1

1 Jaké jsou důvody pro internetworking?

- Snaha prekonať obmedzený dosah prenosového média

- zvýšiť dosah a využiteľnosť poskytovaných služieb

- potreba optimalizovať datové toky

- potreba riešiť prístupové práva

- nutnosť ochrany a obrany

- potreba zaistiť fungovanie velkej sústavy vzájomne prepojených sietí

2 Charakterizujte aktivní a pasivní prvky pro internetworking, popište základní varianty aktivních prvků

- Aktívne prvky - opakovače, prepínače, smerovače, brány (gateways) - hovorí sa im tak preto, lebo s tým čo sa cez ne prenáša aktívne nejak pracujú

- Pasívne prvky - aktívne nepracujú s tým, čo prenášajú, sú to - káble, konektory, rozbočky, zásuvky, rack-y, štruktúrovaná kabeláž

- Základné varianty aktívnych prvkov :

- rozbočovač (hub) - hubom sa v praxi myslí opakovač a nie "rozvetvovač"

- L3 prepínače, L4 prepínače, L7 prepínače, L4-7 prepínače - zariadenia optimalizované na priepustnosť, rozhodujú sa podľa informácií dostupných na L3 (prípadne aj na vyšších vrstvách)

3 Jak funguje propojování na fyzické vrstvě? Jaké má výhody a nevýhody? Jak fungují opakovače?

- prepojovacie zariadenie vníma len jednotlivé bity, každý bit samostatne a nezávisle na ostatných

- prepojovacie zariadenie nedokáže rozlišovať medzi rôznymi bitmi (nevie, čo ktorý bit predstavuje a nevie kam má byť daný bit prenesený)

- nevýhody - ku všetkým bitom sa musí chovať rovnako a preto ich musí predávať do všetkých odchádzajúcich smerov, preto sa zariadenie nazýva opakovač, je to neefektívne, no iné riešenie na L1 (fyzickej vrstve) nie je možné

- výhody - prepúšťa všesmerové vysielanie

- Opakovač - neukladá data do žiadneho bufferu, data prechádzajú opakovačom s konštantným oneskorením, funguje izochrónne (oneskorenie je konštantné, čo vyhovuje multimediálnym prenosom), môže však prepojovať len segmenty s rovnakou prenosovou rýchlosťou a musia prepúšťať kolízie

4 Jaký je efekt propojení na fyzické vrstvě? Jak to souvisí s kolizními doménami (v Ethernetu)

čo je prepojené pomocou opakovačov (teda na fyz. vrstve L1) sa chová ako jeden súvislý káblový segment, dĺžka každého segmentu v Ethernete je obmedzená

To, čo je v Ethernete prepojené pomocou opakovačov tvorí kolíznu doménu, teda oblasť, v rámci ktorej sa šíria kolízie (opakovače totiž musia kolízie šíriť ďalej)

v kolíznej doméne je počet opakovačov obmedzený - max. 5 segmentov, 4 opakovače a 3 obývané segmenty

5 Jaký je rozdíl mezi sdílenou a vyhrazenou přenosovou kapacitou? V čem spočívá segmentace a jaký efekt přináší?

zdieľaná prenosová kapacita - čo je prepojené pomocou opakovača sa chová ako jeden segment a prenosová kapacita prepojených segmentov je zdieľaná, ak medzi sebou dva uzly komunikujú, tak ostatné uzly v rovnakej dobe komunikovať medzi sebou nemôžu

vyhradená prenosová kapacita - snaha, aby prenos v jednom segmente nespotrebovával prenosovú kapacitu v iných segmentoch, prepojovací uzol(krabička) už nemôže fungovať ako opakovač a musí fungovať najmenej na vrstve L2 (na L1 to lepšie ako pomocou opakovaču nejde) - jedná sa o ňu v prípade, že došlo k mikrosegmentácii, teda rozdeleniu na segmenty, ktoré obsahujú len 1 uzol, každý segment má v dôsledku celú prenosovú kapacitu svojho segmentu výhradne pre seba, podmienkou vyhradenej prenosovej kapacity je dostatočná rýchlosť prepínača

Segmentácia - ide o to ako čo najefektívnejšie využiť dostupnú prenosovú kapacitu - princíp je rozdeliť sieť na segmenty prepojené na L2, menší počet väčších segmentov rozdelíme na väčší počet čo najmenších segmentov a prepojíme ich dostatočne výkonnými prepínačmi

efekt segmentácie - so zmenšovaním segmentov narastá šanca na viacnásobné využitie dostupnej prenosovej kapacity

6 Jak funguje propojování na linkové vrstvě (L2)? Co je filtrování a cílené předávání? Jak je to s kolizemi a všesměrovým vysíláním na L2?

filtrovanie - data začínajúce aj končiace v rovnakom segmente nebudú šírené do ďalších segmentov (prenos v jednom segmente nespotrebuje prenosovú kapacitu v iných segmentoch)

forwarding - provoz začínajúci v jednom segmente a končiaci v inom segmente nebude šírený do ďalších segmentov, no bude cielene predávaný do príslušného cieľového segmentu (predpoklad ako u filtrovania - žiadne opakovače, no prepojovací uzol musí byť na úrovni L2 alebo vyššie)

Prepojovanie na linkovej vrstve - na L1 prepojovaním uzlov pomocou opakovačov vznikajú segmenty (celok na L1), prepojovaním segmentov na L2 pomocou prepínačov alebo mostov vznikajú siete (celok na L2), z opačného pohľadu, čo je prepojené na L2 sa chová ako jedna sieť

kolize a všesměrové vysílání - mosty a prepínače neprepúšťajú kolízie v Ethernete vďaka tomu, že bufferujú data a ak náhodou v jednom segmente prebieha kolízia, medzi ostatnými segmentmi môžu byť bežným spôsobom prenášané dáta

mosty a prepínače prepúšťajú všesmerové vysielanie, tzv. linkový broadcast na L2, musí sa šíriť po celej sieti, čo je dôvod, prečo nerobiť príliš veľké siete

7 Jaký je rozdíl mezi přepínači (switch) a mosty (bridge)? Jsou viditelné pro ostatní uzly? Jak získávají informace o topologii sítě?

koncové uzly nevidia prepojovacie uzly (mosty, prepínače, opakovače), medzi odosielatelom a príjemcom nemusí byť priame spojenie ale len cesta, ktorá vedie cez jeden či viac mostov/prepínačov

informácie o okolí - získa ich pomocou statického nastavenia alebo dynamicky metódou spätného učenia

Most - obvykle prepojuje malý počet segmentov, most nekladie dôraz na rýchlosť, môže byť implementovaný v SW, dnes sa už mosty nepoužívajú, nemá za úlohu podporovať/vytvárať vyhradenú prenosovú kapacitu, má za úlohu brániť tomu aby sa provoz jedného segmentu zbytočne nešíril do ďalšieho segmentu, dokáže prepojiť len 2 segmenty

Prepínač - obvykle prepojuje väčší počet segmentov, prepínač kladie veľký dôraz na rýchlosť, jeho hlavné funkcie sú obvykle implementované v HW kvôli rýchlosti, má za úlohu podporovať/vytvárať vyhradenú prenosovú kapacitu, dokáže prepojiť viac segmentov

2

1 Jaké jsou rozdíly mezi přepínači a směrovači? Jaká je jejich viditelnost pro ostatní uzly?

prepínače prepojujú jednotlivé segmenty na L2, vytvárajú siete, nie sú viditeľné pre koncové uzly (konc. uzly im nemôžu nič adresovať), prepínače prepúšťajú broadcast, neprepúšťajú kolízie, prepojované segmenty môžu mať rôznu prenosovú rýchlosť (to isté platí aj pre mosty, tak ako pre prepínače)

smerovače prepojujú jednotlivé siete na L3, vytvárajú sústavu prepojených sietí, sú viditeľné(koncové uzly im adresujú svoje pakety), smerovače neprepúšťajú ani kolízie v Ethernete, ani všesmerové vysielanie(broadcast)

hl. rozdiel :

prepínač - manipuluje s linkovými rámcami, neskúma náklad linkových rámcov, rozhoduje sa len podľa linkových adries, v odchádzajúcom smere odosiela pôvodné(nezmenené) link. rámce s pôvodnými link. adresami, funguje na princípe forward if not local(ak nemá informáciu o tom, že linkový rámec môže zastaviť, tak ho pošle ďalej), v prípade neexistencie cieľového uzlu sa chová ako opakovač (nevýhoda)

smerovač - manipuluje s linkovými rámcami, skúma náklad linkových rámcov , pri odosielaní sieťových paketov ich opäť vkladá do linkových rámcov, princíp forward if proven distant(predáva paket ďalej len ak má pozitívnu informáciu o tom, že je určený vzdialenému uzlu), ak cielový uzol(sieť) neexistuje, smerovač nič nepredáva ďalej (výhoda)

2 Co je broadcast doména? Jaké existují varianty broadcastu a v čem se liší?

oblasť, v rámci ktorej sa šíri broadcast(všesmerové vysielanie), v praxi : konkrétna sieť - celok na úrovni sieťovej vrstvy (L3)

varianty broadcastu :

L2 broadcast - vysielanie link. rámcov, ktoré majú ako cielovú adresu broadcastovú (linkovú) adresu, efekt - broadcast doménou je daná sieť

L3 broadcast (obyčajný, miestny) - šírenie L3 sieťových paketov, paket odoslaný ako L3 broadcast by mal byť doručený všetkých uzlom v danej sieti, praktická realizácia, príkladom je TCP/IP a Ethernet, šíri sa v sieti, kde sa nachádza zdroj(odosielatel), princíp - paket sa odošle na broadcastovú adresu 255.255.255.255 a odosielatel vloží paket do ethernetového(linkového) rámcu a odošle na ethernetovú broadcastovú adresu

L3 broadcast (cielený) - šíri sa v zadanej cielovej sieti(iná ako zdrojová sieť), princip (sieťový paket je odoslaný zo siete svojho odosielatela, postupne sa smeruje do cielovej siete, v cielovej sieti sa z neho stáva broadcastový L3 paket, príklad je TCP/IP

3 Co je pravidlo 80:20, jaké jsou jeho předpoklady? Jaká je situace dnes?

pravidlo z dôb pred nástupom Internetu a cloud computingu

poďla tohoto pravidla sa rozdeľovali uzly do rôznych sietí - 80% prevádzky malo byť miestnej (nešíriť sa mimo vlastnú sieť) a 20% prevádzky malo byť vonkajšej (smerovať do iných sietí, či už v rámci vlastnej sústavy sietí alebo do Internetu)

predpoklady:

pracovníci stanice užívatelov ktorí používali rovnaké služby sa zapojovali do rovnakej siete spolu so servermi, ktoré tieto služby poskytovali za predpokladu že UŽÍVATELIA BUDÚ PRACOVAŤ HLAVNE S TYMITO SERVERMI

všetky uzly musia byť fyzicky umiestnené vhodne blízko pri sebe v dosahu opakovačov a prepínačov (ak tento predpoklad nie je splnený, tak sa to dá riešiť pomocou sietí VLAN)

užívatelia musia v maximálnej miere používať vlastné služby

užívatelia musia v minimálnej miere používať cudzie služby (preto 80:20)

Dnes sa s nástupom Internetu a cloud computingu pomery obrátili - máme pravidlo 20:80 - dôsledkom je nárast požiadavkov na celkovú priepustnosť smerovačov - riešenia - použitie L3 prepínačov alebo nasadenie VLAN

4 Jaký je rozdíl mezi směrovači a L3 přepínači?

smerovač - optimalizovaný na logické funkcie, vybavený ďalšími schopnosťami, jeho logické funkcie sú realizované na SW, nie je tak optimalizovaný na rýchlosť a priepustnosť, má väčšie smerovacie tabulky, má väčšie buffery pre data, môže mať sieťové rozhrania rôznych typov

smerovač je určený len na prechod medzi rôznymi prostrediami, kde je kladený dôraz na prispôsobenie, logické oddelenie, správne rozhodovanie, umožňuje napojenie na iné siete

L3 prepínač - funguje na sieťovej vrstve (L3), manipuluje so sieťovými paketmi, je optimalizovaný na rýchlosť a priepustnosť, typicky realizovaný v HW, má menšie smerovacie tabulky a buffery, obvykle má len ethernetové rozhranie, jeho ďalšie funkcie sú obmedzené alebo nie sú vôbec dostupné

L3 prepínač je určený pre prepojenie v rámci homogénneho prostredia, kde panujú rovnaké pomery s malými objemami smerovacích informácii, umožňuje zmenšiť broadcast domény bez straty priepustnosti

5 Jaký je smysl sítí VLAN? Jaké existují varianty VLAN? CO je VLAN trunking?

zmysel - keď je treba členiť uzly do sietí nezávisle na ich fyzickom umiestnení, ale podľa logických kritérii

- keď je treba riadiť veľkosť broadcast domén aby sa moc nerozrástli

varianty - lokálna VLAN - spojuje geograficky blízke uzly - hlavný ciel - minimalizovať velkosť broadcast domény, typicky v dosahu jediného L2 prepínaču alebo malej skupiny prepínačov

- uzly v lokálnej VLAN sieti nemusia mať spoločné záujmy

- end-to-end VLAN - spojuje (radí do jednej siete) geograficky rozptýlené uzly - združuje užívateľov s rovnakými právami/záujmami/chovaním/zaradením

- robí sa hlavne kvôli jednoduchej správe užívateľov a nastavení prístupových práv

VLAN Trunking - ak sa VLAN rozkladajú aj cez viac prepínačov tak je medzi nimi potrebný VLAN trunking - riešenie, kedy 1 spoj medzi viac prepínačmi prenáša provoz, ktorý spadá do viacerých rôznych VLAN a nedochádza k premiešaniu provozu od rôznych VLAN

6 Jak fungují a k čemu se hodí L4 a L7 přepínače?

L4 prepínače - fungujú na sieťovej L3 vrstve, rozhodujú sa podľa sieťových L3 adries aj podľa transportných L4 adries, výhoda - dokážu rozlišovať rôzne druhy provozu podľa čísla portu a rôzne s nimi zaobchádzať

L7 prepínače - fungujú na sieťovej L3 vrstve (tiež manipulujú so sieťovými paketmi), rozhodujú sa podľa L3 sieťových adries, transportných L4 adries a tiež podľa aplikačných L7 dat

využitie (2 rôzne skupiny účelov):

riadenie datového provozu (traffic management) - rôzne zaobchádzanie s rôznymi druhmi provozu (typicky podľa cielového portu), napr. - multimediálne data majú prednosť pred ostatnými, blokovanie určitého provozu, objemové limity/kvóty na rôzne druhy provozu

rozdielne smerovnie - môže byť ešte spojené s rozdielnym prekladom adries (NAT-om), napr. - rozdelovanie požiadavkov na rôzne služby medzi servermi poskytujúce rôzne služby, rozdelovanie požiadavkov na služby rovnakého typu medzi rôzne inštancie serverov rovnakého typu, rozklad záťaže, transparentné cache, presmerovanie DNS dotazov,...

7 Jaký je princip fungování firewallů? Jaké jsou jejich základní varianty?

dva prístupy k svojmu fungovaniu :

- všetko je blokované, ale niečo je povolené - najskôr sa všetko zablokuje, následne sa povolia konkrétne pozitívne výnimky

- všetko je povolené, ale niečo je blokované - najskôr sa všetko nechá povolené a následne sa zakážu konkrétne negatívne výnimky

Demilitarizovaná zóna(DMZ) - riešenie pre firewally typu "všetko je zakázané a niečo je povolené" - medzi vonkajšou a vnútornou sieťou sa vytvorí DMZ - nie je priechodná - povolený je len taký provoz, ktorý začína či končí vo vnútri DMZ

- do DMZ sa umiestnia brány, ktoré predávajú povolený provoz - brána kontroluje provoz, ak je povolený, pustí ho ďalej

- príklad nasadenia DMZ v praxi - HTTP proxy brána

Paketové filtry - ďalšie možné riešenie firewallov - blokovanie aj povolovanie sa odohráva na úrovni sieťovej vrstvy (L3) - varianty - môžu fungovať na oboch možných princípoch, môžu využívať informácie dostupné na vyšších vrstvách, môžu fungovať na bezstavovom alebo stavovom princípe, môže ísť o bežný smerovač

ACL (access control list) - zoznamy pravidiel, špecifikujú konkrétne pravidlá blokovania či povolovania

- štandardné zoznamy ACL - pravidlá sa pýtajú len na to, odkial paket prichádza, zaoberajú sa len L3 adresou

- rozšírené zoznamy ACL - pravidlá sa pýtajú aj na ďalšie veci - cielová adresa, číslo portu, druh služby, transportný protokol, atd...

3

1 Jaké jsou základní principy Ethernetu a důvody jeho úspěšnosti?

úspešnosť : - je priamočiary a jednoduchý (v priamom súboji porazil iné technológie)

- rozumnejší prístup svojich tvorcov - jeho špecifikácie sa staly otvoreným štandardom, aj keď spočiatku bol Ethernet pod licenciou a chránený copyrightom

- väčšia jednoduchosť svojej prístupovej metódy (CSMA/CD) - je neriadená (nemusí ošetrovať radu neštandardných situácii, čo sa ukazuje ako celková výhoda) a distribuovaná(nepotrbuje žiadny centrálny prvok a nemá teda ani central point of failure)

- intenzívny ďalší vývoj - vyvíjal sa smerom k vyšším rýchlostiam, k možnosti používať ďalšie prenosové médiá, riadenie toku, plný duplex, prepínaný Ethernet, Power over Ethernet,...

- lepší marketing a nízka cena (čo je aj vďaka jednoduchosti)

princípy : - bude to prenosová technológia na princípe prepojovania paketov - inšpirované prtokolmi TCP/IP (vznikali súbežne), bude fungovať nespojovane a nespolahlivo (aby to bolo čo

najjednoduchšie), bude fungovať štýlom best effort (nerozlišuje sa druh prenášaných dát, všetkým je merané rovnako, bez podpory QoS)

- bude sa využívať všesmerového šírenia signálu - využije také prenosové médium, ktoré umožňuje všesmerového šírenia, riešenie bude distribuované bez centrálneho prvku, budú sa detekovať kolízie (vďaka drátovému prenosovému médiu)

2 Jak je řešena standardizace Ethernetu a jak se vyvíjela?

DIX (Digital, Intel, Xerox) vydáva vlastnú špecifikáciu Ethernetu (Blue Book popisujúca 1. verziu Ethernetu, tzv. DIX Ethernet)

DIX predkladá svoje špecifikácie ku štandardizácii spoločnosti IEEE, ktorá akceptuje väčšinu špecifikácii ale voči niektorým detailom má výhrady a chce zmenu

- vetva DIX - DIX niektoré výhrady akceptujú a zapracovávajú do nového návrhu, kde ide hlavne o formát linkových rámcov a v roku 1982 vychádza nová špeicfikácia dodnes označovaná ako Ethernet II (špecifikácia Blue Book 2) - vývoj tejto vetvi už neprebiehal

- vetva IEEE - IEEE sama vykonala určité zmeny v špecifikácii Blue Book a vydala ich neskôr (v roku 1983) ako vlastný štandard IEEE 802.3 - všetok ďalší vývoj Ethernetu sa odohráva už len v tejto vetve - dosiahnutá vyššia rýchlosť, ďalšie prenosové médiá, riadenie toku,...

3 Jaký je formát linkových rámců Ethernetu, v čem se liší hlavní varianty formátu?

vetva DIX používala vlastný typ rámcu dnes označovaného ako Ethernet II - sieťové pakety (napr. IP pakety) vkladá priamo do tohoto rámcu

vetva IEEE 802.3 rozdelila linkovú vrstvu L2 na 2 podvrstvy (MAC a LLC) - pre každú podvrstvu má samostatný typ rámcu (IEEE 802.3 a IEEE 802.2) a sieťové pakety vkladá do rámcu LLC, ktorý sa vkladá do rámca MAC

vetva DIX sa už ďalej nevyvíjala, kde IEEE sa vyvíjala ďalej, čo viedlo k ďalším rozdielom (možnosť využitia iných prenosových médii, max. rýchlosť nákladovej časti,...)

4 Jak souvisí délka rámce Ethernetu s kolizní doménou? Co je okénko kolize?

okienko kolízie - doba vysielania prvých 512 bitov rámcu predstavuje časový slot označovaný ako OKIENKO KOLÍZIE

- veľkosť okienka kolízie(časového slotu) je volená tak, aby sa signál stihol dostať tam a vrátiť späť, čo je cca. 2x doba šírenia signálu po najdhlšej ceste v tzv. kolíznej doméne

kvoli okienku kolízie musí mať každý ethernetový rámec určitnú minimálnu veľkosť - nesmie byť menší ako 512 bitov, minimálna veľkosť linkového rámca je rovnaká pre rôzne rýchlostné varianty poloduplexného Ethernetu, plne duplexného Ethernetu sa minimálna velkosť rámca netýka

5 Jaká je velikost kolizní domény v Ethernetu 10 Mbit/s a 100 Mbit/s? Jak je to s kolizemi u gigabitového Ethernetu?

10 Mbit/s - koaxiálny kábel - prenos 1 bitu trvá 1/10 micro sekundy, za túto dobu signál prejde cca 23 metrov v koax. kábli (max. dĺžka súvislého káblového segmentu -> 5336 metrov)

- v praxi - max. dĺžka všetkých káblov musí byť podstatne kratšia(cca. 2500 metrov), pretože k oneskoreniu dochádza aj na ďalších prvkoch (drop kábel, transceiver, opakovač)

- obvyklé pravidlá pre veľkosť kolíznej domény (Ethernet 10 Mbit/s) - max. 2 opakovače medzi ľubovoľnými 2 uzlami, pravidlo 5-4-3 - max. 5 káblových segmentov, max. 4 opakovače, max. 3 opakovače sú "obývané"

100 Mbit/s - teoreticky sa všetko skracuje na 1/10

- prakticky existujú 2 druhy opakovačov (typ I smie byť v kol. doméne max. 1x, typ II smie byť max. 2x), pre krútenú dvojlinku (s 2 opakovačmi max. 205 metrov, s 1 opakovačom max. 200 metrov, bez opakovaču 100 max. metrov), pre mnohovidové optické vlákno (bez opakovača max. 412 metrov, s opakovačmi menej) - to platí pre poloduplexné fungovanie Ethernetu 100 Mbit/s

1 Gbit/s - teoreticky sa všetko skracuje na 1/100, čo by sa nedalo zniesť

- prakticky 2 režimy fungovania - poloduplexný Ethernet 1 Gbit/s - zväčšuje minim. velkosť rámcu 8x spojovaním viacerých rámcov alebo "vatou" - v praxi sa takmer nepoužíva) ALEBO duplexný Ethernet 1 Gbit/s - už nepotrebuje prístupovú metódu, nemá kolízie (obmedzenie dosahu kvoli kolíziam/kolíznej domény odpadajú!)

6 Jaké jsou varianty Ethernetových adres? Jaká je jejich vnitřní struktura?

2 rôzne rozsahy a 3 rôzne označenia ethernetových adries :

- 48-bitové adresy MAC-48(už sa nemajú používať) a EUI-48 (Extended Unique Identifier)

- 64-bitové adresy EUI-64

štruktúra - majú 2 logické zložky :

- OUI (Organizationally Unique Identifier) - vždy 3 byty (24 bitov) - identifikuje výrobcu konkrétne hodnoty OUI im prideluje IEEE, časť bitov OUI rozlišuje unicast/multicast a Universal/Local

- "číslo rozhrania" - 3 alebo 5 bytov, konkrétna hodnota (sériové číslo rozhrania)

prenos Big Endian ak sa jedná o jednotlivé byty, Little Endian ak sa prenášajú jednotlivé bity

4

1 Popište verze Ethernetu 10Base5 a 10Base2

10Base5 - prvá (pôvodná) verzia Ethernetu podľa IEEE, štandard má označenie IEEE 802.3, známejší je ale ako 10Base5 alebo ThickWire

- používa koaxiálny kábel o priemere 1cm

- zbernicová topológia - koax. kábel predstavuje zbernicu z ktorej sú vedené odbočny pomocou drop káblov

10 Mbit/s a káblový segment max. 500 metrov, prenos v základnom pásme (Baseband) - preto je to 10Base5

- využíva transceivery - konstrukčné prvky obsahujúce obvody pre vysielanie a príjem signálu, sú prepojené pomocou pomocou drop káblov

- AUI rozhranie je rozhranie drop káblov voči transceiveru aj NIC - 15-pinový konektor Canon

10Base2 - bol problém s 10Base5 v nákladoch na koaxiálny kábel a ohybnosť

- 10Base2 ako riešenie - tenší koaxiálny kábel, umiestnenie trasceiverov priamo na sieťové karty (NIC) - v dôsledku sa koax. kábel musel pretiahnuť až k NIC a pomocou T-konektorov sa musel rozbočiť

- 10 Mbit/s, káblový segment max. 185 metrov (takmer 200), prenos v základnom pásme (baseband) - preto 10Base2

2 Popište verzi Ethernetu 10BaseT a změny, které přinesl přechod od koaxiální kabeláže na kroucenou dvoulinku

10BaseT - rýchlosť 10 Mbit/s, max. dĺžka káblového segmentu len 100 metrov, no s použitím krútenej dvojlinky (twisted pair), preto "T", no nedajú sa na ňom robiť odbočky ako u koax. káblu

- v dôsledku musí byť rozbočenie realizované elektronickými obvodmi v rámci rozbočovača

- došlo k zmene topológie - zo zbernicovej na topológiu "do hviezdy" - s strede je rozbočovač (hub) a z neho vedú paprskovite jednotlivé káblové segmenty, jednotlivé káblové segmenty už nemajú zdielaný charakter, ale sú vyhradené

- využíva len 2 páry twisted pairu zo 4, a teda len 4 kontakty na konektoroch - vyššie verzie Ethernetu môžu využívať aj všetky 4 páry

Patch cable (priamy kábel) - určený k prepojeniu rozbočovača a koncového uzlu 1:1

cross-over cable (prekrížený kábel) - určený k prepojení 2 koncových zariadení alebo 2 rozbočovačov medzi sebou

3 Jaká je podstata a jaké jsou přínosy tzv. přepínaného (switched) Ethernetu

- súvis so vznikom prepínaču(switchu)

- spôsob ako zvýšiť celkovú priepustnosť pomocou "akcelerátoru" - efektívnejšie prepojenie ešte na linkovej vrstve, miesto na sieťovej vrstve

- malo to byť zariadenie ktoré sa chová ako most ale optimalizovaný na výkon (priepustnosť)

- nemohol sa označovať ako most (bridge), pretože nesplňoval definíciu mostu od IEEE a fungoval na princípe cut-through miesto store&forward

- preto dostal pomenovanie switch(prepínač)

- v roku 1990 firmou Kalpana

4 Jak vznikal stomegabitový Ethernet? Jaké varianty byly uvažovány a v čem se lišily?

vznikal vďaka snahe zrýchlisť 10 Mbit/s Ethernet - 2 rôzne cesty

- cesta bez zmien - snaha všetko zachovať vrátane prístupovej metódy CSMA/CD, iba zrýchliť prenos x10 a teda skrátiť bitový interval na 1/10 (nereflektovať zmenu topológie a prechod od zdielaného k vyhradenému médiu) - za touto cestou stálo priemyslové združenie Fast Ethernet Alliance

- cesta so zmenami - snaha zmeniť to čo sa ukázalo ako prekonané, hlavne nahradiť CSMA/CD metódou riadenou a centralizovanou (reflektovať zmenu topológie a využiť vyhradený charakter kabeláže) - túto cestu zase presadzovala firma Hewlett Packard, ku ktorej sa pridala aj IBM

cesta bez zmien sa označuje ako Fast Ethernet alebo 100Base-X

cesta so zmenami sa označuje ako 100 VG AnyLAN

5 Jaké jsou varianty Fast Ethernetu (Ethernet 100 Mbit/s) a v čem se liší?

- Fast Ethernet s rýchlosťou 100 Mbit/s môže používať rôzne prenosové médiá :

- twisted pair kategórie 5 (100Base-TX) využíva len 2 páry twisted pairu, prakticky všetky inštalácie sú dnes v takomto prevedení pre 100Mbit/s Ethernet

- Twisted pair kategórie 3 :

- 100Base-T4 využíva 4 páry twisted pairu

- 100Base-T2 využíva 2 páry twisted pairu - toto riešenie bolo vyvinuté neskôr a nepresadilo sa ale je využité u 1 Gbit/s Ethernete

- spoločne sa označujú ako 100Base-T

- mnohovidové optické vlákna - 100Base-FX - využíva 2 vlákna, každé pre jeden smer, dosah najviac 412 metrov

- jednovidové opt. vlákna

- 100Base-BX využíva 1 jednovidové vlákno pre oba smery vlnovým multiplexom s dosahom 10 až 40 KM

- 100Base-LX10 využíva 2 jednovidové vlákna na dosah 10 KM

6 Jaká je podstata plně duplexního Ethernetu a co musí být splněno, aby mohl fungovat?

princíp - využíva možnosti súčasného prenosu v oboch smeroch - v dôsledku už nemôže dochádzať ku kolíziám a už nepotrebuje prístupovú metódu CSMA/CD ani inú, vďaka čomu odpadajú obmedzenia na maximálny dosah kolíznej domény

pomdienky fungovania Ethernetu plne duplexne musia byť :

- použité len prepínače/switche

- použitá dôsledná mikrosegmentácia

- všetky sieťové rozhrania musia fungovať v režime plného duplexu

- prenosové médium (kabeláž) musí byť použitelné pre prenos oboma smermi

vďaka tomu už nepotrebuje prístupovú metódu a full duplex Ethernet môže dosiahnuť výrazne väčšie vzdialenosti ako half duplex Ethernet, čím sa stáva technológiou použitelnou v sieťach MAN aj WAN

7 Jaké jsou varianty fungování gigabitového Ethernetu? V čem se liší?

plne duplexný - už nemusí zachovávať prístupovú metódu CSMA/CD čím odpadá problém s krátkym dosahom

poloduplexná poloduplexný - zásadný problém s maximálnym dosahom - pri 10 násobnom zrýchlení by skrátenie dosahu už bolo neúnosné a muselo by sa zvoliť iné riešenie pre zväčšenie dosahu (v praxi sa už nepoužíva táto varianta)

varianty :

- IEEE 802.3z označovaný ako 1000Base-X - vyžaduje optické vlákna alebo tienenú dvojlinku STP - 1000Base-SX - mnohovidové opt. vlákna, 1000Base-LX - jednovidové opt. vlákna, 1000Base-CX - tienená krútená dvojlinka s dosahom až 25 metrov

- IEEE 802.3ab ako 1000Base-T pre netienenú krútenú dvojlinku kategórie 5 alebo vyššej, funguje full duplex a využíva 4 páry twisted pairu (dnes prevažuje v koncových zariadeniach pre užívatelov)

- IEEE 802.3ah - pre využitie prístupových sietí do 10 KM, označuje sa ako 1000Base-LX10, 1000Base-BX10 - jednovidové vlákno (alternatíva k xDSL)

8 Jak funguje a k čemu slouží řízení toku v Ethernetu?

princíp fungovania :

- príliš zaťažený prepínač pošle odosielatelovi dát špeciálny rámec PAUSE s parametrom n, ktorý hovorí na kolko časových jednotiek sa má zdroj odmlčať

- odosielatel pokračuje v odosielaní po vypršaní n časových jednotiek alebo po prijmutí rámca PAUSE 0

- rámec PAUSE môže byť posielaný jedného konkrétnemu odosielatelovi alebo aj všetkým odosielatelom (broadcast) na špeciálnu multicast adresu

9 Jak funguje a k čemu slouží Power over Ethernet?

slúži k zaisteniu napádania "zo siete" (po Ethernete) a to na dialku

- zdrojom napádania je najčastejšie Ethernetový prepínač (PSE)

- napájané zariadenie je tomu prispôsobené (PD)

- množstvo energie je obmedzené (malý neškodný výkon)

- pre prenos energie sa využívajú volné páry twisted pairu alebo aj páry využité pre datový prenos s oddelením signálnu od napájacieho napätia

štandardy IEEE 802.3af a IEEE 802.3at

- napájacie zariadenie PSE nesmie poškodiť také koncové zariadenie, ktoré nepodporuje PoE (nie je PD)

- dochádza k riadenému dialógu medzi PSE a PD - vzájomne sa dohodnú na požadovanom príkone a napätí pre PD

- pasívne prevedenie PoE - injektor injektuje do vedenia napájacie napätie

- splitter oddeluje napájanie od datového signálu

5

1 V čem se liší licenční a bezlicenční princip využívání frekvenčního spektra (kromě nutnosti licence)? Jaká pásma jsou dostupná pro využití na bezlicenčním principu?

licenčné pásma :

- užívateľ je len jeden a je to len ten komu bola vydaná individuálna licencia (ako exkluzívna/výhradná)

- nikto iný nesmie licenčné frekvencie využívať

- držiteľ licencie má právo na ochranu pred zneužitím pokial by jemu pridelené frekvencie predsa len využíval niekto iný, mal by zasiahnuť správca spektra

- využívanie licenčných pásiem je obvykle spoplatnené

- v dôsledku je v licenčných pásmach možné poskytovať garantované služby (jednoducho a lahko)

bezlicenčné pásma :

- bezlicenčný princíp využitia frekvenčných pásiem

- užívatelov môže byť viac

- môže to byť ktokolvek kto drží pravidlá všeobecného oprávnenia

- novo prichádzajúci nemá zaručené, že pre neho bude ešte miesto

- nie je tu ochrana pred rušením, len obecné pravidlo (vo všeobecnom oprávnení) "Kto príde ako posledný a začne rušiť, mal by ako prvý odísť a prestať rušiť"

- v dôsledku v bezlicenčných pásmach je poskytovanie garantovaných služieb problematické ale nie je vylúčené

- nie sú všade rovnaké, najväčšia zhoda je u pásma 2,4 GHz ale aj tu sa líši medzi členskými štátmi EÚ

- v ČR 2,4 GHz, 5 GHz, 57-66 GHz

2 Co je a proč je zapotřebí automatická regulace výkonu a dynamická volba kanálu?

s využitím rôznych častí bezlic. pásem sú spojené konkrétne podmienky (definované v generálnej licencií - všeobecnom oprávnení):

- automatická regulácia výkonu :

  - TPC (Transmit Power Control)

  - uzol vysiela len tak silno ako je treba aby zbytočne nespôsoboval rušenie a sám obmedzuje silu svojho vysielania

  - povinné pre pásma c + d (5250 MHZ-5350 MHz a 5470 MHz-5725 MHz)

- dynamická volba kanálu :

  - DFS (Dynamic Frequency Selection)

  - uzol sám vyberá vhodný kanál - ideálne taký, ktorý je volný

  - povinné pre pásma c + d

podstata obmedzení - vyžiarený výkon nesmie v žiadnom smere prekročiť povolenú max. hodnotu aj keby sa jednalo o úzky lúč - kritický je ten smer v ktorom má anténa najväčší zisk

3 Jaké jsou druhy antén a jaký je rozdíl mezi vysílacím a vyzářeným výkonem?

bodová anténa by bol bod, ktorý vyžaruje do všetkých smerov rovnako (ale takáto anténa v praxi neexistuje)

druhy antén :

- parabolické, panelové, šterbinové, prutové, YAGI, ...

- každá má svoj vyžarovací diagram, ktorý popisuje ako anténa vyžaruje a s akou intenzitou (v ktorých smeroch)

- podľa spôsobu vyžarovania sa antény delia na :

  - všesmerové - vyžarujú do všetkých smerov ale len v horizontálnej rovine

  - sektorové - vyžarujú v horiz. rovine len do určitého výseku

  - smerové - vyžarujú v horiz. rovine do úzkeho výseku

vysielací výkon - to čo vystupuje zo zariadenia - z jeho sieťovej karty/rozhrania - predstavuje celkové množstvo energie ktoré vysielacie zariadenie generuje

vyžiarený výkon - to čo je vyžiarené z antény - vzťahuje sa to ku konkrétnemu smeru vyžarovania

obmedzenie výkonu v generálnej licencii sa týka vyžiareného výkonu a nie vysielacieho výkonu

4 Jak fungují techniky Frequency Hopping, FDM/OFDM a DSSS, k čemu slouží?

- Frequency Hopping :

- efektu rozprestrenia sa dosahuje preskakovaním - vysielač krátku dobu vysiela na jednom úzkom frekvenčnom kanáli a potom rýchlo prejde na iný kanál a tu pokračuje vo vysielaní - postupnosť preskokov je pseudonáhodná a príjemca jeho činnosť napodobňuje

- FHSS využíva napr. technol. Bluetooth (1600 preskokov za 1 sekundu)

- FHSS sa tiež používalo prvými verziami štandardov IEEE 802.11

- FDM a OFDM :

- miesto preskakovania medzi rôznymi frekvenč. kanálmi sa využívajú všetky kanály súčasne - každý môže byť modulovaný samostatne a niest tak vlastné data

- FDM - Frequency Division Multiplexing - jednotlivé nosné využívajú vždy celý kanál a neprekrývajú sa - v praxi sa už tolko nepoužíva kvôli relatívne velkej réžii na oddelenie jednotlivých kanálov

- OFDM - Orthogonal FDM - jednotlivé nosné sú nahustené tak aby sa maximum jednej nosnej prekrývalo s minimom druhej nosnej - výhodou je že na rovnakú šírku pásma sa vojde podstatne viac nosných a tým je možné dosiahnuť aj podstatne vyššej priepustnosti (prenos. rýchlosti) - používa sa často napríklad v rámci xDSL technol., Wi-Fi a podobne

- DSSS :

- Direct Sequence Spread Spectrum

- technika priamo rozprostreného spektra, rozprestieranie priamou postupnosťou,...

- podstatou je, že miesto jedného bitu sa prenesie celý symbol vopred známeho tvaru tvorený postupnosťou tzv. chipov - v prípade 1 sa prenesie vzorka, v prípade 0 jeho invertovaná podoba

- vieme, čo hľadáme, a hľadáme dokonca aj podobné vzorky, takže ak sa poškodí vzorka tak stále dokážeme nájsť zhodu

5 Jaké možnosti fungování sítí WLAN definoval standard 802.11 (Prime) z roku 1997

- pokrýva fungovanie podvrstvy MAC (riadenie prístupu) na princípe CSMA/CA

- definuje prístupovú metódu PCF vrátane RTS/CTS - Point Coordination Function

- prístupovú metódu DCF - Distributed Coordination Function

- fungovanie fyzickej vrstvy (PHY) - tu predpokladá 3 možné varianty riešenia rádiových prenosov s rýchlosťou prenosu 1 či 2 Mbit/s

- FHSS v bezlicenčnom pásme 2,4 GHz, 75 kanálov o šírke 1 MHz, 2,5 preskokov za sekundu s prenosovou rýchlosťou 1 Mbit/s (2 Mbit/s volitelne)

- DSSS v bezlicenčnom pásme 2,4 GHz, 13 kanálov v ČR o šírke 22 MHz, rýchlosť prenosu 1 Mbit/s a 2 Mbit/s

- DFIr (Diffused Infrared) - infračervené svetlo v pásme 300 - 428 GHz, nutná priama viditelnosť, v praxi sa nepresadilo

- štandard nebol úspešný a do praxe sa nepresadil

6 V čem se liší standardy IEEE 802.11a a 802.11b a jaké možnosti fungování sítí WLAN přinesly?

sú to rozšírenia zastaralého štandardu IEEE 802.11 (zastaralý okamžite po prijatí)

- IEEE 802.11a :

- prechádza do pásma 5 GHz v dôsledku čoho nie je možná spätná kompatibilita s 802.11

- dosahuje prenosovej rýchlosti až 54 Mbit/s, nominálnej rýchlosti 72 Mbit/s ale 1/4 ide na zabezpečenie, preto 54 Mbit/s zostáva na data

- PHY využíva výlučne techniku OFDM (52 nosných z čoho 48 pre prenos a 4 pomocné) - využíva rôzne spôsoby kódovania ktoré sa dokážu prispôsobiť rôznym podmienkam pre prenos

- IEEE 802.11b :

- zostáva v pásme 2,4 GHz

- pridané 2 nové rýchlosti a to 5,5 Mbit/s a 11 Mbit/s

- PHY využíva už len techniku DSSS - DFIr sa neosvedčina, FHSS sa nedalo zrýchliť a teda v dôsledku nie je spätná kompatibilita s verziami 802.11 ktoré využívajú FHSS a DFIr

- dynamické prispôsobenie rýchlosti - technika dynamic rate shifting umožňuje zmenu rýchlosti podľa aktuálnych podmienok pre prenos

7 V čem se liší standardy IEEE 802.11b a 802.11g? K čemu slouží techniky G protection?

- IEEE 802.11b :

- zostáva v pásme 2,4 GHz

- pridané 2 nové rýchlosti a to 5,5 Mbit/s a 11 Mbit/s (k 1 Mbit/s a 2 Mbit/s)

- PHY využíva už len techniku DSSS - DFIr sa neosvedčina, FHSS sa nedalo zrýchliť a teda v dôsledku nie je spätná kompatibilita s verziami 802.11 ktoré využívajú FHSS a DFIr

- dynamické prispôsobenie rýchlosti - technika dynamic rate shifting umožňuje zmenu rýchlosti podľa aktuálnych podmienok pre prenos

- IEEE 802.11g :

- je to výsledok snahy ďalej zrýchliť štandard 802.11b, tj. zostať v pásme 2,4 GHz a zaistiť spätnú kompatibilitu pri dosahovaní vyššej rýchlosti, zámerom je dosahovať až 54 Mbit/s rovnako ako v 802.11a v pásme 5 GHz

- riešením je použiť nové a efektívnejšie techniky prenosu

- kvôli spätnej kompatibilite - DSSS (1, 2, 5.5 a 11 Mbit/s)

- nové techniky, obecne ERP (Extended Rate PHY) inšpirované riešením v 802.11a OFDM rýchlosti 6, 9, 12, 18, 24, 26, 48, 54 Mbit/s využíva frekvenčné kanály o šírke 20 MHz rovnako ako OFDM v pásme 5 GHz u 802.11a

- a nová technika prenosu PBCC - rýchlosti 22 Mbit/s a 33 Mbit/s - packet Binary Convolution Coding

- G protection - ide o mixed mode kedy v jednej sieti koexistujú vedľa seba zariadenia podľa 802.11b a aj 802.11g v zmysle, že sú asociované s rovnakým prístupovým bodom

- zariadenie podľa 802.11b nerozumie správam prenášaných pomocou OFDM či PBCC v dôsledku čoho narušujú priebeh komunikácie a výrazne znižujú celkovú priepustnosť

- možné opatrenia :

- používanie správ RTS/CTS

- používanie správ "CTS to self"

- úprava prístupovej metódy DCF (CSMA/CA)

8 V čem se liší standardy IEEE 802.11a a 802.11h?

802.11a vznikol v roku 1999, v dobe vzniku štandardu v USA neboli vyžadované ekologické funkcie (dynamic. volba kanálu, regulácia vysielacieho výkonu)

- na bezlicenčnom princípe sa mohli využiť iné rozsahy frekvencií než v ČR/EU

- v dôsledku zariadenia vychádzajúce zo štandardu 802.11a sa v ČR/EU nadali použiť bez nevyhnutných úprav a to zníženia vysielajúceho výkonu

802.11h vznikol v roku 2004 ako riešenie problému EU/ČR

- hlavný rozdiel je v zabudovanom ekologickom chovaní voči bezlicenčným pásmam

- povinná podpora TPC a DFS

- TPC umožňuje aby sa 2 zariadenia vzájomne dohodli na sile signálu pre vzájomnú komunikáciu

- DFS keď detekuje iné zariadenia na rovnakom frekv. kanále, prejde na iný kanál

- pôvodne vyvinutý v Európe pre HiperLAN2

- ostatné charakteristiky oboch štandardov sa zhodujú

9 Co přinesl standard IEEE 802.11n? Jaké nové techniky využívá?

- výsledok snahy o ďalšie zrýchlenie prenosov skrze :

- vylepšenú a efektívnejšiu techniku OFDM

- (volitelné) rozšírenie frekvenčných kanálov z 20 na 40 MHz čo môže byť problematické, pretože to je možné len tam kde je to prípustné

- možnosť použitia oboch pásem 2,4 GHz aj 5 GHz

- využitie techník MIMO (multiple input, multiple output)

- agregácie rámcov

- ...

maximálne (nominálne) rýchlosti velmi záležia na použítej kombinácii všetkých možností, hlavne ale stupne MIMO a kanálov šírky 20/40 MHz

10 Co přinesl standard IEEE 802.11ac? Jaké nové techniky využívá?

- prináša ďalšie zrýchlenie - teoreticky až Gbit/s vďaka :

- prechodu do pásma 5 GHz

- využitia širších frekvenčných kanálov (minimálne 80 MHz, volitelne 160 MHz)

- použitia viacerých MIMO paprskov/prúdov súčasne (až 8, u 802.11n to boli maximálne 4)

- technikám beamforming - tvarovanie paprskov/prúdov - umožňuje pracovať s nimi efektívnejšie

- multiuser MIMO (MU-MIMO) - využitie rôznych paprskov/prúdov pre rôznych užívatelov na downstreame

- lepšej (dokonalejšej a efektívnejšej) modulácii QAM 256 (u 802.11n to je len 64 QAM)

- optimalizačným zmenám v MAC rámcoch

6

1 Jak je řešena certifikace sítí WLAN dle standardů IEEE 802.11?

- Wi-fi je nálepka vyjadrujúca získanie certifikácie o dodržaní štandardov IEEE 802.11 a o interoperabilite s ostatnými produktami podla štandardov IEEE 802.11

- túto nálepku Wi-Fi udeluje združenie Wi-Fi Alliance (predtým združenie WECA)

- udeluje ju konkrétnym produktom od konkrétnych výrobcov - potom čo tieto produkty úspešne prejdu testovaním v nezávislých odborných laborátoriách

- certifikuje sa voči rôznym profilom ktoré sa týkajú dílčich štandardov a tým aj konkrétnych schopností, funkcií, vlastností,...

2 Co je BSS (Basic Services Set)? V jakých základních režimech může BSS fungovat? Jaký je vztah BSS k ostatním prvkům systémové architektury sítí dle IEEE 802.11?

- BSS je základný prvok infraštruktúry sietí podľa IEEE 802.11

- odpovedá segmentu u drátových sietí - presnejšie kolíznej doméne v Ethernete - všetky uzly v BSS spoločne zdielajú dostupnú kapacitu

- funguje v 2 režimoch

- režim infraštruktúry - má 1 prístupový bod AP a jednu či viac staníc STA - v rámci prístupovej metódy DCF majú všetky uzly rovanké postavenie

- v tomto režime stanice BSS spolu nekomunikujú priamo ale len cez AP

- režim ad-hoc kde nemá žiadny prístupový bod - všetky uzly sú si rovné a komunikujú medzi sebou priamo - bunka je izolovaná od okolného sveta

- daná bunka má svoj jednoznačný identifikátor BSSID

- vzťah BSS a ostatných -

- STA sú koncové stanice

- AP sú prístupové body

- DS zaisťuje vzájomné prepojenie dvoch či viacerých buniek BSS

- sieť ESS - niekoľko buniek BSS prepojených medzi sebou pomocou distribučného systému DS, kde každá sieť má svoj jednoznačný identifikátor ESSID

- portál zaisťuje prepojenie siete ESS s inými sieťami LAN

3 Co je ESS (Extended Services Set)? Jaký je vztah ESS k ostatním prvkům systémové architektury sítí dle IEEE 802.11?

- ESS je vyšší prvok infraštruktúry sietí podľa IEEE 802.11

- odpovedá sieti (u drátových sietí) - celku prepojenému na úrovni linkovej vrstvy L2 a má vlastný identifikátor SSID (32 znakový reťazec)

- všetky stanice STA v ESS sú akoby na jednej hromade a môžu si myslieť že patria do rovnakého oblaku a majú priame spojenie medzi sebou - obdobne ako uzly drátových sietí

- v skutočnosti ale jednotlivé STA patria do konkrétnych buniek BSS kde každá stanica môže patriť len do jednej BSS

- v každej bunke je jeden AP a každá BSS komunikuje len týmto AP

- jednotlivé BSS sú vzájomne prepojené do výsledného ESS prostredníctvom distribučného systému DS na ktorý sú napojené jednotlivé prístupové body AP

4 Jaké identifikátory (a k čemu) používají sítě dle IEEE 802.11?

- SSID - 32 znakov je meno siete - niekedy označované aj ako ESSID - je to identifikátor ESS spoločný pre všetky bunky v sieti (BSS v ESS)

- nastavuje ho správca siete podľa svojho uváženia a zobrazuje sa pri hladaní sietí WLAN

- BSSID - 6 bytový identifikátor bunky BSS

- ide o MAC adresu prístupového bodu - BSSID zobrazjú len špecializované programy

5 Co je distribuční systém (DS) a jakou roli hraje v sítích dle IEEE 802.11?

- je to systém nutný kvoli tomu aby bolo možné -

- napojiť BSS na okolie aby bunka nebola úplne izolovaná od vonkajšieho sveta - existujú aj izolované BSS nazývané IBSSS (Independent BSS)

- spojiť viac BSS do jednej ESS aby bolo možné vytvárať ilúziu že všetky stanice v sieti ESS sú na jednej hromade

- realizovať agendu spojenú so štruktúrou sietí a príslušnosťou jednotlivých STA do konkrétnych BSS

- zaisťovať prenos dát v rámci buniek medzi bunkami aj z/do siete

- štandardy IEEE nedefinujú spôsob implementácie DS ale definujú služby ktoré má DS zaisťovať

- Station Services (SS) týkajúce sa väzby medzi AP a STA v rámci bunky

- Authentication

- Deauthentication

- Privacy

- MAC Service Data Unit Delivery - prenos dát medzi STA a AP

- Distribution System Services (DSS) týkajúce sa príslušnosti staníc do buniek

- Association

- Reassociation

- Disassciation

- Distribution

- Integration

6 Co je účelem asociace a de-asociace v sítích dle IEEE 802.11? Jak probíhá?

- u drátových sietí o príslušnosti uzlu ku konkrétnemu segmentu či sieti rozhoduje jeho pripojenie - u bezdrátových sietí to ale takto nemôže fungovať pretože tam nie sú dráty

- preto je nutná vzájomná dohoda medzi stanicou STA a prístupovým bodov AP konkrétnej bunky

- priebeh

- stanica STA musí byť v dosahu signálu AP konkrétnej BSS - tento dosah sa označuje ako BSA (Basic Set Area)

- 1. Stanica požiada prístupový bod o členstvo v BSS - STA pošle AP žiadosť o asociáciu

- 2. prístupový bod žiadosti o asociácii vyhovie (alebo ju zamietne) - AP pošle STA kladné (záporné) vyrozumenie o asociácii

- obdobne prebieha aj vyradenie z bunky pomocou žiadosti o zrušení asociácie (Deassociation)

7 Jak probíhá autentizace v sítích dle IEEE 802.11?

- žiadosti o asociáciu môže AP vyhovieť až keď vie ktorá AP ho žiada a až potom sa môže rozhodovať či ju pustí do svojej bunky alebo nie

- preto je nutnosť autentizácie

- priebeh -

- STA musí byť v dosahu signálu BSA prístupového bodu AP konkrétnej BSS

- 1. stanica pošle prístupovému bodu žiadosť o svoju autentizáciu spolu s ďalšími údajmi ktoré osvedčujú identitu stanice

- 2. prístupový bod odpovie kladne ak sa mu podarilo úspešne autentizovať stanicu alebo záporne v opačnom prípade

- pôvodne podľa IEEE 802.11 boli definované 2 varianty

- Open system authentication - prázdna autentizácia kde prístupový bod vyhovie každej žiadosti - na nič sa nepýta, nič neposudzuje

- Shared Key Authentication - skrze znalosť tajného (zdielaného) klúču - implementované pomocou technológie WEP (wired equivalent privacy)

8 Jak je řešena důvěrnost přenášených dat v sítích dle IEEE 802.11? Jaké jsou slabiny WEP?

- Privacy - volitelné zaistenie dôvernosti prenášaných dat -

- vhodné kvoli možnosti jednoduchého odposluchu dát prenášaných bezdrátovo otvoreným priestorom

- zaisťuje sa šifrovaním prenášaných dát - obsahuje MAC rámcov MSDU

- pôvodný štandard IEEE 802.11 ponúkal pre šifrovanie a zaistenie dôvernosti iba technológiu WEP (Wired Equivalent Privacy) ktorá dnes už nie je dostatočne silná - WEP-u je možné zadať až 4 rôzne klúče ale prepínať medzi nimi musí sám užívatel a WEP inak pracuje stále s rovnakým klúčom čo uľahčuje prelomenie WEP-u pri dosť dlhom odposluchu

- novšie štandardy ponúkajú ďalšie bezpečnostné možnosti ako je napr. silnejšie šifrovanie

9 Jaké jsou druhy rámců v sítích dle IEEE 802.11?

- môžu mať bezdrátový (drátový rámec je MAC 802.3)

- bezdrátový je MAC rámec 802.11

- podľa IEEE 802.11 sa používajú 3 druhy MAC rámcov -

- Riadiaci MAC rámec (control frames) - slúži potrebám riadenia prístupu

- rámce pre správy RTS/CTS(predsunutá stanica) a ACK(potvrdzovanie prijatých rámcov)

- MAC rámce pre správu (management frames) (delia sa na rámce triedy 1 a triedy 2)

- beacon rámce - využíva ich AP k inzerovaniu svojej prítomnosti a svojich parametrov

- probe, probe response - zisťujú prítomnosť a schopnosť uzlov

- Authentication, De-authentication - rámce pre žiadosť o autentizáciu/ukončenie autentizácie

...

- Datové MAC rámce - pre vlastný prenos dát

10 Proč některé rámce v sítích dle IEEE 802.11 obsahují až 4 MAC adresy? Jaký je jejich význam?

- sú tam pre prípad použitia bezdrátového distribučného systému WDS (Wireless Distribution System)
- je to riešenie pre bezdrátové prepojenie dvoch drátových segmentov

- prvá adresa je adresa drátového rámcu 802.3 v sieti príjemcu

- druhá dresa je adresa drátového rámcu 802.3 v sieti odosielatela

- tretia adresa je adresa príjemcu

- štvrtá adresa je adresa odosielatela

11 Jak funguje a k čemu slouží bezdrátový distribuční systém?

- je to riešenie bezdrátového prepojenia dvoch drátových segmentov

- odosielatel vyšle drátový rámec 802.3, po prechode routerom sa prevedie na bezdrátový rámec 802.11, ktorý sa pri vstupe do siete prijímatela prevedie routrom späť na drátový rámec 802.3

- bezdrátový rámec obsahuje špeciálnu položku obsahujúcu bity "To DS" a "From DS"

- Wireless Extender musí mať nastavený WDS Bridge režim

- prístupový bod (AP) musí vedieť pracovať v tomto režime

12 Jaké možnosti zabezpečení přináší standard IEEE 802.11i?

- doplnok pôvodného štandardu IEEE 802.11 ktorý mení časť pôvodného štandardu, ktorá definovala oblasti autentizácie a dôveryhodnosti - hlavne mení slabý a zranitelný WEP a nahrádza ho silnejšími metódami

- protokol TKIP nahradzuje protokolom CCMP - vychádza z AES (advanced encryption standard)

- pre šifrovanie používa klúče velkosti 128 bitov a šifruje bloky o velkosti 128 bitov (master key z ktorého CCMP odvodzuje šifrovacie klúče má 256 bitov)

- zaisťuje šifrovanie prenášaných dat a tak aj ich dôveryhodnosť a zaisťuje aj ochranu proti ich zmene a tak aj ich integritu

- mení spôsob autentizácie - Open system authentication a Shared key authentication

- na 2 nové iné možnosti -

- Enterprise - riešenie vhodné pre firmy umožňuje autentizovať konkrétných užívatelov

- Personal - jednoduššie riešenie na báze znalosti zdielaného klúča

13 Jaký je postup přihlašování k síti WLAN dle IEEE 802.11? Jaké úkony musí provést uživatel a jaké provádí stanice a přístupový bod samy?

- Ako sa STA dozvie ku ktorému AP sa má/môže asociovať

- prevedie sa pasívne alebo aktívne skenovanie

- aktívne pomocou rámcov Probe Request

- pasívne čakaním na Beacon či Probe Response

- takto sa dozvie o existencií sietí a jednotlivých AP aj silu ich signálov spolu s požiadavkami na zabezpečenie a ďalšie parametre

- svojmu užívatelovi môže zostaviť zoznam dostupných sietí aj s príslušnými parametrami - meno siete, zabezpečenie, sila signálu

- volbu siete prevedie užívatel

- ručne vyberie sieť

- ak je v takto zvolenej sieti viac AP, stanica medzi nimi sama vyberie ten, ktorý je podľa nej najlepšie dostupný

- v takto zvolenom AP sa stanica najskôr autentizuje - stanica STA vyšle k prístupovému bodu MAC rámce Authentication - prístupový bod odpovie opäť pomocou MAC rámcu Authentication

- následne sa stanica k prístupovému bodu asociuje - stanica pošle Association Request, prístupový bod odpovie pomocou Association Response

14 Co přináší a v čem se liší WPA a WPA2?

WPA - dočasné riešenie ktoré vytvorila Wi-Fi alliance

- nie je to štandard IEEE 802.11

- vychádza z pracovnej verzie štandardu IEEE 802.11i ktorý bol dokončený neskôr - WPA teda vzniklo z nedočkavosti práce na štandarde

- hlavné odlišnosti oproti finálnej verzii 802.11i

- miesto CCMP používa TKIP - Temporal Key Integrity Protocol - z jedného predvoleného klúča generuje dočasné šifrovacie klúče a rýchlo ich strieda

- pre zistenie integrity prenášaných správ (rámcov) používa algoritmus Michael - Michael Missage Integrity Code - nahradzuje CRC používané u WEP-u

- dnes už je WPA prekonané hlavne kvoli protokolu TKIP ktorý sa ukázal ako slabý a zranitelný (ale aj kvoli ďalším slabým miestam) - aj napriek tomu sa dodnes implementuje vo väčšine Wi-Fi zariadení

WPA2 - je finálnym riešením

- opiera sa o finálnu verziu IEEE 802.11i - formálne nejde o štandard ale o celý bezpečnostný rámec - rovnako ako u WPA od Wi-Fi Alliance konkrétne zariadenia sú certifikované na podporu WPA či WPA2

- hlavný rozdiel proti WPA -

- protokol TKIP bol nahradený bytelnejším protokolom CCMP - tak ako to požaduje protokol

- existuje aj tzv. zmiešaný režim WPA/WPA2 mixed mode

- týka sa prístupových bodov AP - umožňuje aby v jednej bunke BSS koexistovali stanice fungujúce podľa WPA aj stanice WPA2

- princíp fungovania zmiešaného režimu - prístupový bod inzeruje aké šifrovanie podporuje - stanica, ktorá sa chce asociovať si vyberie šifrovanie ktoré potom voči prístupovému bodu používa

15 Co přináší a jak funguje standard 802.1x

- samostatný štandard od IEEE (pracovnej skupiny 802.1)

- umožňuje autentizáciu zariadení ktoré sa chcú prihlásiť do drátových sietí LAN či bezdrátových sietí WLAN

- dokáže brať ohľad na konkrétnych užívateľov - použité identifikačné a autentizačné údaje môžu patriť užívateľovi a nie stanici ako takej

- dokáže sústrediť (lokalizovať) rozhodovanie do jedného miesta - posudzovanie a hodnotenie identifikačných a autentizačných údajov zaisťuje jeden spoločný server - jeden autentizačný server spoločný pre viac AP ku ktorým sa stanice STA so svojimi užívatelmi prihlasujú

- je nezávislý na konkrétnych spôsoboch a metódach identifikácie a autentizácie - nehovorí aké konkrétne údaje majú slúžiť pre identifikáciu a autentizáciu (ani koho...) . ani ako majú byť vyhodnocované a posudzované

- terminológia -

- suplikant - ten kto žiada o prístup/prihlasuje sa (stanice resp. SW bežiaci na stanici)

- autentizátor - ten kto prideluje prístup (prístupový uzol/AP)

- autentizačný server - ten kto o prístupu rozhoduje (spoločný autentizačný server)

7

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

- ATM technológia vznikla vo svete spojov - pôvodne pre potreby sietí Broadband ISDN (B-ISDN)

- snaží sa byť konvergovanou technológiou :

- pôvodne mala ambície stať sa hlavnou a jedinou prenosovou technológiou oboch svetov - sveta spojov/telekomunikácií a sveta počítačov/PC sietí

- jej koncepcia sa snaží vychádzať vústrety potrebám oboch svetov

- v zásade sa to technológii ATM podarilo - dokáže emulovať prepojovanie okruhov s vyhradenou prenosovou kapacitou a dokáže ponúkať aj prepojovanie paketov štýlom Best Effort

- problémom je že ATM za to zaplatila príliš vysokú daň na svojej zložitosti a velkosti réžie

- technológia ATM sa snaží vyjsť v ústrety obom svetom :

- svet spojov/telekomunikácii - preferuje prepojovanie okruhov, spojovaný a spolahlivý prenov, QoS najlepšie s vyhradenou kapacitou a chce aby prenášané bloky boli čo najmenšie aby sa dalo emulovať prepojovanie okruhov a aby prenosové oneskorenie bolo čo najmenšie (prenášané bloky nemôžu byť väčšie ako 32 bytov)

- svet počítačov a PC sietí - preferuje prepojovanie paketov, nespojovaný a nespolahlivý prenos, best effort kvoli jednoduchosti efektívnosti a rýchlosti a zároveň chce aby prenášané bloky boli čo najväčšie aby bol prenos čo najefektívnejší (prenášané bloky menšie ako 64 bytov nemajú zmysel)

- kompromis - aritmetický priemer medzi 32 a 64 bytmi, teda 48 bytov - ATM prenáša bloky o pevnej velkosti 48 bytov ktoré sa nazývajú ATM bunky - hlavička má 5 bytov a teda celkovo 53 bytov

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

- ATM sa snaží ponúkať rôzne druhy prenosových služieb s rôznou QoS prezentované ako triedy služieb

- CBR - Constant Bit Rate - ponúka plne vyhradenú prenosovú kapacitu - obdoba "kusu drátu"

  - s konštantnou prenosovou rýchlosťou s pevne danou prenosovou kapacitou vyhradenou len pre daný prenos - táto kapacita sa nemení a ak nie je využitá tak ju nie je možné prenechať inému prenosu

  - ide v zásade o emuláciu prepojovania okruhov realizované v prostredí prepojovaním paketov/buniek na princípe štatistického multiplexu

  - využitie je všade tam, kde je treba zariadiť nejaký telekomunikačný okruh

  - realizácia - každá n-ta ATM bunka sa vyhradí pre potreby tejto emulácie jedného okruhu (n je závislé na kapacite ktorú je treba vyhradiť pre emulovaný spoj) - celkové prenosové oneskorenie nie je konštantné

- VBR - Variable Bit Rate - pre komprimované prenosy - komprimácia zmenšuje objem dát k preneseniu ale nepravidelne - efekt nie je dopredu odhadnutý a závisí na priebehu hovoru alebo diania na scéne - potreba prenosovej kapacity sa v čase mení podla efektu komprimácie

  - vyhradzuje určitú prenosovú kapacitu odpovedajúcu hodnote MAX - táto kapacita je vždy k dispozícii a hodnota MAX sa obvykle volí podľa toho ako by vyzeral nekomprimovaný prenos - ale tá časť prenosovej kapacity do hodnoty MAX ktorá nie je skutočne využitá môže byť vrátená a prenechaná inému prenosu

- ABR - Available Bit Rate

  - trieda vhodná pre datové prenosy napr. prepojenie PC sietí

  - garantuje určitú minimálnu prenosovú kapacitu v hodnote MIN

  - ale ak má k dispozícii dostatok zdrojov, môže poskytnúť aj ďalšiu kapacitu do hodnoty MAX, môže ísť o kapacitu nevyužitú prenosmi v triede VBR alebo o ďalšiu volnú kapacitu, ktorá nebola využitá pre prenosy v triedach CBR a VBR

  - ak ale ATM sieť zdroje nemá tak ďalšiu kapacitu nad MIN už neposkytne, preto kapacita MIN nie je garantovaná

- UBR - Unspecified Bit Rate

  - nevyhradzuje sa pre ňu žiadna prenosová kapacita - môže preniesť nejaké data iba vtedy keď je práve k dispozícii nejaká volná prenosová kapacita

  - využíva sa napr. pri prenose IP paketov pomocou technológie ATM pre implementáciu IP over ATM

3 Okruhy a cesty v ATM, adresy a identifkátory, rozhraní UNI a NNI

- ATM využíva trik pre zmenšenie velkosti identifikátorov v hlavičke a súčasne pre zjednodušenie smerovania

- jedná sa o 2-úrovňové adresovanie

- virtuálna cesta (vyššia úroveň adresy) - identifikuje ju Virtual Path Identificator

- virtuálny okruh (nižšia úroveň adresy) - identifikuje ho Virtual Circuit Identificator

- v dôsledku 2-úrovňovej adresácie oba identifikátory majú obecne iba lokálny význam - pri prechode cez ATM ústredňu sa môže meniť VPI aj VCI

- častejšie ale medzi ústredňami sa menia len identifikátory virtuálnej cesty VPI, zatiaľ čo identifikátory virtuálnych okruhov VCI zostávajú rovnaké - výhodou je že ATM ústredniam stačí rozhodovať sa len podľa VPI, teda podľa menšieho počtu adresných bitov

- formát hlavičky ATM bunky je rôzny podľa rozhrania (NNI vs. UNI)

- pre identifikátor vertuálneho okruhu VCI je v oboch formátoch vyhradené 16 bitov (takže je možné rozlíšiť až 2^16 okruhov)

- pre identifikátor virtuálnej cesty VPI sú vyhradené rôzne počty bitov :

- na vonkajšom rozhraní UNI (User/Network Interface) je vyhradených 8 bitov

- na vnútornom rozhraní NNI (Network/Network Interface) je vyhradených 12 bitov

- virtuálne okruhy a cesty v ATM môžu byť

- permanentné (statické) - PVC (Permanent Virtual Circuit) - vytvárajú ich správcovia siete pomocou svojich nástrojov pre správu a dostávajú pridelené konkrétne hodnoty VCI (VPI)

- komutované (dynamické) - SVC (Switched Virtual Circuits) - vznikajú na žiadosť na základe ich aktuálnej potreby podobne ako "vytáčané" telefónne okruhy - žiadosť o nadviazanie či rušenie spojenia sa posiela cez dobre známy virtuálny okruh a cestu

4 Sítě X.25 - koncepce, vlastnosti, využití

- verejné datové siete využívajúce technológiu X.25 - poskytujú službu spočívajúcu v prenose dát

- prevádzkuje ju typicky telekomunikačný operátor a jej služby ponúka/predáva za úplatu - využívať môže každý kto zaplatí

- technológia X.25 definuje ako sa pripojiť k verejnej datovej sieti a ako cez nu prenášať data ale nehovorí ako má samotná sieť fungovať vo vnútri

- X.25 má 3 vrstvy odpovedajúce 3 najnižším vrstvám RM ISO/OSI (pôvodne sa hovorilo o úrovniach a nie o vrstvách) - rozdiel je aj v pomenovaní najvyššej (tretej) vrstvy - X.25 má paketovú, kde ISO/OSI sieťovú vrstvu

- X.25 teda poslúžila ako vzor pre 3 najnižšie vrstvy ISO/OSI

- X.25 funguje spoľahlivo - má zabudované velmi silné mechanizmy pre opravu chýb pri prenose - predpokladá že pri prenose dat bude často dochádzať k chybám, ktoré napravuje - v dôsledku toho je velmi robustná ale platí za to nízkou efektívnosťou prenosu a vyššou zložitosťou implementácie

- X.25 funguje spojovane - pracuje s virtuálnymi okruhmi po vzore telefónnej siete a nadväzuje/ruší spojenie

- dnes je už X.25 skôr historickou záležitosťou

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

- orezaná a odľahčená X.25 zbavená robustnosti a teda aj spoľahlivosti - predpokladá nízku až nulovú chybovosť prenosových ciest a nepotrebuje opravu chýb

- funguje tiež spojovane

- pokrýva vrsty L1 až L2 (kde X.25 pokrývala aj L3)

- prenáša linkové rámce

- využíva sa predovšetkým k vytvoreniu virtuálneho prenosového okruhu ktorý je svojimi vlastnosťami blízky skutočnému fyzickému prenosovému okruhu aj keď sa jedná o nízke prenosové oneskorenie

- virtuálne okruhy sú vytvárané na linkovej vrstve L2

- Frame Relay = prenášanie rámcov

- okruhy sú end-to-end - prepojujú medzi sebou koncové body označované ako DTE

- sú vedené cez prepínače označované ako DCE

- smerovanie je riešené na linkovej vrstve - nezapadá to dobre do vrstevnatého modelu ISO/OSI kde má byť smerovanie realizované až na sieťovej vrstve ktorú ale Frame Relay nemá

CIR a EIR - DCE pracujú na princípe cut-through a nie store&forward - nečakajú na načítanie celého prichádzajúceho bloku ale čo najskôr ho začínajú preposielať ďalej aby dosiahli čo najnižšej latencie - vo výsledku je chovanie blízke skutočnému fyzickému okruhu

- Virtuálne okruhy majú určitú vyhradenú kapacitu označovanú ako CIR (Committed Information Rate) v zmysle - vždy je dostupná/garantovaná

- Virtuálne okruhy môžu ponúknuť ešte aj ďalšiu prenosovú kapacitu - bez jej záruky ako negarantovanú - poskytnutá je len vtedy keď je požadovaná a ak je k dispozícii - označuje sa ako EIR (Extended Information Rate)

6 Podstata tag/label switchingu, možnosti implementace, MPLS

- využíva sa miesto smerovania - smerovanie bolo neefektívne - preto sa využíva prepínanie

- treba rozpoznať ktoré IP pakety k sebe patria v zmysle "idú rovnakou cestou" od rovnakého odosielatela k rovnakému príjemcovi

- alebo rozpoznať rovnaké datové toky/prúdy na úrovni L3 - od rovnakého vstupného bodu do siete do rovnakého výstupného bodu zo siete

- IP paket patriaci k určitému datovému toku sa vo vstupnom bode vloží do L2 obálky a prenesie sa po L2 až do výstupného bodu kde sa zase vybalí z L2 obálky a "vráti" sa na L3 - L2 obálka je vlastne linkový rámec

- label switching - najskôr sa detekujú datové prúdy - podľa príslušnosti k určitému prúdu sa sieťový paket vybaví nálepkou (tag, label), ktorý sa pripojí z ľava, nálepky sa dajú pripojiť k sieťovým paketom rôznych protokolov - nemusí sa jednať len o IP pakety

- následne sa jednotlivé bloky prepínajú podľa svojich nálepiek pomocou zariadení (prepínačov), ktoré sa rozhodujú podľa nálepiek

MPLS - Multi Protocol Label Switching

- jedno konkrétne (dnes asi najpoužívanejšie) riešenie na princípe label switchingu

- multi protocol = môže prenášať sieťové pakety rôznych protokolov (nemusí sa jednať len o IP pakety)

- pre vlastný transport dát je možné použiť rôzne L2 technológie ale ich volba nie je viditeľná na L3

- LES - smerovač na okraji MPLS siete (Label Edge Router) - pridáva nálepky k sieťovým paketom pri vstupe, resp. ich odoberá pri výstupe

- LSR - zariadenie vo vnútri MPLS siete (Label Switch Router)

- LSP - jednosmerná cesta skrz MPLS sieť (Label Switching Path)

- FEC - konkrétne prúdy/toky sieťových paketov (Forward Equivalence Class) - rôzne FEC predstavujú rôzne hodnoty nálepiek ktoré sa pripojujú k sieťovým paketom

8

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

- ISDN - Integrated Services Digital Network - funguje výhradne digitálne

- pôvodná predstava

- bude ponúkať telefónnu službu ale aj ďalšie datové a informačné služby

- ŠTRUKTÚRA PSTN - telefónne ústredne sú usporiadané hierarchicky

- medzinárodné ústredne

- tranzitné ústredne

- miestne (riadiace) ústredne (ústredne HOST)

- miestne smyčky sa pripojujú až na tieto ústredne

- predsunuté ústredne (jednotky RSU)

- ide o časti HOST ústredieň presunuté bližšie ku koncovému účastníkovi aby miestne smyčky mohli zostať dostatočne krátne (do 5 km)

- jednotlivé ústredne sú prepojené pomocou traktov (trunk)

- PSTN - pôvodne bola výhradne analógová

- poskytovaná služba POTS bola analógová - rozhranie k PSTN bolo analógové, signalizácia bola analógová - miestne smyčky boli využívané ako analógové

- telefónne ústredne boli analógové - spočiatku mechanické, neskôr elektronické

- trakty boli analógové - k prenosu viacerých hovorov súčasne používali techniku frekvenčného multiplexu - každý hovor je posunutý do inej frekvenčnej polohy

- z tohoto dôvodu bol frekvenčných rozsah obmedzený na 300-3400 Hz aby bol čo najmenší a na jeden analógový trask sa vošlo čo najviac hovorov

- digitálne PSTN - s postupom času sa pevná telefónna sieť stala digitálnou

- telefónne ústredne fungujú digitálne - pracujú so zdigitalizovaným hlasom

- trakty prepojujúce jednotlivé ústredne fungujú digitálne - pre prenos viacerých hovorov súčasne využívajú techniku časového multiplexu

- miestne smyčky sú naďalej využívané analógovo a hovor musí byť prevádzaný z analógovej do digitálnej podoby a naopak - k prevodu dochádza na vstupy/výstupe z ústredne

2 Signalizace v telefonní síti, pulzní a tónová volba, struktura telefonních čísel MSISDN

- v pevnej telefónnej sieti sa rieši in-band - informácie sa posielajú po rovnakom kanále, po ktorom prebieha samotný okruh

- pulzná volba - každá číslica viacmiestneho tel. čísla je vyjadrená počtom pulzov - príslušný počet pulzov je generovaný rotačným číselníkom, ktorý sa vždy vráti späť do rovnakej polohy, pričom generuje tolko pulzov kolko odpovedá navolenej číslici - vytáčanie rôznych číslic trvá rôznu dobu

- tónová volba

- každá číslica je vyjadrená výškou tónu

- DMTF pracuje s 8 úrovňami v rozsahu hlasového hovoru 300 - 3400 Hz

- kombinuje 2 tóny

- vytáčanie rôznych čísel trvá rovnakú dobu - žiaden rotačný číselník

- MSISDN - vždy začína kódom zeme

- pre ČR je to napr. +420XXXXXXXXX

- formát

- kód zeme (1-3 cifry)

- national destination code - určuje mobilnú sieť (u nás 3-miestne číslo)

- subscriber number - účastnícke číslo určujúce konkrétneho telefónneho účastníka (u nás 6-miestne číslo)

3 Datové přenosy skrze (analogovou i digitální) telefonní síť s využitím modemů, dosahované rychlosti

- analógová tel. sieť

    - analógová signalizácia (pulzná/tónová volba) a miestne smyčku boli využívané ako analógové

    - tel. ústredne boli analógové

    - traktu boli analógové - k prenosu viac hovorov súčasne používali techniku frekv. mulitplexu a bol obmedzený rozsah na 300-3400 Hz

- digitálna tel. sieť

    - ústredne fungujú digitálne so zdigitalizovaným hlasom

    - trakty prepojujúce jednotlivé ústredne sú tiež digitálne pomocou časového multiplexu

    - miestne smyčku sú ale stále analógové

    - hovor aj so signalizáciou je prevádzaný z analógovej do digitálnej podoby a naopak pri vstupe/výstupe z ústredne

- rýchlosti

    - analógová max. 33,6 kbit/s

    - digitálna max. 56 kbit/s downstream a 48 kbit/s upstream využitím rôznych modemov podľa štandardu V.92

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

- digitálna bude celá pevná telefónna sieť - digitálny spôsob fungovania sa roztiahne cez miestne smyčky až ku koncovým bodom

- ISDN - Integrated Services Digital Network

    - hlasové služby sú o niečo lepšie než u POTS/PSTN - ponúka velmi podobný komfort aký je bežný v mobilných sieťach - vyžadujú použitie digitálnych ISDN telefónov alebo špeciálnych adaptérov pre analógové telefóny

    - datové služby fungujú na princípe prepojovania okruhov - poskytujú full-duplex okruhy s rýchlosťou 64 kbit/s - použitie datového okruhu je spoplatnené rovnako ako vedenie hovoru (podľa dĺžky)

- pripojenie k ISDN pomocou 2 rôznych variant prípojok

    - BRI / euroISDN2

        - určená pre domácnosti a malé kancelárie

- vzniká premenou analógovej pevnej linky - tel. operátor umiesti na koniec pevnej linky u zákazníka svoje zakončujúce zariadenie (modem) a tým vzniká plne digitálna prípojka ktorej rozhranie je digitálne

- poskytuje 2 kanály Bearer - každý s prenosovou rýchlosťou 64 kbit/s - každý kanál B umožňuje prenos dát alebo 1 hovoru v digitálnej podobe (kódovanie PCM)

- poskytuje aj 1 kanál Delta s prenosovou rýchlosťou 16 kbit/s - pre prenos riadiacich a signalizačných informácii/príkazov

- táto prípojka umožňuje pripojiť až 8 zariadení a môžu to byť akékoľvek zariadenia podporujúce príslušné rozhranie (S/T) - každé z týchto zariadení môže mať pridelené vlastné telefónne číslo na ktoré sa mu môžu dovolať / z ktorého môže volať ale iba 2 zariadenia môžu komunikovať súčasne kvoli 2 B kanálom

- PRI / euroISDN30

- určená pre pripojovanie pobočkových ústredieň a pre vzájomné prepojovanie sietí a ústredieň

- predpokladom je že nevzniká premenou analógovej pevnej telefónnej linky

5 Využití potenciálu místních smyček pro datové přenosy, hovorové a nadhovorové pásmo, koexistence s hlasovými přenosy

- hovorové pásmo súbežne využívané pre poskytovanie hlasových služieb POTS alebo ISDN, kým miestne smyčky prenášajú data

- treba oddeliť od seba hovorové a nadhovorové pásmo na princípe frekv. multiplexu pomocou dvoch pásmových priepustí - obe priepusti sú prevedené ako jeden celok "splitter"

- na oba konce miestnej smyčky nasadiť vhodné modemy využívajúce nadhovorové pásmo

6 Technologie xDSL a princip jejich nasazení - DSLAMy, splittery, rozvaděče

- xDSL dosahujú rýchlostí v rádoch Mbit/s, jednotiek, desiatok alebo až stoviek

- na vstupe do tel. ústredne bude prenosový okruh odbočený a ďalej bude vedený inou cestou cez vhodne dimenzovanú datovú sieť

- v skutočnosti splittery a xDSL modemy na ústredni nie sú jednotlivé ale skôr skupinové/hromadné aby tvorili jeden celok - z/do tel. ústredne vedie velký počet miestnych smyčiek - xDSL technológie nebývajú nasadené na všetky tieto smyčky

- výstupy jednotlivých modemov musia byť zlúčené do jedného výstupu a výsledkom je DSLAM (DSL Acess Multiplexor)

- miestne smyčky sú vedené z okolia ústredne na vstup hlavného rozvádzača

1 Jaká jsou obecná omezení xDSL technologií (daná délkou místních smyček, jejich kvalitou, přeslechy, ….) a jaké jsou jejich praktické dopady?

- problém s dĺžkou - čím väčšia dĺžka medzi xDSL modemami, tým nižších rýchlostí sa dá dosiahnuť

- problém s kvalitou smyčky (útlm, skreslenie, rušenie,...) a podmienkami pre prenos - kvoli kvalite býva rýchlosť nižšia než maximálna možná

- problém s prepočutím medzi jednotlivými miestnymi smyčkami - hlavne na vstupe do ústredne sú celé skupiny miestnych smyčiek vedené vedla seba čo zvyšuje dané nebezpečenstvo vzájomného prepočutia

2 Vlastnosti technologie ADSL (vč. srovnání ADSL, ADSL 2, ADSL2+)

- ADSL

    - asymmetric digital subscriber line

    - najstaršia varianta xDSL

    - je asymetrická - vytvára datový okruh s rôznymi rýchlosťami v oboch smeroch

    - využíva nadhovorové pásmo ktoré si rozdeluje na 2 časti s nižšou a vyššou frekvenciou

- ADSL2

    - tiež využíva nadhovorové pásmo

    - používa o niečo efektívnejšie techniky modulácie a dosahuje vyšších rýchlostí

    - má reguláciu vysielajúce výkonu, premennú štruktúru linkového rámca, lepšie sa vyrovnáva so šumom na miestnej smyčke a dokáže využiť aj hovorové pásmo

- ADSL2+

    - významne zvyšuje dosiahnutelné rýchlosti na na 24 Mbit/s ale len na krátke vzdialenosti

    - rýchlosť má lepšiu vďaka technickým vylepšeniam a využitím väčšej šírky prenosového pásma

3 Vlastnosti technologie VDSL (vč. VDSL2)

- VDSL

    - iná vývojová vetva asymetrického xDSL so zameraním na vysoké rýchlosti na velmi krátke vzdialenosti

    - max rýchlosť downstreamu 55 Mbit/s na velmi krátke vzdialenosti vďaka využitiu väčšej šírky pásma

    - od 1,5 km dosahuje VDSL rovnaké výsledky ako ADSL

- VDSL2

    - zdokonalenie VDSL

- využíva nadhovorové pásmo až do 30 MHz (VDSL do 12 MHz)

- môže dosahovať až 100 Mbit/s na upstreame aj downstreamu pri ideálnych podmienkach do 300 metrov

4 Problém délky místních smyček a jeho řešení, vysunuté DSLAMy

- zvyšovanie rýchlostí u xDSL technológii sa týka len najkratších miestnych smyčiek

- princíp riešenia - nenasadzovať xDSL na celú miestnu smyčku ale len na jej koncový úsek ktorý už môže byť dostatočne krátky

- alebo umiestniť DSLAM čo najbližšie ku koncovému bodu

- miestne smyčky nie sú homogénne ale sú žložené z úsekov

- vysunutý DSLAM je umiestnený čo najbližšie ku koncovému účastníkovi - pomerne nákladné riešenie

5 Vectoring: jeho princip, přínosy a důsledky

- technika minimalizujúca dopady presluchov

- princíp

- jednotlivé miestne smyčky nie sú modulované samostatne ale miesto toho sú celé skupiny modulované spoločne tak, aby sa ich vzájomné presluchy vyrušili

- dôsledky

- približuje prax teórii - umožňuje dosahovať rýchlostí blízkych maximálnym teoretickým rýchlostiam

- negatívny dôsledok - vectoring je možné aplikovať len na celé zväzky miestnych smyčiek - teda na všetky miestne smyčky vstupujúce do jedného DSLAMu

6 Koncept sítí FTTx: rozdíly mezi FTTH, FTTB a FTTC/Cab

- FTTx - Fiber to the x - označenie optických prístupových sietí kde x nadobúda rôzne hodnoty podla toho kam dosiahne optika

- snaha dosiahnuť s optikou čo možno najďalej s čo najnižšími nákladmi

- majú štruktúru ako iné prístupové siete - prepojujú niekolko málo prechodových bodov - s velkým počtom miet kde sa nachádzajú koncoví užívatelia

- FTTH - Fiber to the Home - až do domu - najluxusnejšia varianta

- FTTB - Fiber to the Building - len k domu - preferujú ho telekom. operátori

- FTTC - Fiber to the Curb/Cab - len k obrubníku/do susedstva - kompromisná varianta medzi nákladom a potenciálom

7 Sítě FTTH: výhody a nevýhody, umístění prvků ONT

- Fiber to the home

- optika je dovedená až do domu rozvedená do jednotlivých bytov alebo kancelárii

- Optical Network Termination je umiestnený priamo u koncového užívatela

- riešenie s najväčším potenciálom ale zároveň najdrazšie riešenie

8 Sítě FTTB: výhody a nevýhody, umístění prvků ONU

- Fiber to the building

- optika je dovedená k domu ale nie dovnútra domu

- ONU je umiestnené tam, pokial bola vedená optika (v domovom rozvádzači, vo vstupnej hale, na chodbe,...)

- v rámci domu sú využité metalické rozvody

    - typicky patria domu

    - využíva sa obvykle Ethernet ale je možné využiť aj xDSL technológie

9 Sítě FTTC/Cab: výhody a nevýhody, využití místních smyček

- Fiber to the Curb

- optika je dovedená niekam pred dom a nie až k domu

- ONU je umiestnené v uličnom rozvádzači v dosahu niekolkých domov

- zvyšok trasy sa rieši nejak inak ako optikou - poslednými úsekmi miestnych smyčiek, koaxiálnym káblom,...

- Fiber to the Cab

- varianta Fiber to the Curb - posledná časť trasy je ale riešená pomocou posledných úsekov miestnych smyčiek typicky využitím VDSL/VDSL2

- Cab preto lebo optika je dovedená do uličného rozvádzača Cabinet

    - tu sú umiestnené vysunuté DSLAMy

10 Architektura sítí FTTx: P2P vs, P2MP - výhody a nevýhody, důsledky

- FTTx môžu mať 2 rôzne topológie P2P alebo P2MP

- P2P spojenie medzi OLT a ONU/ONT má character 2-bodového spojenia (pre P2MP viacbodové spojenie)

- P2P má vyhradený charakter (P2MP zdielaný charakter)

- P2P má väčší potenciál (P2MP má menší potenciál využitia)

- P2P je dražší (P2MP lacnejší)

- dvojbodový spoj medzi OLT a ONU/ONT je možné vytvoriť pomocou samostatného vlákna alebo pomocou vlnového multiplexu

- výhody

    - každý koncový bod má vlastný datový tok

    - nie je nutné riadiť prístup na upstreame

- nevýhody

    - je to dražšie

    - je to technicky realizovatelné len pre malé počty koncových bodov

- viacbodový spoj medzi OLT a ONU/ONT sa najčastejšie vytvára pomocou pasívne rozbočeného optického vlákna

- s využitím splitterov - je možné ho prirovnať k opakovačom ale kedže sú pasívne, rozdelujú energiu signálu medzi všetky odchádzajúce vlákna

- dôsledok

    - na downstreame koncové uzly prijímajú rovnaký signál v všetci počujú všetko

    - na upstreame sa PON chová ako zdielané médium (zbernica)

11 Podstata pasivních optických sítí (PON) a principy jejich fungování

- sú pasívne teda bez nutnosti údržby a bez elektroniky a napájania

- signaĺ nie je zosilňovaný, dosahuje nižších rýchlostí a je možné dosiahnuť len na kratšie vzdialenosti (sú určené len do 20 km)

- prenáša linkové rámce

- všetky ONU/ONT počujú všetko (vysielanie od OLT k ONU/ONT je vždy broadcastom)

- prepojenie medzi ONU/ONT a OLD má charakter zdielaného média a je nutné riadenie prístupu

12 EPON a GPON: princip a srovnání

- EPON

    - prenáša priamo celé skupiny linkových rámcov (multirámce)

    - data sú prenášané rýchlosťou 1,25 Gbit/s

    - OLT -> ONU/ONT (downstream) - OLT odosiela celé multirámce po optickej distribučnej sieti ODN na jednej vlnovej dĺžke

- upstreadm - vysiela sa do zdielaného média o ktoré môže usilovať až N uzlov naraz

- riadenie prístupu v rámci EPON na bázi časového multiplexu

- GPON

- nadväzuje na staršie štandardy

- linkové rámce vkladá do menších blokov ktoré aj potom prenáša

- má vlastné bloky

- je to jednoduchý protokol ktorý má nízku vlastnú réžiu (cca 7%), kde EPON môže mať réžiu až 50%

10

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

- opakovane využívajú frekvenčné kanály na bunkovom princípe - plocha ktorá má byť pokrytá je rozdelená na bunky v ktorých sa používajú rôzne frekvenčné kanály - v nesusedných bunkách sa ale môžu kanály opakovať - v každej bunke je základňová stanica

- mobilné siete využívajú licenčnú časť spektra s ochranou proti rušeniu inými prenosmi

- riešenie prenosu v oboch smeroch

- FDD - pre rôzne smery sa využívajú rôzne frekvencie - frekvenčný duplex

- TDD - pre rôzne smery sa využívajú rovnaké frekvencie so striedaním v čase - časový duplex

2 Architektura GSM sítě (BTS, BSC, MSC, …) a její registry (HLR, VLR, …)

- štandard 2. generácie

- v Európe v pásme 900 a 1800 MHz - v USA v pásme 1900 MHz

- frekvenčné kanály o šírke 200 kHz delené na 8 časových slotov

- využíva FDD - vyžaduje párové pásmo

- jednotliví operátori majú pridelený určitý počet frekvenčných kanálov

- MSC - mobilná telefónna ústredňa - obsahuje registry HLR, AuC, VLR a EIR - prepojená s ostatnými sieťami cez GMSC

- BSC - jednotlivé radiče základňových staníc - napojené sú na MSC - tvoria BSS

- BTS - základňová stanica - je súčasťou BSC

- OSS - operation and support subsystem - obsahuje OMC, NMC a ADC

- registry

- HLR - Home Location Register

- AuC - Authentication Center

- EIR - Equipment Identity Register

- VLR - Visitor Location Register

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

- IMEI identifikuje zariadenie a IMSI identifikuje užívatela

- EIR skontroluje IMEI sa svojimi black/white/grey listmi či je zariadenie OK

- HLR podľa IMSI zistí MSISDN, zapamätá si polohu MS a predá údaje do VLR

- AUC vyšle do MS náhodné číslo, MS (mobilná stanica) vráti výsledok od AUC a následné AUC overuje identitu SIM karty

- VLR získa údaje od HLR/AUC a pridelí MS dočasnú identitu - pod danou identitou ho eviduje po dobu pobytu v MS v dosahu VLR/MSC

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

- Circuit Switched Data - základná datová služba sietí GSM - jeden hlasový okruh je možné využiť pre prenos užívatelských dát

- High Speed CSD - dátová služba sietí GSM - pre prenos dat využíva viac hlasových okruhov súčasne

- oba fungujú na princípe prepojovania okruhov

- kapacita na timeslot - čerpajú sa len vtedy keď sa nejaké data skutočne prenášajú - pôvodne to tak nebolo (kapacita 9,05 kbit/s alebo 13,4 kbit/s)

- triedy GPRS vyjadrujú koľko časových slotov dokáže využiť koncové zariadenie súčasne

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

- General Packet Radio Service - riešenie pre prenos dat v sieťach GSM na princípe prepojovania paketov - vyžaduje zdvojenie páterných častí siete GSM a pridáva

GGSM - Gateway GPRS support node - brána do iných datových sietí

SGSN - Serving GPRS Support Node - obdoba mobilnej ústredne ale pre data

GR - GPRS Register - pre údaje spojenia s GPRS

- timesloty sa GPRS prenosom pridelujú podľa potreby a umožňuje prenos IP paketov cez GSM sieť medzi 2 bodmi

- GSM sieť sa s GPRS chová ako IP sieť - prenáša IP pakety (datagramy)

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

- GPRS umožňuje prenos IP paketov medzi 2 bodmi napr. medzi 2 MS

- jedná sa o pripojenie MS k Internetu kde jedným bodom je stanica MS a druhým je prístupový bod APN (Access Point Name) - operátor GSM siete môže ponúkať viac bodov APN

- GSM sieť sa s GPRS chová ako IP sieť - prenáša IP pakety (datagramy)

- GPRS Attach - k prideleniu PDP kontextu dochádza v rámci tejto operácie - MS sa stáva dostupné cez GSM/GPRS sieť na pridelenej IP adrese

- GPRS Detach - k odhláseniu, teda vráteniu PDP kontextu dochádza v rámci operácie GPRS Detach

- PDP kontext sú konfiguračné údaje ktoré si potrebujú od GSM/GPRS siete získať koncové uzly

- kódovacie schémy - určujú 4 varianty

	CS-1	CS-2	CS-3	CS-4	
- max. kbit/s na 1 timeslot	9,05	13,4	15,6	21,4	(kbit/s)
- max pri využití 8 timeslotov	72,4	107,2	124,8	171,2	(kbit/s)

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

- Enhanced Data Rate for GSM Evolution (EDGE) je ďalším vylepšením prenosov dát v GSM sieťach

- vylepšuje prenosy na princípe prepojovania okruhov a aj na princípe prepojovania paketov (EGPRS - Enhanced GPRS)

- pojmom EDGE sa dnes myslí EGPRS

- vylepšenie spočíva hlavne vo vyššej prenosovej rýchlosti dosahovanej vďaka zmene rádiových prenosov

GPRS : max 21,4 kbit/s s jedným timeslotom - využíva 2-fázovú moduláciu

EDGE : s jedným časovým slotom dosahuje až 59,2 kbit/s vďaka dokonalejšiemu kódovaniu, má 9 kódovacích schém a 8-stavovú fázovú moduláciu, vyžaduje upgrade rádiovej časti základňových staníc (5 nových schém, 4 od GPRS)

8 3G/UMTS: způsob vzniku standardů, původní cíle a jejich naplnění

- príprava 3. generácie mobilných sietí

- pracovný názov FPLMTS - Future Public Land Mobile Telecommunication System

- cca 1995 premenovaní na IMT 2000 (International Mobile Telecommunications)

- práce prebiehajú súbežne a nezávisle na sebe vo viacerých častiach sveta

- vznikajúce európske riešenie dostáva meno UMTS - universal mobile telecommunications system

- nie je to jediné riešenie pre 3G ktoré vzniklo a pre rozlíšenie sa uvádza ako 3G/UMTS

9 Přístupová síť pro UMTS, způsob využití frekvencí v rámci UMTS, šířka kanálů

- Universal Mobile Telecommunicatinos System

- datové služby len 384 kbit/s

- poskytuje hlasové služby kompatibilné s hlasovými službami GSM

- primárne sú data ale hlas je tiež podporovaný - prepojuje pakety pre data, okruhy pre hlas

- široké frekvenčné kanály 5 MHz kvoli datovým prenosom

- jednotlivé prenosy sú oddelené pomocou kódového multiplexu

- 2 spôsoboy fungovania

    - FDD-UMTS pre prenosy v rôznych smeroch používa frekvenčný duplex FDD - rôzne frekvenčné kanály

    - TDDUMTs pre prenosy v rôznych smeroch používa časový duplex TDD - rovnaké frekvenčné kanály

- používa frekvenčné pásmo 2,1 GHz

- používa rovnakú páternú sieť ako GSM teda zdvojenú - jedna časť funguje na princípe prepojovania okruhov, druhá paketov

- má novú prístupovú sieť UTRAN

10 Technologie HSDPA, HSUPA, HSPA, HSPA DC, jejich význam a rozdíly

- zrýchlenie prvej verzie UMTS - dokonalejšie techniky hlavne kódovania

- HSDPA - High Speed Downlink Packet Access - zvyšuje rýchlosť na downlinku stále na frekv. kanáloch o šírke 5 MHz od 1,2 Mbit/s až po 14,4 Mbit/s

- HSUPA - High Speed Uplink Packet Access - zvyšuje rýchlosť na uplinku od 0,73 Mbit/s až po 5,76 Mbit/s

- HSPA - High Speed Packet Access - spoločné označenie pre HSDPA a HSUPA - vyššia rýchlosť na uplinku aj downlinku

11 Technologie LTE: celková koncepce, rozdíly oproti 3G/UMTS

- Long Term Evolution - ďalšie zdokonalenie UMTS so zásadnými zmenami

- žiadny hlas, len rýchle datové prenosy (UMTS má nativné hlasové služby)

- plochá páterná sieť (UMTS má zdvojenú)

- čo najširšie frekvenčné kanály

- OFDM miesto WCDMA pre vyššiu efektívnosť

- techniky MIMO, beamforing a ďalšie technické vylepšenia

12 Technologie LTE Advanced, LTE Carrier Aggregation, vztah mezi LTE a 4G

- LTE Advanced - druhá vlna LTE

    - cieľ je dosahovať ešte vyšších rýchlostí ako LTE vďaka dokonalejším metódam a postupom a agregáciou viacerých frekv. kanálov

- konkrétne varianty sú definované v jednotlivých 3GPP Release

- LTE Carrier Aggregation

    - 1. vlna LTE kategórie 1 až 5

    - definovaná v štandarde 3GPP release 8

    - počíta s využitím jedného frekvenčného kanálu

    - ďalšie možnosti zrýchlenia sú využiť viac frekv. kanálov súčasne

        - Carrier Aggregation

        - prvý krát definované v štandarde 3GPP Release 10

    - maximum je agregovanie 5 frekv. kanálov o šírke 20 MHz

    - Agregované kanály môžu byť v rovnakom pásme a byť súvislé ALEBO v rovnakom pásme a byť nesúvislé ALEBO v rôznych pásmach a byť nesúvislé

    - mobilní operátori môžu využívať pre LTE len niektoré frekv. kanály zo svojho prídelu

- LTE vs. 4G

    - 4G vychádza zo štandardu IMT-Advanced a požaduje 1 Gbit/s pre stacionárny terminál

    - LTE nesplňuje požiadavky štandardu IMT-Advanced obdobne ako UMTS nesplňovala požiadavky IMT-2000

    - požiadavky IMT-advanced splňuje až LTE-Advanced (Release 8)

    - LTE by správne mala byť označovaná ako pokročilejšia 3G technológia

11

1 Vymezení pojmu broadband, různé druhy rychlostí, symetrie a asymetrie

- vysokorýchlostné pripojenie/vysokorýchlostný prístup (širokopásmový je nesprávne)

- možné prístupy k definícii

    - pripojenie ktoré nie je úzkym hrdlom (moc subjektívne)

    - pripojenie o nejakej minimálnej rýchlosti - objektívne kým sa nepovie o akú rýchlosť sa má jednať

    - kombinovaná definícia

- pripojenie nesmie byť úzkym hrdlom
- rýchlosť musí byť minimálne 256 kbit/s
- požiadavky sa ale menia, každý rok by sa konkrétna časť mala aktualizovať

- rýchlosť
  - garantované - rýchlosť nebude nižšia
  - minimálna - bez sankcií za nedodržanie
  - očakávaná / priemerná - mala by byť skutočne dosahovaná rýchlosť
  - umelá maximálna - rýchlosť je zhora obmedzená ale šlo by to aj rýchlejšie
  - teoretická maximálna - rýchlosť ktorú zvláda príslušná technológia podľa testov
  - marketingová - rýchlosť uvedená poskytovateľmi v nadpisoch, ponukách, ...
- symetria rýchlosti - vzťahuje sa k obom smerom
- asymetria rýchlosti - vzťahuje sa k smeru k užívateľovi (downstream)
- rýchlosť sa môže vzťahovať k rôznym vrstvám - môžu sa líšiť o desiatky percent
- efektívna rýchlosť sa meria na L7 užívateľom
- nominálna rýchlosť sa uvádza poskytovateľom na L1

2 Agregace, její význam a přínosy

- jedna z príčin odlišností rôznych druhov rýchlostí
- sú to stupne zdielania
- príčiny agregácie
  - bežný užívatel negeneruje súvislý tok
  - nevyplatí sa vyhradiť mu celú prenosovú kapacitu
  - má zmysel zdielať jednu kapacitu s viacerými užívatelmi súčasne
- výhody agregácie
  - užívatelia môžu zdielať náklady na spoločnú prenosovú kapacitu vďaka čomu sú ceny broadband prípojok nízke
  - jedná sa o agregáciu na úrovni celých prípojok
- efekt agregácie
  - cena na 1 zákazníka klesá okamžite
  - priepustnosť z pohladu užívatela sa dlho nemení
- prípojky bez agregácie sú určené len pre providerov

- prípojky pre koncových užívatelov sú vždy nejak agregované (bežne 50:1)

3 Problematika FUP (Fair Use Policy) - proč byla zavedena, co řeší, její vývoj

- problém - čo ak sa užívatelia nebudú chovať očakávaným spôsobom

- poskytovatel ich k tomu prinúti prostredníctvom rôznych opatrení označované ako Fair Use Policy

- obvykle čím menší je celkové počet užívatelov daného poskytovatela tým sú pravidlá prísnejšie

- možné podoby FUP

    - obmedzený objem dat ktoré užívatel môže preniesť

    - prenos niektorých druhov dat je obmedzený alebo spomalený

- vývoj

    - pôvodne to bola technická záležitosť ktorá mala zabrániť negatívnym dopadom agregácie hlavne v pevných sieťach

    - dnes sa v pevných sieťach FUP takmer nevyskytuje

    - dnes je FUP pretrvávajúce hlavne v mobilných sieťach kde dochádza k zdielaniu prenosovej kapacity v rámci jednotlivých buniek/sektorov

    - opatrenie FUP sa stáva nástrojom cenotvorby

    - keď sú už pravidlá zavedené, môžu byť využité aj k iným účelom než len priviesť užívatela k tomu aby sa choval očakávaným spôsobom

    - poskytovatel pripojenia k Internetu môže teda ovplyvňovať chovanie užívatela tým, že niektoré druhy prevádzky blokuje úplne a iné druhy zase započítava do objemových limitov iným spôsobom

4 Původní technická podstata problému síťové neutrality

- hlavne technický problém

    - protokol IP a ďalšie protokoly z rodiny TCP/IP sú navrhnuté ako neutrálne

    - týkal sa len spôsobu fungovania prenosových protokolov hlavne protokolu IP

    - snaha vyhovieť rozdielnym požiadavkam rôznych kategórii prevádzky

- časom sa nabalili ďalšie problémy

    - už nie sú čiste technického charakteru

    - negatívna/pozitívna diskriminácia niektorých druhov prevádzky sledujúca komerčné záujmy poskytovatela pripojenia

    - ponúkanie takých variant služieb, ktoré sú určené len pre určité obmedzené využitie

5 Otázka zero ratingu a problém geo-blockingu: v čem spočívají a jaké mají dopady

- zero rating

  - pozitívna diskriminácia spočívajúca v nezapočítavaní niektorých prenesených dat do objemu FUP

  - určité stránky sú zvýhodnené tým že ich prenos nie je započítavaný do objemových limitov v rámci FUP a ostatné stránky sú znevýhodnené

- geo-blocking

  - obmedzovanie alebo úplné blokovanie niektorého obsahu ako forma vymáhania práv duševného vlastníctva

6 Evropské nařízení TSM (2015/2120) a jeho pohled na síťovou neutralitu

- TSM umožňuje aplikovať primerané riadenie prevádzky obdobne ako doporučenie ČTÚ

- primerané riadenie prevádzky má prispievať k účinnému využívaniu sieťových zdrojov a k optimalizácii celkovej kvality prenosu

- uplatňujú sa opatrenia

  - musí byť transparentné, nediskriminačné a primerané

  - nesmie byť založené na obchodných cieloch a nesmiie byť uplatňovaná dlhšie než je to potrebné

- je možné ísť aj nad rámec primeraného riadenia prevádzky ale len v troch prípadoch a na nevyhnutnú dobu

  - z dôvodu práva

  - z technických dôvodov

  - z kapacitných dôvodov

- zákaz akéhokolvek blokovania, obmedzovania s povinnosťou transparencie

- hovorí sa už o prístupe k otvorenému Internetu miesto sieťovej neutrality

7 Služby přístupu k Internetu (dle evropského nařízení TSM 2015/2120), podmínky pro možnost poskytování jiných služeb než služby přístupu k Internetu (tzv. specializovaných služeb)

- služby podľa TSM

  - musia byť transparentné, nediskriminačné a primerané

  - nesmú byť založené na obchodných cieloch a nesmiie byť uplatňovaná

- iné služby

  - nemusia dodržovať požiadavky neutrality kladené na služby prístupu k Internetu, môžu byť rôzne optimalizované, môžu byť aj obmedzené, môžu ísť nad rámec primeraného riadenia prevádzky

- nariadenie TSM im nehovorí "riadenie služby" ale "iné služby než služby prístupu k Internetu"

- podmienky pre možnosť poskytovania iných služieb

    - nebudú prezentované ako služby prístupu k Internetu

    - nebudú ponúkané ako alternatíva k službám prístupu k Internetu

    - nebudú poskytované na úkor dostupunosti a obecnej kvality služieb prístupu k Internetu pre koncových užívatelov - môžu byť poskytované len ak je kapacita siete dostatočná k ich poskytovaní ako doplnenie k poskytovaným službám prístupu k Internetu