NSWI021: Počítačové sítě II (verze 4.0)

Lekce 1: Internetworking

Jiří Peterka

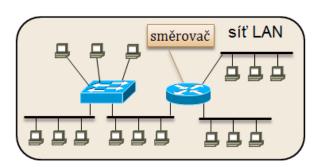
co je internetworking

• obecně:

- vzájemné propojování celých sítí (nebo jejich dílčích částí: segmentů)
- výsledkem je: internetwork
 - zkráceně: internet (s malým počátečním "i")
 - jako obecná (jakákoli) soustava vzájemně propojených sítí

proč se to dělá?

- motivace lze rozdělit do několika skupin
 - snaha překonat omezený dosah přenosového média (kabeláže)
 - snaha zvýšit dosah a využitelnost poskytovaných služeb
 - zvýšení počtu uživatelů služby (např. email), možnost využívání služeb "na dálku",
 - potřeba optimalizovat datové toky
 - s rostoucí zátěží je nutné optimalizovat toky dat, aby nedocházelo k přetížení
 - potřeba řešit přístupová (a další) práva
 - je třeba zajistit, aby uživatelé mohli dělat právě (a pouze) to, na co mají mít právo
 - lze významně "pomoci" vhodným rozdělením do jednotlivých sítí a jejich propojením
 - nutnost ochrany a obrany
 - je nutné zajistit ochranu proti neoprávněnému přístupu (z vnějšího prostředí)
 - je nutné zajistit obranu proti přetěžování (i záměrnému v podobě (D)DOS útoků)
 - potřeba zajistit fungování velké soustavy vzájemně propojených sítí
 - například směrování v celém Internetu



podrobněji k motivacím

- snaha překonat omezený dosah přenosového média
 - dosah kabelových segmentů je omezený, například:
 - koaxiální kabel v Ethernetu: 10Base5 jen
 500 metrů, 10Base2 jen 185 metrů
 - kroucená dvoulinka v Ethernetu: obvykle 100 metrů, někdy i méně (dle kvality a rychlosti)
 - optické vlákno: dosah mohou být desítky metrů, až desítky kilometrů
 - když chci větší dosah, musím propojit mezi sebou více segmentů
 - pomocí vhodného zařízení, které zesílí a zregeneruje přenášený signál

- dosah bezdrátových "segmentů" (spojů) je také omezený
 - v závislosti na frekvenci a "síle" signálu, i na podmínkách pro šíření

- snaha zvýšit dosah a využitelnost poskytovaných služeb
 - možnost používat určitou službu "ve větším prostoru"
 - např. elektronická pošta
 - čím větší bude počet potenciálních adresátů (kterým lze poslat zprávu), tím bude služba více užitečná
 - existuje tzv. síťový efekt
 - Metcalfův zákon
 - formuloval Robert Metcalfe, otec
 Ethernetu, podnikatel, novinář

užitek sítě roste se čtvercem počtu uživatelů



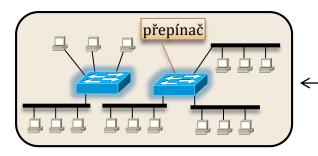
řeší se pomocí tzv. opakovačů

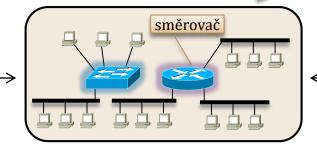
podrobněji k motivacím

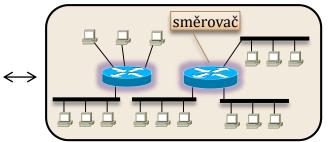
- potřeba optimalizovat datové toky
 - jde o snižování zátěže
 - eliminaci zbytečných datových toků
 - aby data nemusela být šířena tam, kam nepatří / kde nemohou být využita
 - např.: zmenšování broadcast domén
 - jde o eliminaci úzkých hrdel
 - aby konkrétní prvky sítě nebyly přetěžovány
 - vhodným rozložením segmentů a aktivních prvků
 - jde o rozklad zátěže
 - využití redundantních cest, využití multihoming-u,

- potřeba řešit přístupová (a další) práva
 - přístupová práva a další omezení se nejlépe vyjadřují na úrovni celé sítě
 - tj. (stejně) pro všechny uzly v dané síti
 - pak je ale třeba uspořádat sítě tak, aby v nich byly umístěny uzly, které mají mít stejná přístupová práva
 - také implementace nejrůznějších omezení (práv) se snáze a efektivněji řeší v rámci směrovačů (na L3)
 - než v rámci přepínačů (na L2)

řeší se velikostí sítě/segmentu a volbou mezi přepínači a směrovači







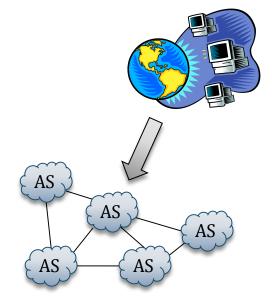
podrobněji k motivacím

oddělení pomocí

- nutnost ochrany a obrany
 - před neoprávněným přístupem z vnějšího prostředí
 - řeší se pomocí tzv. firewallů
 - obecně: firewall= řešení pro zabezpečení
 - před neoprávněnými a nežádoucími aktivitami vlastních (interních) uživatelů
 - řeší se "různě"
 - před enormně velkým množstvím (jinak oprávněných) aktivit
 - jako jsou (D)DOS útoky
 - které mají za cíl zahltit síť

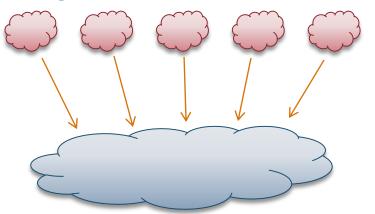


- potřeba zajistit fungování velké soustavy vzájemně propojených sítí
 - například v rozsahu celosvětového Internetu
 - jde hlavně o zvládnutí enormního objemu směrovacích informací
 - řeší se pomocí dekompozice
 - rozdělení na menší části, které se z hlediska směrování chovají autonomně
 - jako tzv. autonomní systémy
 - ale které jsou vzájemně propojeny

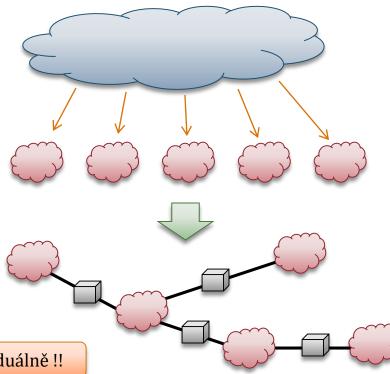


dvojí význam internetworkingu

- mám několik sítí (soustav) a řeším:
 - jak je propojit
- cílem je:
 - překonat omezený dosah přenosových médií
 - typické pro jednotlivé segmenty/sítě
 - umožnit jejich vzájemnou koexistenci a spolupráci
 - typické pro vzájemné propojování větších sítí
 - například v rozsahu celého Internetu

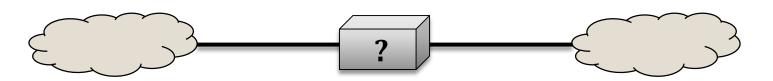


- mám jednu síť (soustavu) a řeším:
 - jak ji rozdělit na menší části
 - jak tyto části následně zase propojit
- · cílem je:
 - dosáhnout určitého efektu
 - optimalizace datových toků, zajištění přístupových práv, ochrana a obrana

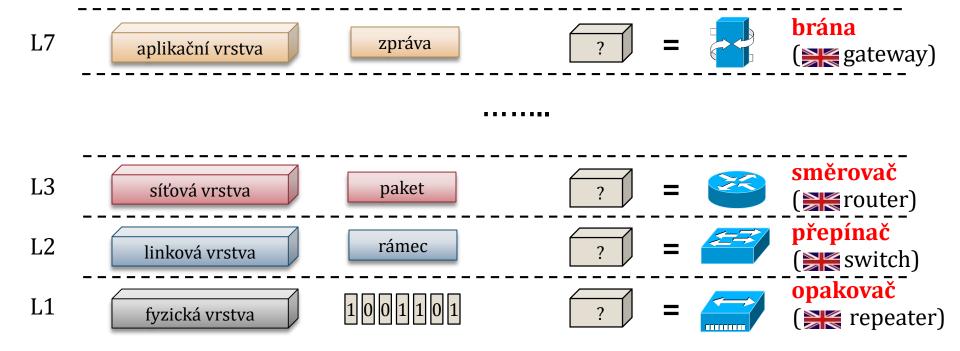


na tyto úkoly neexistuje jednoznačný návod, nutno řešit individuálně!!

obecné řešení internetworking-u



- to, co potřebujeme propojit, propojíme pomocí vhodné "krabičky"
 - vše je pak o tom, jak ona "krabička" funguje
 - na jaké vrstvě, podle jakých pravidel, jaké podporuje protokoly atd.
 - podle toho je také ona "krabička" pojmenována



aktivní a pasivní prvky

- opakovače, přepínače, směrovače, brány
 - jsou označení "krabiček" podle toho, na jaké vrstvě fungují





- obecně se jim říká také aktivní prvky
 - protože s tím, co se přes ně přenáší, pracují nějak aktivně





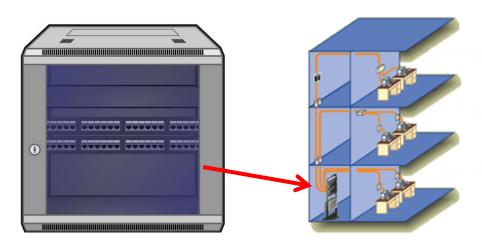
- zesilují a tvarují elektrické signály, které skrz ně prochází
- zpracovávají data, která skrz ně prochází (i třeba jen formou jejich ukládá do bufferů)
- existují také pasivní prvky
 - které nijak (aktivně) nepracují s tím, co přenáší, například:
 - kabely, konektory, rozbočky, zásuvky,
 - propojovací pole (tzv. patch panely)
 - skříně (rack-y)
 - strukturovaná kabeláž
 - systematické "prokabelování" nějakého objektu
 - pomocí kroucené dvoulinky
 - pro potřeby sítí a datových přenosů
 - i pro potřeby hlasových přenosů
 - telefonie
 - rozvody ústí do propojovacích panelů v rozvodných skříních







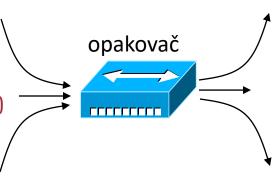




propojování na fyzické vrstvě (L1)

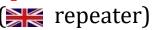
- propojovací zařízení "vnímá" jen jednotlivé bity
 - a to každý bit samostatně a nezávisle na ostatních bitech
- 1101010010101101
- nevnímá, že některé bity mohou "patřit k sobě" a tvořit nějaký logický celek
 - například linkový rámec (a uvnitř tohoto rámce adresu odesilatele a příjemce)
- propojovací zařízení nedokáže rozlišovat mezi různými bity
 - neví, co ten který bit představuje
 - aby s nim mohlo naložit jinak, než s jinými bity

- 1101010010101101
- neví, kam má být ten který bit přenesen (a kam přenesen být nemusí)
 - do kterého segmentu je třeba ho předat, a kam naopak není nutné ho předávat
- důsledek:
 - propojovací zařízení se musí chovat ke všem bitům stejně
 - a to tak, že je předává do všech (odchozích) směrů
 - vlastně je "opakuje" do všech směrů proto opakovač (repeater)
 - je to neefektivní, ale jiné řešení (na L1) není možné
 - není podle čeho poznat, že by se dalo postupovat jinak
- důsledek (chování opakovače):
 - propouští všesměrové vysílání (broadcast)
 - protože neví, že by je mohl zastavit
 - nemá ani šanci poznat, že vůbec jde o všesměrové vysílání



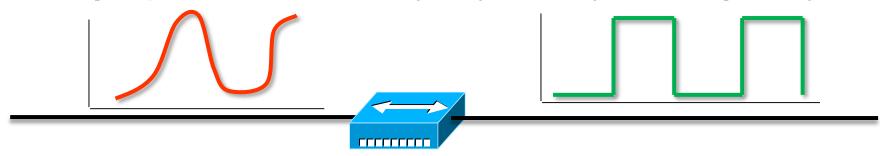


opakovač



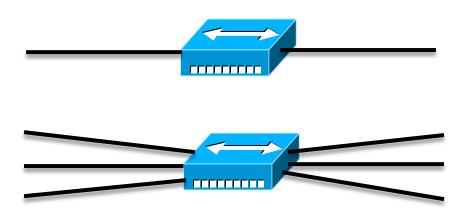
představa opakovače

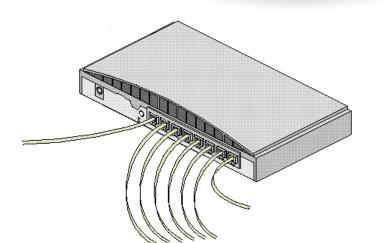
- opakovač je v zásadě jen (digitální) zesilovač
 - který zesiluje a znovu tvaruje přenášený signál
 - kompenzuje zkreslení, útlum a další vlivy reálných obvodových vlastností přenosových cest



konstrukční provedení

- může mít 2 nebo více portů
 - a propojovat 2 nebo více kabelových segmentů





vlastnosti opakovače

opakovač je "průchozí"

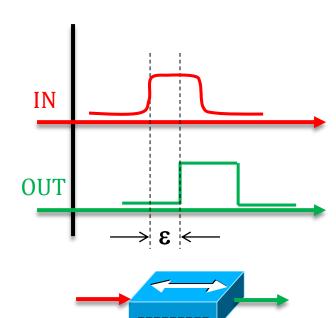
- neukládá data do žádné vyrovnávací paměti (bufferu)
 - · žádné buffery ani nemá
- data prochází opakovačem z konstantním zpožděním ε
 - zpoždění ε je typicky menší než délka bitového intervalu



- opakovače fungují izochronně
 - zpoždění (ε) je konstantní; jitter = 0
 - vyhovuje to multimediálním přenosům



- opakovače mohou propojovat pouze segmenty se stejnou přenosovou rychlostí
 - protože by nedokázaly "vyrovnávat" rozdíly v rychlostech
 - na to by musely mít buffery (vyrovnávací paměti)
 - a generovaly by řádově větší zpoždění
- opakovače musí propouštět kolize (pokud k nim dochází, např. v Ethernetu)
 - na jejich zastavení by také potřebovaly buffery (vyrovnávací paměti)
 - aby mohly "pozdržet" data z jednoho segmentu po dobu, kdy v jiném segmentu probíhá kolize



závislost opakovačů na L2

- princip: opakovače fungují na fyzické vrstvě (L1)
- teoreticky:
 - měly by být nezávislé na tom, jaká konkrétní technologie je použita na vyšších vrstvách (hlavně na L2)

v praxi:

- opakovače jsou nezávislé na technologii, použité na síťové vrstvě L3
- opakovače jsou závislé na technologii, použité na linkové vrstvě L2
 - protože tyto technologie "zasahují" až na úroveň fyzické vrstvy!!
 - předpokládají své vlastní kódování jednotlivých bitů, které opakovače musí respektovat
 - používají konkrétní přenosovou rychlost (délku bitového intervalu)

důsledek:

- neexistují "generické" opakovače
 - pro libovolnou technologii na úrovní L2
- existují pouze "opakovače pro konkrétní technologii"
 - například: opakovače pro (konkrétní verzi) Ethernetu
 - nebo opakovače Firewire,

důsledek:

- opakovače jsou vždy navrženy pro konkrétní přenosovou rychlost
 - v rámci dané technologie

důsledek:

- tam, kde jsou kolize, je opakovač musí propouštět
 - konkrétně v Ethernetu

opakovače vs. rozbočovače

- - je zařízení, které "rozbočuje"
 - "rozvětvuje" jedno vedení do více segmentů
 - ale nemá definováno, na jaké vrstvě funguje
 - zda na fyzické (jako opakovač), nebo na linkové (jako přepínač), nebo na síťové (směrovač)



- rozbočovač (hub) je synonymem pro opakovač
 - zvláště (a konkrétně) v Ethernetu
 - chtít v obchodě "ethernetový hub"
 - znamená chtít ethernetový opakovač

Ethernet hub

From Wikipedia, the free encyclopedia

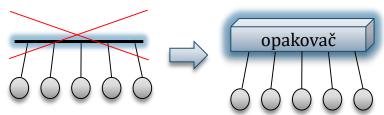
An Ethernet hub, active hub, network hub, repeater hub, multiport repeater or hub is a device for connecting multiple Ethernet devices together and making them act as a single network segment. It

rozbočovač (hub)

· z jiného pohledu:

- na koaxiálních kabelech bylo možné dělat odbočky (a dosáhnout tak "rozbočení")
 - s chováním opakovače
- u kroucené dvoulinky a optiky odbočky dělat nelze
 - zde je nutné provést rozbočení elektronicky
 - pomocí el. obvodů v "krabičce" (rozbočovači)

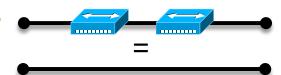
pro zachování stejné funkčnosti (jako odbočky u koaxiálních kabelů) je nutné, aby **rozbočovač fungoval jako opakovač**



efekt propojení pomocí opakovače

princip:

co je propojeno pomocí opakovačů (tj. na fyzické vrstvě, L1),
 se chová jako jeden souvislý kabelový segment



• viz: místo opakovače mohly být odbočky na (koaxiálním) kabelu

v Ethernetu:

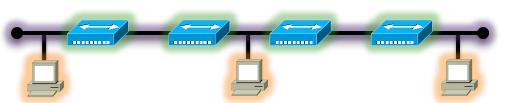
- je délka (každého) segmentu je omezena
 - kvůli tomu, aby mohla fungovat přístupová metoda Ethernetu (CSMA/CD)
 - aby se kolize stačila včas rozšířit do všech částí segmentu

důsledek:

- to, co je (v Ethernetu) propojeno pomocí opakovačů, tvoří tzv. kolizní doménu
 - · oblast, v rámci které se šíří kolize
 - připomenutí: opakovač kolize nezastavuje
 - musí je šířit dál !!!



- u 10 megabitového Ethernetu platí pravidlo 5:4:3
 - max. 5 segmentů
 - max. 4 opakovače
 - max. 3 obydlené segmenty



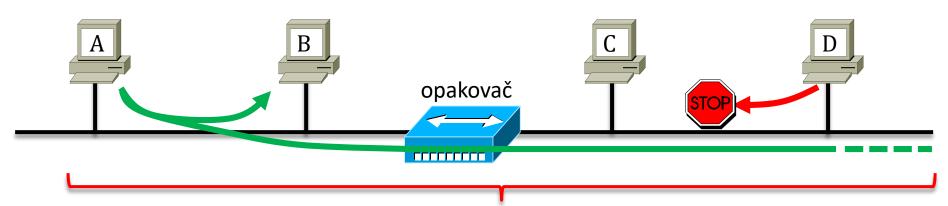
sdílená přenosová kapacita

připomenutí:

to, co je propojeno pomocí opakovače, se chová jako jeden segment

důsledek:

- přenosová kapacita propojených segmentů je společná (sdílená)
 - všechny uzly společně sdílí jednu přenosovou kapacitu
- ve smyslu:
 - pokud spolu komunikují dva uzly, ostatní ve stejné době komunikovat nemohou



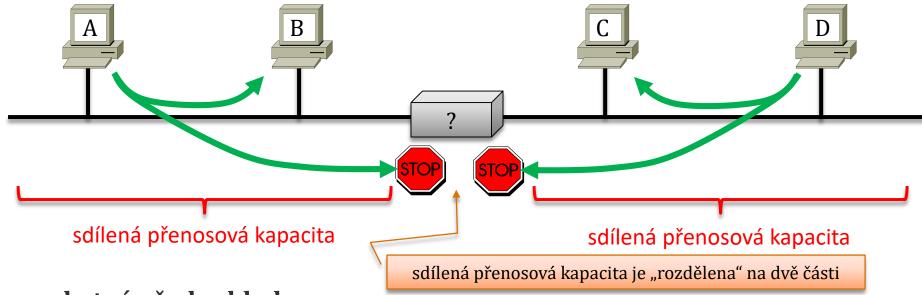
sdílená přenosová kapacita

- pokud uzel A posílá rámec uzlu B, tento rámec je šířen přes opakovač do (všech) dalších segmentů, kde obsazuje "zdejší" přenosovou kapacitu
 - přenosové médium je obsazeno
 - jeho přenosová kapacita je plně využita ve všech segmentech
 - ve stejné době uzel D nemůže přenášet rámec k uzlu C (například)

filtrování (filtering)

čeho chceme dosáhnout?

- aby přenos v jednom segmentu "nespotřebovával" přenosovou kapacitu v jiných segmentech
 - aby data, která "začínají" i "končí" ve stejném segmentu, nebyla šířena do dalších segmentů
 - jde o tzv. filtering (filtrování)



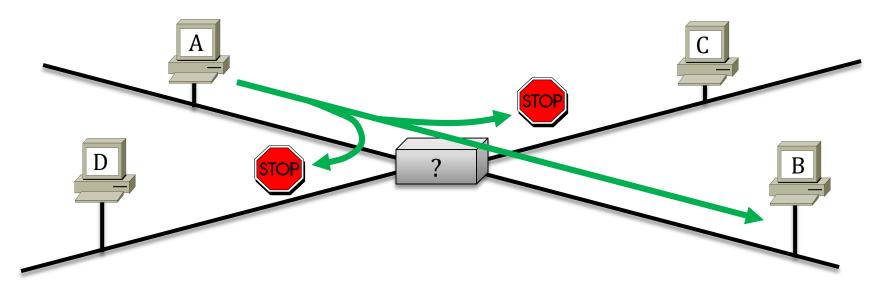
nezbytný předpoklad:

- propojovací uzel ("krabička") už nemůže fungovat jako opakovač
 - který vnímá pouze jednotlivé bity, ale už nedokáže vnímat bloky přenášených dat
- propojovací uzel už musí fungovat na vyšší úrovni, nejméně na L2
 - aby vnímal strukturu přenášených rámců a dokázal pracovat s linkovými adresami

cílené předávání (forwarding)

čeho chceme dosáhnout?

- aby provoz, který "začíná" v jednom segmentu a "končí" v jiném segmentu, nebyl šířen do dalších segmentů
 - ale aby byl **cíleně předáván** ("forwardován") jen do příslušného cílového segmentu



nezbytný předpoklad:

- stejný jako u filtrování (filtering-u)
 - už se nemůže jednat o opakovač (a propojení na fyzické vrstvě L1)
- místo opakovače už je nutné použít "krabičku" pro propojení na L2
 - případně pro propojení na L3, či ještě výše

jak zajistit filtrování a cílené předávání?

• filtrování a cílené předávání (forwarding) vyžaduje:

- "porozumění" přenášeným blokům
 - alespoň na úrovni adresy příjemce a odesilatele
- informace o skutečné topologii sítě (okolí daného uzlu)
 - na úrovni znalosti o "umístění" konkrétních uzlů

důsledek:

- filtrování a cílené předávání lze zajistit (nejdříve) na linkové vrstvě (L2)
 - kde se již pracuje s linkovými rámci
 - a jsou tedy známy adresy odesilatele i příjemce

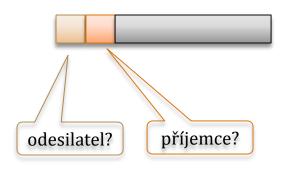
praktická realizace:

- − most (≥ bridge)
 - starší typ zařízení, fungující na L2
 - optimalizovaný na filtrování
 - dnes se již (tolik) nepoužívá
 - typicky:
 - s menším počtem portů a segmentů, které propojuje
 - např. jen 2 porty





- novější typ zařízení, fungující na L2
 - optimalizovaný na cílené předávání (forwarding)
- typicky:
 - s větším počtem portů a segmentů, které propojuje
 - např. 8 portů, 16 portů atd.



propojování na linkové vrstvě (L2)

princip:

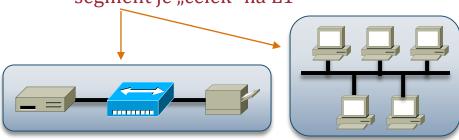
propojováním uzlů na fyzické vrstvě (pomocí opakovačů) vznikají segmenty

segment je "celek" na L1

síťová vrstva (L3)

linková vrstva (L2)

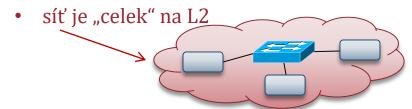
fyzická vrstva (L1)



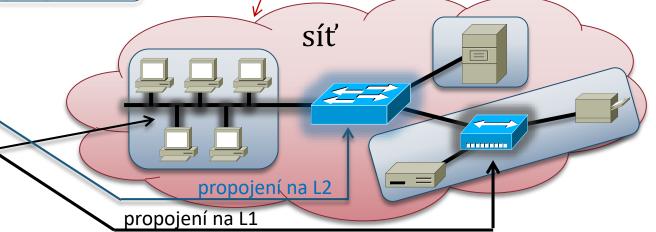
uzel je zvláštním případem segmentu



 propojováním segmentů na úrovni linkové vrstvy (pomocí přepínačů nebo mostů) vznikají sítě



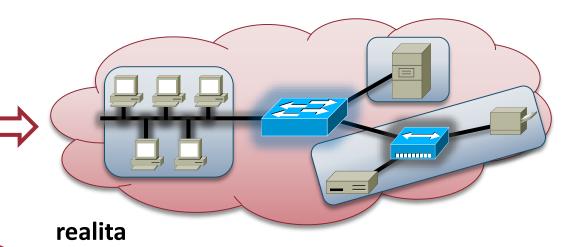
- z opačného pohledu
 - co je propojeno na linkové vrstvě (L2), se chová jako jedna síť
 - například: v TCP/IP mají všechny uzly takovéto sítě stejnou síťovou část své IP adresy



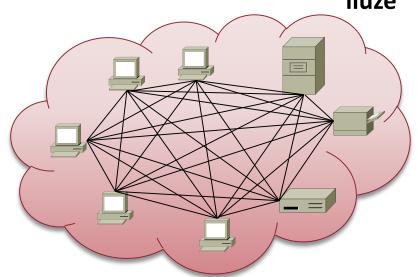
"plochá síť"

koncové uzly v rámci sítě

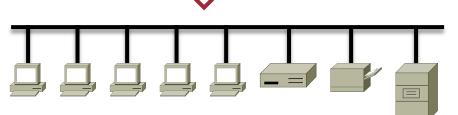
- "nevidí" propojovací uzly
 - přepínače, mosty, ani opakovače
- nevnímají ani rozdělení do segmentů







- myslí si, že jsou propojeny se všemi ostatními uzly, a to přímo
- stylem "každý s každým"
 - ve skutečnosti je to jen iluze
- vnímají celou síť jako plochou
 - ve smyslu



viditelnost propojovacích uzlů na L2

otázka:

- jak fungují propojovací uzly na L2 (přepínače a mosty) když je koncové uzly nevidí?
 - myslí si, že mají mezi sebou přímé spojení
 - a proto si jednotlivé rámce adresují a posílají přímo

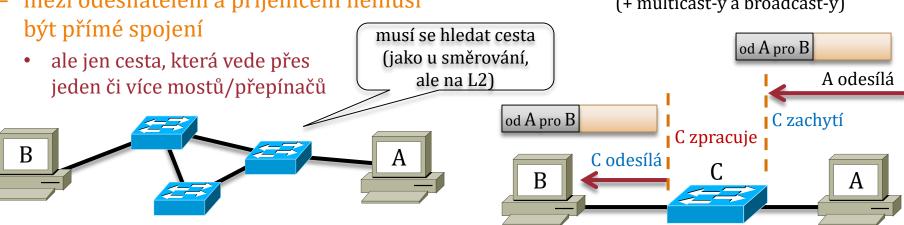


ve skutečnosti:

mezi odesilatelem a příjemcem nemusí být přímé spojení

odpověď:

- mosty a přepínače zachytávají (přijímají) veškerý (linkový) provoz
 - všechny linkové rámce
 - bez ohledu na to, komu jsou adresovány
 - mostům či přepínačům ani nemohou být adresovány, protože koncové uzly ie nevidí!!!!
 - jde o tzv. **promiskuitní režim**
 - který je výjimkou z normálního způsobu fungování síťových rozhraní
 - která standardně zachytávají jen to, co jim je explicitně adresováno (+ multicast-y a broadcast-y)



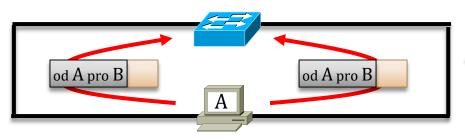
fungování mostů a přepínačů

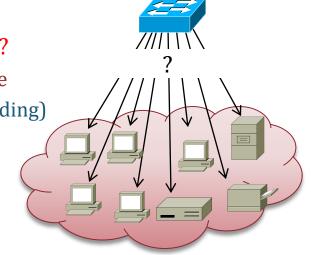
otázka:

- kde a jak získá most/přepínač informace o svém okolí ?
 - o umístění jednotlivých uzlů v segmentech, které propojuje
 - aby mohl provádět filtrování i cílené předávání (forwarding)

možné odpovědi:

- pomocí statického nastavení
 - správce mu poskytne všechny potřebné informace
- dynamicky
 - metodou zpětného učení
 - používají mosty a přepínače v Ethernetu
 - výhoda:
 - nemusí se nic konfigurovat a nastavovat
 - zařízení jsou skutečně plug&play
 - nevýhoda:
 - v síti nesmí být cykly
 - protože ty brání procesu zpětného učení





- metodou source routing
 - používají mosty v Token Ring-u

inteligentní přepínače dokáží problém eliminovat:

- ve vzájemné součinnosti detekují cyklus a přeruší ho
 - pomocí algoritmu STA (Spanning Tree Algorithm)
 - fakticky jde o nalezení kostry grafu

store&forward a cut-through

• mosty a přepínače musí:

- bufferovat přenášená data (linkové rámce)
 - na svém vstupu, i na svém výstupu
 - musí "načíst" alespoň tolik, aby dokázaly zjistit adresu odesilatele a příjemce

možnosti:

varianta store&forward

- čeká se na načtení celého linkového rámce
 - a teprve pak s ním pracuje
 - hledá se odchozí směr a odesílá se
 - předává se do výstupní fronty

výhody

- segmenty, které most či přepínač propojuje, mohou pracovat s jinou přenosovou rychlostí
- poškozené rámce se nešíří dál

nevýhoda

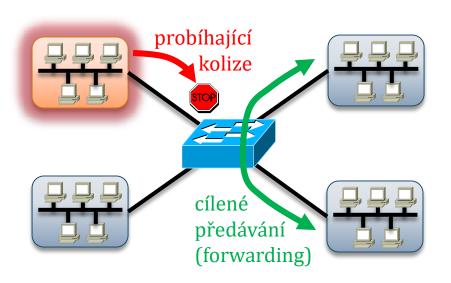
- vyšší latence (zpoždění)
 - vyšší než je doba přenosu celého rámce (když se čeká na jeho načtení)

varianta cut-through

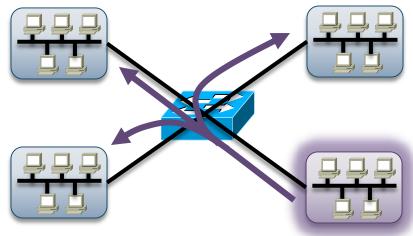
- nečeká se na načtení celého rámce
 - ale začíná se s ním pracovat již po načtení jeho hlavičky
 - podle hlavičky se rozhoduje o dalším směru přenosu
 - ještě během "dočítání" se již načtené části rámce odesílají
 - průběžně
- výhoda
 - nižší latence (zpoždění)
- nevýhody
 - lze propojovat jen segmenty o stejné přenosové rychlosti
 - poškozené rámce se šíří dál

kolize a všesměrové vysílání

- mosty a přepínače nepropouští kolize (v Ethernetu)
 - díky tomu, že bufferují data (ukládají je do vyrovnávacích pamětí)
 - dokáží "pozdržet" data, než v cílovém segmentu odezní kolize
 - dokonce:
 - i když v jednom segmentu probíhá kolize, mezi ostatními segmenty mohou být "běžným způsobem" přenášena data



- mosty a přepínače propouští všesměrové vysílání
 - tzv. linkový broadcast (broadcast na L2)
 - broadcast se musí rozšířit po celé síti
 - protože sítí je "to, co je propojeno na L2"



všesměrové vysílání (broadcast)

– důsledek:

- nutnost šířit všesměrové vysílání je důvodem, proč nedělat "příliš velké" sítě
 - velké ploché sítě, s velkým počtem uzlů

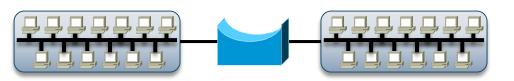
mosty vs. přepínače

jaké jsou rozdíly mezi mosty a přepínači?

- připomenutí:
 - mosty jsou starší zařízení, optimalizovaná na filtrování
 - přepínače jsou novější zařízení, optimalizovaná na cílené předávání

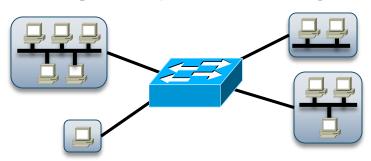
most (bridge)

- obvykle propojuje malý počet segmentů
 - které jsou ale typicky "větší" s více uzly



- most neklade (tolik) důraz na rychlost
 - pro filtrování není (tak) důležitá
- může být (bývá) implementován v SW
 - jako most může fungovat např. běžný osobní počítač se 2 síťovými kartami, mezi kterými "přehazuje" linkové rámce
- dnes už se mosty nepoužívají

- obvykle propojuje větší počet segmentů
 - které ale bývají "menší" s méně uzly
 - například i jen 1 uzel na 1 segment



- přepínač klade velký důraz na rychlost
 - která je pro cílené předávání (forwarding) velmi důležití
- jeho hlavní funkce jsou obvykle implementovány v HW
 - kvůli co nejvyšší rychlosti

segmentace sítí

opakovač

sdílená přenosová kapacita

praktická otázka:

- jak co nejefektivněji využít dostupnou přenosovou kapacitu?
 - tak, aby se jednotlivé přenosy navzájem co nejméně omezovaly?

připomenutí:

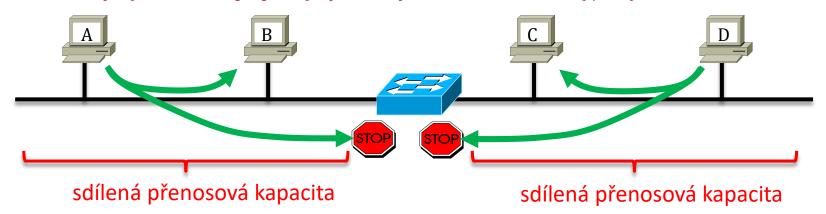
- uzly, propojené na fyzické vrstvě (L1) společně sdílí celou dostupnou kapacitu
 - jde o tzv. sdílenou kapacitu
 - ve smyslu: lze ji využít jen 1x

princip segmentace





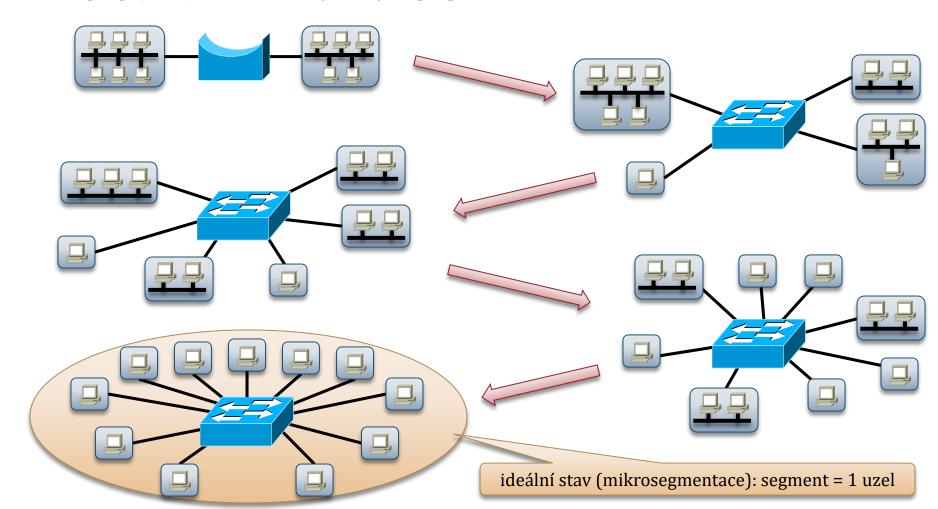
- příklad (pro N=2, resp. pro dva segmenty)
 - původní sdílená přenosová kapacita je rozdělena na dvě sdílené přenosové kapacity, které mohou být (v ideálním případě) využívány nezávisle na sobě (tj. 2x)



segmentace sítí

obecný postup:

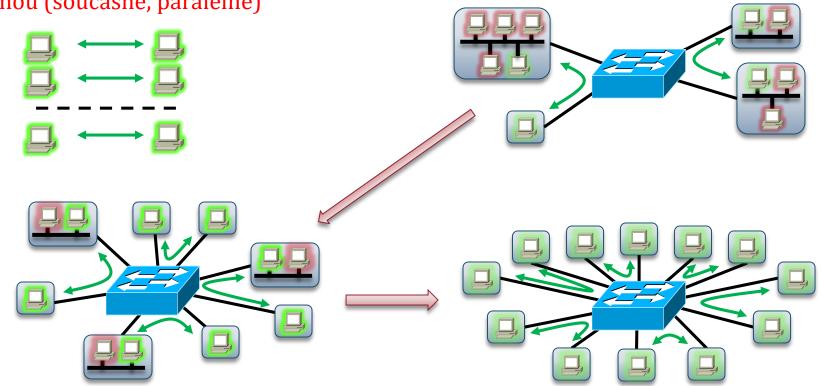
- chceme-li dosáhnout co nejvyšší propustnosti / co nejefektivněji využít dostupnou kapacitu
- (menší počet) větších segmentů rozdělíme na (větší počet) co nejmenších segmentů
 - a propojíme je dostatečně výkonnými přepínači



přínos segmentace

- se zmenšováním segmentů roste šance na vícenásobné (současné) využití dostupné přenosové kapacity
 - uzel, který využívá (celou) dostupnou přenosovou kapacitu
 - např. u 10 Mbit/s Ethernetu přenáší data (nominální) rychlosti 10 Mbit/s
 - uzel, který nemůže využít dostupnou přenosovou kapacitu
- jak/čím vzniká přínos?

 přenosů (plnou rychlostí/s využitím celé přenosové kapacity) může probíhat více najednou (současně, paralelně)



vyhrazená přenosová kapacita

- o vyhrazené přenosové kapacitě lze hovořit v situaci, kdy došlo k tzv. mikrosegmentaci
 - rozdělení (segmentaci) na segmenty, které obsahují jen 1 uzel
 - tj. žádný segment již není sdílený
 - sdílený v tom smyslu, že by obsahovat 2 či více uzlů, které by sdílely kapacitu segmentu



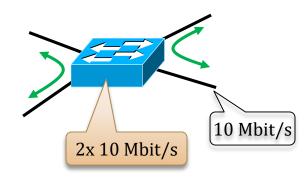






- každý uzel má celou přenosovou kapacitu "svého" segmentu výhradně pro sebe
 - je pro něj vyhrazena a nemůže být sdílena s jinými uzly
- podmínkou (využití vyhrazené kapacity)
 - je dostatečná "rychlost" přepínače
 - musí stíhat přenášet (přepínat, přepojovat) všechny souběžné přenosy
 - aniž by se navzájem jakkoli ovlivňovaly (brzdily, či jinak zpomalovaly)
 - jeho "vnitřní" (přepojovací) kapacita musí být adekvátním násobkem kapacity, odpovídající rychlosti přenosu v rámci jednotlivých segmentů



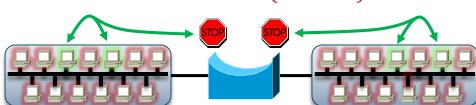


jinak se přepínač stává úzkým hrdlem a brání plnému využití vyhrazené kapacity

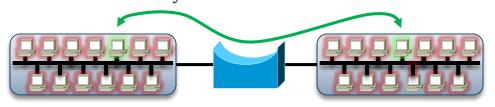
rozdíl mezi mosty a přepínači

ideálně

- most (bridge) má oddělovat
 - nemá za úkol podporovat/vytvářet vyhrazenou přenosovou kapacitu
 - má (velmi často) jen 2 porty
 - a dokáže propojit jen 2 segmenty
 - má za úkol bránit tomu, aby se provoz z jednoho segmentu zbytečně šířil do dalšího (dalších) segmentů
 - musí hlavně filtrovat (blokovat)



- na rychlosti cíleného předávání (forwarding-u) u něj tolik nezáleží
 - "skrz něj" prochází (obvykle) jen
 1 datový tok



- přepínač (switch) má propojovat
 - má za úkol podporovat/vytvářet vyhrazenou přenosovou kapacitu
 - má (obvykle) větší počet porty
 - a dokáže propojit více segmentů
 - s menšími počty uzlů (např. jen s 1 uzlem)
 - filtrování u něj vůbec nemusí nastat !!
 - jen cílené předávání (forwarding)



- na rychlosti cíleného předávání (forwarding-u) u něj velmi záleží
 - proto je přepínač optimalizován na rychlost
 - maximum funkcí je v něm "zadrátováno"
 - realizováno v HW



parametry přepínačů

- wire speed, wire rate (jako substantivum/podstatné jméno)
 - je (nominální) rychlost, s jakou se přenáší data "po drátě" (přenosové cestě)
 - fakticky jde o přenosovou rychlost
 - měří se v bitech za sekundu (a násobcích)

forwarding speed

- je rychlost, s jakou dochází k "cílenému předávání" (forwardování) celých bloků
 - rámců, resp. paketů
 - měří se v paketech za sekundu (pps, packets per second)
 - pro (nejmenší možné) ethernetové rámce (64 B) při 100 Mbit/s je nutných cca 149 Kpps
 - pro (max. velké) ethernetové rámce (1518 B) při 100 Mbit/s je nutných cca 8 Kpps
- přívlastek: neblokující (mon-blocking), též: fungující "at wire speed"
 - označuje takové propojení/zpracování, které nezpomaluje (nezahazuje, neblokuje)
 - ani přenosy, probíhající rychlostí "wire speed"
- neblokující přepínač (non-blocking switch)
 - je takový přepínač, který zvládá teoretickou maximální zátěž, kterou mohou generovat jeho porty (všechny současně)
 - který nemusí zahazovat, zpomalovat či jinak blokovat rámce, přenášené rychlostí "wire speed"
 - podmínkou je dostatečná rychlost cíleného předávání (forwarding speed, v pps)
 - a podle konstrukce přepínače i dostatečná rychlost "uvnitř" (backplane,), v bitech/s