se detekovat proudy IP paketů a ty přenášet spojovaně. Když už budou proudy detekovány, tak se všechny pakety v rámci proudu označí nálepkou a budou se přenášet na úrovni linkové vrstvy – přepínače se budou rozhodovat podle nálepky a né podle obsahu IP paketu!!! MPLS – standardizovaný způsob využití label switching-u z rodiny TCP/IP. Edge router – detekuje IP streamy, hledá cestu skrze MPLS síť. Label switching router – vnitřní prvek MPLS sítě – rozhoduje se pouze podle nálepky (nebere v potaz obsah paketu).

8 POTS, ISDN, xDSL

8.1 Struktura veřejné telefonní sítě (POTS/PSTN), rozdíl mezi analogovou digitální sítí, srovnání s ISDN

Struktura dnešní telefonní síť je typicky hierarchická. Tranzitní ústředny -> místní ústředny-> pobočkové ústředny (často privátní, ve vlastnictví firem) || místní smyčky (účastnické vedení).
Analogová síť – ústředny jsou propojeny cestami, které mohou přenášet více hovorů současně. Jednotlivé hovory jsou skládány do jedné přenosové cesty pomocí techniky frekvenčního multiplexu. Čím užší je pásmo jednotlivých hovorů, tím více hovorů se vejde na existující vzájemné propojení ústředen.
Digitální – Telefonní ústředny fungují plně digitálně a místní smyčky fungují stále analogově (telefonní přístroje stále analogové). K převodu z/do digitálního tvaru dochází na vstupu do ústředny.

8.2 Datové přenosy skrze telefonní síť (analogovou i digitální) s využitím modemů



Telefonní síť se chová jako čistě analogový přenosový kanál. Konverze je zajišťována mimo telefonní síť modemy patřícími komunikujícím stranám. Telefonní síť nepozoruje rozdíl mezi hlasovým hovorem a přenosem dat.
Telefonní síť se chová jako čistě digitální přenosový kanál, ale „externě“ stále jako analogový. Příslušnou konverzi zajišťuje sám na vstupech do sítě (do ústředny).
Odstraněním jedné z konverzí lze dosáhnout vyšších přenosových rychlostí.

8.3 Vlastnosti a standardy telefonních modemů, princip jejich ovládání

Jsou programovatelné – pomocí příkazů. Mohou mít zabudované mechanismy pro on-line kompresy dat, korekci chyb. Dokážou se přizpůsobovat sobě navzájem, kvalitě linky. Standardy: V.34 – analogová linka, V.90 – digitální linka, V.92 – digitální linka (rychlé navazování spojení s protějším modemem). Způsob ovládání je textového charakteru. Existují dva režimy – příkazový (modem interpretuje data od počítače jako příkazy a nepouští je dál), datový (modem je průchozí – neinterpretuje data).

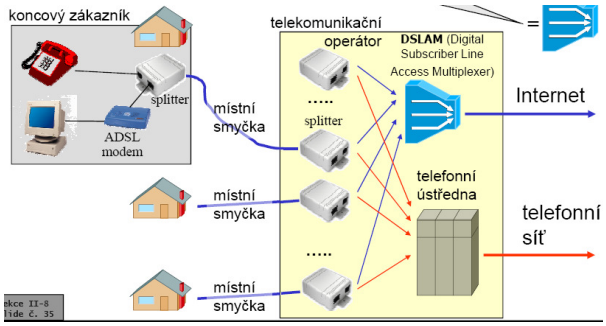
8.4 Síť ISDN - koncepce, kanály, přípojky PRI a BRI, připojování koncových zařízení

Digitální způsob fungování telefonní sítě se prodlouží až ke koncovým účastníkům. Telefonní ústředny fungují plně digitálně a místní smyčky také!!! Na konci místní smyčky musí být připojeno zařízení, které komunikuje digitálně. Když všechno bude fungovat digitálně je možnost přidat (integrovat) další služby (různá přesměrování hovorů, průběžné zobrazení údajů o tarifu).
ISDN počítá s existencí kanálů 64kbit/s označovaných jako B. Účastnické přípojky jsou řešeny jako kombinace kanálů B a dalších služebních kanálů.
BR – přípojka určená pro domácnost, obsahuje 2B+D. Předpokládá se, že je možnost využít stávající účastnické přípojky. Možnost připojit k jedné přípojce až 8 zařízení a komunikovat současně mohou 2. Jedna přípojka může mít více telefonních čísel. Zařízení, které nepodporuje ISDN, se musí připojit přes terminálový adaptér.
PR - přípojka určená pro firmy, kanceláře, providery. 23 x 64kbit/s + D pro signalizaci. Určena pro připojování celých telefonních ústředen – firemních pobočkových ústředen, propojování ústředen telekomunikačních operátorů.

8.5 Princip nasazení technologií xDSL na místní smyčky a jejich využití pro datové přenosy, koexistence s hlasovými přenosy

xDSL modemy jsou nasazeny na oba konce místní smyčky. Datový tok musí být odkloněn před vstupem do telefonní ústředny a veden jinou cestou!! – telefonní síť již nemá dostatek kapacity pro vysokorychlostní přenosy. Některé z xDSL technologií využívají celé frekvenční pásmo místní smyčky – nemohou koexistovat s hlasovými službami na stejném drátě. Jiné využívají tzv. nadhovorové pásmo (pouze vyšší frekvence) – dokážou koexistovat s hlasovými službami (ADSL), hovorové a nadhovorové pásmo mohou využívat různí poskytovatelé, musí být vhodné oddělení hovorového a nadhovorového pásma.

8.6 ADSL a její nasazení - DSLAMy, splittery, modulace, rychlosti



Využívá pouze nadhovorové pásmo a nižší frekvence nechává volné. **Max. rychlost** down k uživateli 6-8Mbps, max. rychlost up od uživatele 600-800kbit/s. Dosah záleží na kvalitě linky. Technika **modulace DMT** (DiscreteMultiTone) – využitelné frekvenční pásmo se rozdělí na určitý počet samostatných dílčích pásem. V každém pásmu je přenášena jedna samostatná nosná a na každou nosnou jsou namodulována data. **Modulace CAP** je starší a již nedoporučovaná technika – nerozděluje pásmo na části, ale využívá ho jako celek. Musí být zajištěno vhodné oddělení hovorového a nadhovorového pásma – pomocí **splitteru**. **DSLAM** (DSLAccessMultiplexer) - před ústřednou do internetu (oddělené splittery i před ústřednou)

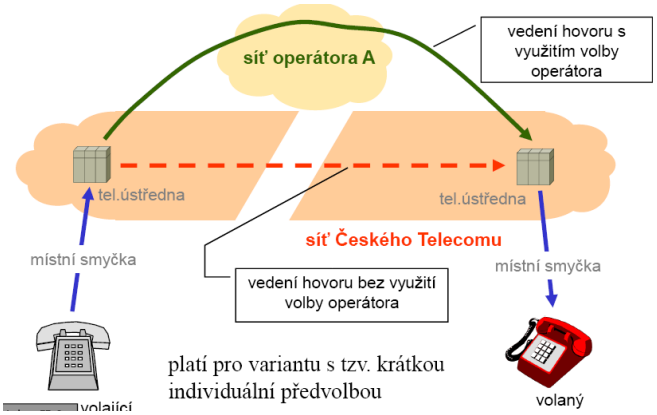
8.7 Institut zpřístupnění místní smyčky (LLU) a možnosti jeho využití (plný a sdílený přístup)

Vlastník smyček umožní jejich využití ostatním operátorům. Za definovaných ekonomických, technických a jiných podmínek. Jde o pronájem na úrovni „holé mědi“. Buď varianta sdílený přístup – alternativní operátor si pronajímá pouze nadhovorové pásmo místní smyčky nebo varianta plný přístup – alternativní operátor si pronajímá celou místní smyčku.

8.8 Bitstream - podstata a srovnání s LLU a xDSL

LLU je řešením „na úrovni mědi„ – alternativní operátor si pronajímá dráty a na místní smyčku instaluje svou vlastní technologii. Bitstream (bitový proud) je řešení na úrovni fyzické vrstvy. Technologii instaluje na smyčku její vlastník – výsledkem je služba schopná přenášet proud bitů. Alternativní operátor si pronajímá až službu spočívající v přenosu bitů a sám staví další služby, které využívají bitový proud.

8.9 Mechanismus volby operátora - princip a možnosti využití



Varianta CS – varianta s krátkou individuální předvolbou (u každého hovoru musí vlastník vytočit prefix před zadáním čísla volaného). CPS – varianta s pevnou předvolbou (volající se jednou rozhodne a veškerý hovor bude směrován, aniž by bylo třeba zadávat prefix). Hovor vedený přes jiného operátora zaplatí zákazník celý jemu.

9 "drátový" broadband

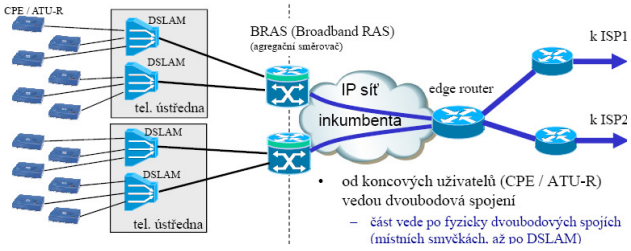
9.1 Jaká jsou možná vymezení broadbandu? Jaké další aspekty souvisí s jeho definicí? Např. symetrie, efektivní rychlost atd.

Varianta „širokopásmový“ – jde o doslovný překlad, implikuje velkou šířku pásma – vypovídá o spotřebě. „vysokorychlostní“ – věcně správnější, týká se efektu, nikoli spotřeby zdrojů. Oficiální definice v ČR používá termín „vysokorychlostní“. (bez)drátový broadband – snaha využít jakoukoli existující (bez)drátovou infrastrukturu (všechna dostupná frekvenční pásma u bezdrátových) pro poskytování broadbandu.
(Anti)symetrie – musí být rychlosti v obou směrech stejné, nebo nemusí. Týká se jen spodní hranice (downstreamu)?
Nominální rychlost – to co poskytovatelé služeb inzerují (teoretická – jak dlouho trvá přenos 1 bitu, nebere v potaz režii). Efektivní – to co zákazníci skutečně dostávají (40-90% nominální, závisí na řadě faktorů – počtu zákazníků, chování zákazníků).

9.2 Agregace a její vliv na broadband, problematika Fair Use Policy

Agregace = sloučení více přenosových kapacit do jedné společné, která je menší než součet vstupních kapacit. Poskytovatel prodává jednu a tu samou kapacitu/službu více zákazníkům současně. Čím větší stupeň agregace, tím levnější může být poskytování. Ale jen do určitého počtu, pak agregace zhoršuje poskytovanou službu. Míru agregace volit i na průměrné chování zákazníků. Když se zákazníci nechovají podle předpokladů, můžeme tomu zabránit omezením, peněžní penalizace, technické opatření. FUP – soubor restrikcí, technických opatření, penalizací, kterými si poskytovatel služby vynucuje dodržení očekávaného chování!!! Poskytovatel měří míru využití služeb (objem přenesených dat za časové období) a v závislosti na tom stanovuje limity.

9.3 ADSL a střední míle: DSLAMy a jejich napojení na BRAS (SSG/SSD), PPPoA



Od koncových uživatelů vedou dvoubodové spojení a končí až na zařízení BRAS (přístupový server a současně funguje jako agregační směrovač). PPPoA – protokol pro přenos IP paketů mezi koncovým uživatelem a BRAS. BRAS zajišťuje autentizaci uživatelů, poskytnutí konfiguračních údajů, agregaci, prioritizaci přenosů. Může současně sloužit jako SSG – přepínač mezi více službami, které jsou dostupné pro uživatele; SSD – mechanismus, skrze který uživatel vybírá služby (webové rozhraní).

9.4 ADSL2 a ADSL2+

ADSL2 – využívá stejné frekvenční rozsahy jako ADSL, ale dosahuje vyšších přenosových rychlostí a zvyšuje dosah. Využívá dokonalejší modulaci a kódování, proměnlivou délku rámce, regulaci vysílacího výkonu, rychlí start. Možnost plně digitálního režimu. Stále platí – čím větší dosah, tím menší max. dosažená přenosová rychlost.
ADSL2+ - zvýšit přenosovou rychlost a moc nezkracovat dosah. Poskytnout dostatek kapacity pro VoD. Problém je, že technologická zdokonalení už nedávají dostatek prostoru. Řešení – využije se větší frekvenční rozsah na místní smyčce.

9.5 Symetrické varianty xDSL technologií

SDSL (symetrický DSL) - (staré) proprietární řešení nasazované v USA.
HDSL – staré řešení pro připojování pobočkových tel. ústředen po místní smyčce. Využívá celé frekvenční pásmo. Vyžaduje 2 až 3 páry kroucené dvoulinky.
HDSL-2 – Vystačí jen 1 párem / místní smyčkou.
SHDSL – první mezinárodní standardizované symetrické řešení. Obvyklí dosah až 3 km. Dosah i rychlost lze zvyšovat (pomocí opakovačů na vedení, využití více místních smyček současně).
Celá symetrická řešení využívají celé frekvenční spektrum místní smyčky. Nedokáže koexistovat s hlasovými službami.

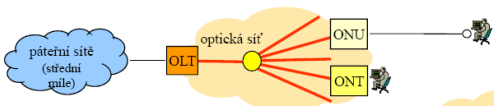
9.6 Možnosti řešení hlasu v přístupových sítích (VOIP, VoATM, CVoDSL)

Je více možností jak poskytovat hlasové služby v přístupových sítích.
Hlas a data samostatně – data v nadhovorovém pásmu a hlas v hovorovém pásmu.
Hlas skrze VOIP (nad ADSL) - hlasové služby jsou poskytovány na bázi VOIP.
VoATM (Voice over ATM) – digitalizovaný hlas se vkládá do rámců AAL2 a ATM a přenáší skrze xDSL přípojku.
CVoDSL – některé frekvenční kanály se použijí pro přenos hlasu (v datové podobě). Hlas je digitalizován není vkládán do paketů, ale přenášen jako stream.

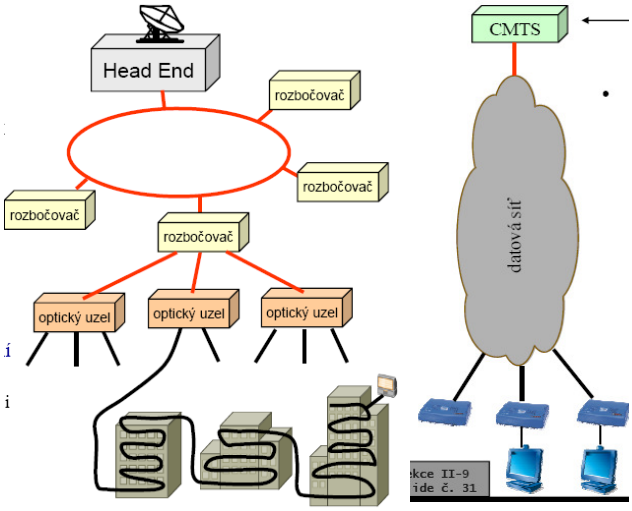
9.7 Optika v přístupových sítích, varianty FTTH

Zatím je potenciál optiky využíván minimálně. Problémem je, že optická vlákna jsou stále drahá. Ve většině případů je stále neekonomické je dovést až do bytů. Snaha o kompromis – dosáhnout co nejdále pomocí optiky, zbytek rozvést pomocí místních smyček či jiných kovových vedení.
FTTx – obecné označení pro použití optických vláken v přístupových sítích (x se liší tím, kam až optické vlákno dosahuje). FTTH – optické vlákno dosahuje až domu. Varianta optika+metalika. Na začátku je OLT – zajišťuje návaznost na páteřní síť. Na rozhraní je ONU – převodník mezi optickým a metalickým vedením.

9.8 Sítě PON a jejich řešení (APON, BPON, GPON a EPON)



Optická část přístupové sítě může být aktivní nebo pasivní. PON (pasivní) – bez napájecích prvků, jednoduchý a laciný. Mají za úkol rozvádět data k určitému počtu zákazníku – k prvkům ONU (převod na metalickou síť) nebo ONT (přímo napojeno zařízení). Pomocí vlnového multiplexu nebo časového (upstream, downstream).
APON (později přejmenováno na BPON) – technologie použita mezi OLT A ONU (ONT). Základ je technologie ATM. Nabízí 10/100Mbit/s Ethernet či distribuci videa. GPON – jako BPON, ale pro gigabitové rychlosti. EPON – základ pro přenos dat je přímo Ethernet.



9.9 Technologie VDSL a možnosti jejího nasazení v přístupových sítích

Metalická část přístupové sítě musí být dimenzována tak, aby nebrzdila optickou část. Klasická technologie xDSL už nestačí. Musí být vyvinuta nová => VDSL zatím nejrychlejší z technologií xDSL – až 52Mbit/s na downstreamu. Možnost (asi)symetrické konfigurace. Zmenšený dosah. Použití spolu s PON (eventuelně i samostatně na krátkou vzdálenost).

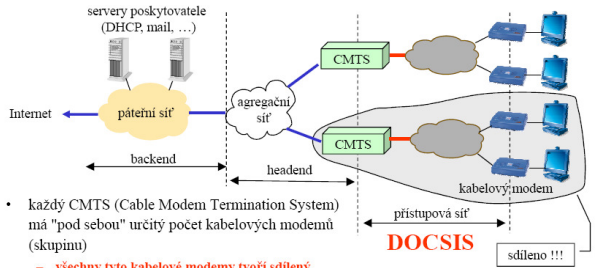
9.10 Rozvody kabelové TV a dnešní kabelové sítě HFC, problematika zpětného kanálu

Původně kabelové rozvody rozváděli TV signál do míst se špatným příjmem – šlo o stejné vysílání, které se šířilo éterem. Rozvody byly jednosměrné (koaxiální kabely). Později vzniká specifické vysílání pro kabelové rozvody. Šířily se jiné programy, než jaké se šířily éterem. Rozvody byly stále jednosměrné. Rozvody vedou hlavně do domácností. Dalším vývojem bylo použití optických vláken a zvětšení kabelových rozvodů.

Kabelové sítě dostaly složitější strukturu (hierarchickou). Head end – vstupní bod do celé sítě; optické rozbočovače, optické uzly – zajišťují převod z optiky na koaxiál; distribuční zesilovače; koncová zařízení. Stále byly jednosměrné a distribuční!!!

Zavedení zpětného kanálu vyžadovalo úpravu všech prvků kabelové sítě. Výsledkem bylo možnost vytvořit v kabelové síti obousměrnou datovou síť pro přenos dat. Začátkem byl CMTS a konec kabelový modem.

9.11 Přenosy dat v kabelových sítích, DOCSIS a euroDOCSIS



Každý CMTS má pod sebou určitý počet kabelových modemů. Všechny tyto kabelové modemy tvoří sdílený segment. Kabelový operátor může přidávat další CMTS a zmenšovat skupiny modemů, který sdílí společnou přenosovou kapacitu. Pro komunikaci mezi CMTS a kabelovým modemem byl vyvinut standard DOCSIS. K dispozici má dopředné frekvenční kanály, dimenzované podle potřeby přenosu TV programů – o šířce 6MHz (v USA) standard DOCSIS; o šířce 8MHz (v Evropě) standard euroDOCSIS. Jsou odděleny na principu multiplexu.

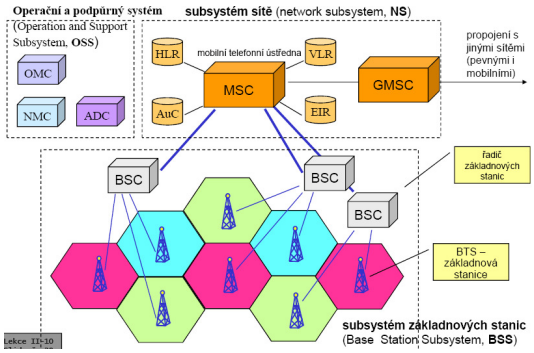
10 mobilní komunikace

10.1 Generace mobilních sítí a způsob, jakým hospodaří s přiděleným frekvenčním spektrem, techniky FDD a TDD

1. generace (1G) ještě analogová!!! (AMPS, NMT, TACS) Pro dělení dostupných frekvencí na menší části (kanály) používá techniku frekvenčního multiplexu FDM/FDD. Pouze hlasové služby. 2. generace (2G) již digitální!!! (GSM, CDMA, PDC)Jednotlivé frekvenční kanály dále dělí, prostřednictvím časové multiplexu TDM/TDD nebo TDM/FDD. Pro hovory jsou používány jen části frekvenčních kanálů – časové sloty. Hlas je přenášen v digitální podobě. 2,5 generace je systém 2. generace obohacen o datový přenos. (GPRS, EDGE) 3. generace – větší zaměření na data, ne pouze na hlas. Mobilní sítě zásadně fungují v licenčních pásmech. Frekvence dostávají přidělené na základě individuální licence. Operátoři dostávají omezený příděl frekvencí. Potřebují pokrýt neomezeně velkou plochu, ale jen s omezeným přídělem frekvencí. Řešením je buňkový princip – plocha k pokrytí je rozdělena na buňky a v sousedních buňkách se nesmí použít stejná frekvence. Mít možnost komunikovat v obou směrech a není únosné komunikovat na stejné frekvenci a ve

stejném čase. Technika FDD – každý směr využívá jiné frekvence. TDD – oba směry využívají stejné frekvence, ale střídají se v čase.

10.2 Architektura GSM sítě (BTS, BSC, MSC, ...) a její registry (HLR, VLR, ...)



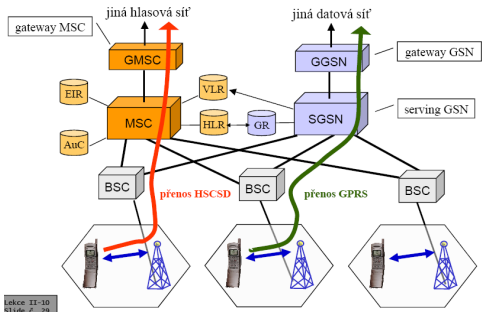
Síť GSM je budována na buňkovém principu – plocha, kterou pokrývá je rozdělena na buňky. V jednotlivých buňkách jsou umístěny základové stanice BTS. Vždy několik BTS je napojeno na jeden společný řadič BSC. Páteřní část mobilní sítě je řízeno ústřednou MSC, která ovládá řadiče BSC.
HLR – obsahuje informace o uživatelích dané sítě GSM (včetně rozsahu předplacených služeb), uchovává informace, kde se mobil právě nachází (BTS, BSC), každý účastník je vždy jen v jednom HLR. **VLR** – obvykle jeden pro každou MSC. Obsahuje údaje o všech uživatelích, kteří jsou právě v dosahu dané ústředny MSC, včetně údajů o návštěvnících v rámci roamingu. Dočasné uchovávání údajů z HLR. **AuC** – slouží k identifikaci uživatelů (součást HLR). **EIR** – obsahuje údaje o odcizených a neoprávněně používaných mobilech (spolupracuje s AuC).

10.3 Identifikace terminálů v GSM síti (SIM karty, identifikátory IMEI a IMSI, MSISDN, registry HLR, EIR,...)

Každý mobilní terminál je identifikován číslem IMEI – 15ti místné číslo, nemělo by se měnit, analogie k sériovému číslu – obsahuje identifikaci zařízení, výrobce, sériové číslo gen. výrobcem. SIM kartou identifikuje uživatele – do jaké GSM patří, jaké služby má aktivované. Obsahuje IMSI – zemi, kód mobilní sítě, registrační číslo účastníka. MSISDN – skutečné číslo účastníka, uchovává se v HLR, je vztaženo k IMSI.

10.4 GSM a možnosti přenosu dat (CSD a HSCSD), kapacita na timeslot, třídy

GSM je digitální – přenáší hlas jako data. Místo hlasu se budou přenášet obecná data -> CSD – jde o přenos dat na principu přepojování okruhů. Data se přenáší „hlasovým okruhem“. HSCSD – varianta SCD, která využívá channel bundling – tj. využívá více timeslotů současně; stále funguje na principu přepojování okruhů, jen je rychlejší; nevyžaduje změnu HW sítě.



10.5 GPRS - způsob začlenění do sítě GSM, GGSN a SGSN

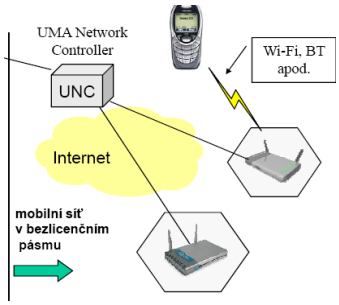
Funguje na principu přepojování paketů; best effort; vyžaduje zásahy do mobilní sítě – nové prvky. **GR** – obvykle je součástí HLR a uchovává data relevantní GPRS. **SGSN** – je na stejné úrovni jako hlasová ústředna MSC; může jich být více; získává údaje o uživatelích z GR; překládá adresa a přenáší data k BSC. **GGSN** – zajišťuje vazbu na externí datové sítě.

10.6 GPRS a jeho fungování (kódovací schémata, třídy, attach/detach, APN)

Kódovací schémata se liší v tom, jak rozdělují hrubou přenosovou rychlost mezi užitečná data a zabezpečením. Vyšší kódovací schéma vyžaduje lepší podmínky pro přenos. Mobilní stanice si kódovací schéma volí samo, podle aktuálních podmínek. Mobil se nejdříve musí přihlásit do GPRS sítě. SGSN ověří identitu a oprávněnost uživatele. Dále si zkopíruje údaje o uživateli z HLR a přidělí mu dočasný identifikátor, pod kterým s ním dále spolupracuje, tzv. GPRS attach. Odhlášení může iniciovat mobilní zařízení či GPRS síť tzv. GPRS detach.
APN je jakousi bránou do Internetu. Mobilní stanice s ním navazuje spojení. Obvykle definuje vlastnosti připojení – QoS, statické/dynamické přidělování IP.

10.7 EGPRS/EDGE - odlišnosti od GPRS, vlastnosti a přínosy, kódovací schémata

GPRS – zachovává rádiovou část komunikace – nemění způsob kódování (2fázová modulace).
EGPRS – mění rádiovou část komunikace – zavádí nový způsob kódování (8fázová modulace).
Síť a mobilní stanice rozhodují, jaká schémata použijí – link adaption – volí takové schéma, které momentálně dává největší propustnost; incremental redundancy – nejprve se používají méně redundantní schémata a teprve při chybě se redundance zvyšuje.



10.8 UMA - princip, možnosti využití a implementace

Mobilní operátoři nemají frekvencí nazbyt. Mohou mít problémy s pokrytím. Snaha využít frekvenci z bezlicenčního pásma skrze dostupné technologie pro tato pásma (Wi-Fi, Bluetooth, WiMAX) – nemusí být v majetku mobilního operátora. Snaha přesunout hovory do bezlicenčního pásma. Když je mobil v dosahu základové stanice v bezlicenčním pásmu, komunikuje přes ni, jinak komunikuje přes základové stanice mobilní sítě v licenčním pásmu. Mobilní síť musí vždy vědět, kde se mobil nachází.

11 bezdrátový broadband

11.1 Důvody vzniku technologie Bluetooth, požadavky kladené na tuto technologii a její další vývoj

Snaha vytvořit jednotný standard pro bezdrátovou komunikaci na krátkou vzdálenost – náhrada kabelů (vzdálenost do 10m). Požadavky na použití bezlicenčního pásma; velká odolnost proti rušení; co nejnižší spotřeba; co nejmenší rozměry; co nejnižší cena za implementaci; podpora přenosu dat i hlasu. Verze 2.0 – vylepšení datových přenosů + menší spotřeba. Verze 2.1 další snížení spotřeby + větší bezpečnost. Další vývoj – přidání broadcastu; možnost použití alternativních technik přenosu dat; aktivní správa topologie. Budoucí verze 3.0 – ještě účinnější šetření energie; pro transport dat bude využitá technologie UWB variantu WiMEDIA (až 480Mbit/s).

11.2 Princip fungování technologie Bluetooth, piconety a scatternety, režimy SCO a ACL

Piconet – nejmenší síť (soustava uzlů, které se sjednotili na stejné posloupnosti přeskakování frekvencí). Tvoří jeden Master – určuje posloupnost přeskoků a ostatní se s ním synchronizují. Nejvýše 7 uzlů v roli Activ. Několik piconetů může být propojeno do většího celku, tzn. scatternety. Jednotlivé piconety ve scatternetu mají vlastní posloupnosti přeskoků. Další uzly mohou být v režimu Parked (Master má možnost je zbudit). Další uzly mohou být v režimu standbay (master je nedokáže zbudit a nemají přidělenou adresu).
V jednotlivých časových slotech se mohou střídat různé druhy provozu – SCO (hlas, spojovaný přenos) a ACL (data, nespojovaný přenos).

11.3 Princip fungování technologie UWB a její vztah k technologii Bluetooth

Princip: využít velmi velkou šířku frekvenčního pásma – více jak 500MHz (třeba i v pásmech využívaných jinými technologiemi), ale vysílat velmi slabě, aby to nerušilo jiné přenosy – na malou vzdálenost to stačí. Použito pro budoucí verzi Bluetooth 3.0.

11.4 Základní principy technologie WiMAX a její srovnání s Wi-Fi

Je to nálepka něco jako Wi-Fi. Jen to co úspěšně prošlo testy WiMAX fóra.
WiMAX – vznikl jako technologie pro providery; pro nasazení v rámci poslední míle; pro použití spíše v licenčním pásmu; outdoor.
Wi-Fi – vznikla jako technologie pro koncové uživatele; pro nasazení v rámci posledního metru; indoor.
WiMAX je vyzrálejší technologie než Wi-Fi.

11.5 Vývoj WiMAXu (včetně pevného a mobilního WiMAXu)

První standard se neprosadil, hlavně kvůli potřebě přímé viditelnosti a kvůli použití vysokých frekvencí. Dalším byl fixed WiMAX – nižší frekvence a menší závislost na atmosférických vlivech; nemusí být přímá viditelnost; nepředpokládá se mobilita uživatele – může se přemisťovat, jen když nekomunikuje. Další vývoj byl mobile WiMAX – již se předpokládá mobilita uživatele (reálně 60km/h); využívají se užší frekvenční kanály a také nižší frekvence.

11.6 Standardizace a certifikace WiMAXu

Standardizací se zabývá skupina IEEE 802.16.
Fixed Wimax – nepředpokládá se mobilita uživatele; jiné frekvence; nemusí být přímá viditelnost.
Mobile Wimax – předpokládá se mobilita uživatele; využívají se užší frekvenční kanály. Musela být vyřešená rádiová komunikace za pohybu.
Certifikace podobná jako u Wi-Fi. Existuje nezávislá organizace založená výrobci, která testuje dodržování standardu a schopnost spolupráce různých zařízení. Problém certifikace – dlouho nebyla spuštěna, protože nebylo kde testovat.

11.7 Scénáře možného nasazení technologie WiMAX

Vytváření páteřních spojů do míst, kde je konektivita dále distribuovaná (např. napojení Wi-Fi hotspotů na páteřní sítě).
Pro připojení koncové sítě LAN – pro překlenutí poslední míle a napojení celé sítě LAN.
Pro připojení koncového zařízení, používané uživatelem (uživatel se může přemisťovat, ale né během komunikace).
Pro připojení plně mobilního uživatele (pouze mobilní WiMAX). Uživatel může komunikovat i v době, kdy se pohybuje.

11.8 Technologie WiBRO

Technologie příbuzná mobilnímu WiMAXU. Spuštěno v Jižní Koreji – dosah 1-5km; podpora mobility až do rychlosti 120km/h; používá techniku TDD. Záměr byl zrychlení až na 100Mbit/s na uživatele. Využití – hlas, data vč. Internetu a multimediální služby (mobilní TV). Stanovisko WiMAX fóra – WiBRO je jméno služby, realizované na technologii mobilního WiMAXu.

11.9 Technologie IEEE 802.20 a její vztah k mobilnímu WiMAXu

Cíle – konkurence mobilním sítím 2,5G a 3G, dosáhnout auto mobility (až 250km/h). Není vázáno na to, co vzniklo v rámci 802.16 (WiMAX). Ale práce se zasekly a moc nepokračují. Představa o fungování – přímá viditelnost není podmínkou; různě široké frekvenční kanály; techniky TDD i FDD; přenos na principu přepojování paketů; všechny datové služby IP-base (na základě protokolu IPv4 i IPv6).

11.10 Technologie IEEE 802.22 a její přístup k využití frekvenčního spektra

Cílem bylo využití k datovému přenosu momentálně volné TV kanály. Výchozí teze: mnohé frekvence jsou sice přiděleny, ale nejsou někdy a někde fakticky využity => snaha o jejich využití. Dosáhnutí pomocí „cognitive radio“ – takové rádio, které nemá pevně definované frekvence a další parametry fungování, ale samo si je volí podle momentální situace, kterou neustále zjišťuje. Předpokládá se architektura point-to-multipoint.

11.11 Vývoj mobilních technologií 3G, v rámci ITU, 3GPP a 3GPP2 (základní přehled)

Vývoj 3G technologií (data i hlas) – 1xEV-DO, 1xEV-DV, 3xRTT (Severní Amerika); WCDMA, HSUPA, HSDPA (Evropa); TD-SCDMA (Čína).
Vznik 3GGP kvůli pomalé práce na IMT2000 a cílem bylo dokončit vývoj a technické specifikace – výstup „větev WCDMA“. Později vzniká 3GGP2 – zaměření na „větev CDMA2000“.

11.12 Technologie UMTS (včetně WCDMA, HSDPA, HSUPA, LTE)

UMTS – označení pro jednu z 3G technologií – tu „evropskou“ založenou na W-CDMA. Původní sliby UMTS o rychlosti 2Mbit/s nebyli splněny => realizace v podobě dvojice technologií HSPDA (jde o technické vylepšení rádiového přenosu, ale jen na downlinku – nemění rychlost uplinku; v ČR nasadil

Eurotel v roce 06) a HSUPA (dosahuje vyšších rychlostí na uplinku skrze technické vylepšení rádiového přenosu; v ČR zatím nikdo nenasadil). LTE je další vývojová fáze 3GPP/UMTS – zatím ve stádiu příprav (cíle: rychlost downlinku – 100Mbit/s; rychlost uplinku 50Mbit/s; možnost využití frekvenčních kanálů různé šířky; ústup od CDMA přechod na OFDMA; využití techniky MIMO).

11.13 Technologie CDMA2000 a jejich vývoj

Je to 3G nástupce cdmaOne (digitální 2G řešení pro hlas i data). Používá jeden frekvenční kanál; zdvojnásobuje kapacitu oproti cdmaOne; oficiálně jde o 3G technologii, ale fakticky o 2,5G; nabízí hlasové služby na principu přepojování okruhů.
Vývoj – CDMA200 1EV-DO (jde o rozšíření optimalizované pro potřebu přenosu dat, nikoli hlasu – ten se realizuje nad IP s využitím QoS). CDMA 1xEV-DV (kromě přenosu dat, zvládá i přenos hlasu). CDMA 3xRTT (snaha využít širší frekvenční kanály). UMB – projekt jak dále vylepšit CDMA2000 a udělat z něj 4G technologii. [TTL]Max…