



Katedra softwarového inženýrství,
Matematicko-fyzikální fakulta,
Univerzita Karlova, Praha



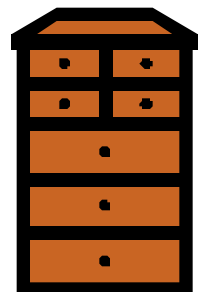
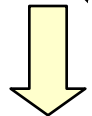
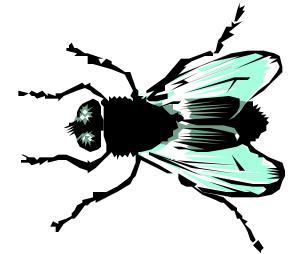
Lekce 2: Taxonomie počítačových sítí

Jiří Peterka, 2005

Co je „taxonomie“?



- **taxonomie** = klasifikace, „škatulkování“, rozdělování podle nejrůznějších kritérií
- kritéria nemusí být exaktně definována,
 - ani výsledné kategorie („škatulky“) nemusí být přesně vymezeny, hranice mezi nimi nemusí být ostré
 - s časem, s vývojem technologií, potřeb uživatelů atd. se mění
 - konkrétní klasifikace může mít i subjektivní složku
- kritéria nemusí být vzájemně disjunktní!
 - výsledné „škatulky“, představující dělení podle různých kritérií, se mohou vzájemně prolínat
 - jedna a tatáž síť může patřit do různých „škatulek“ současně (při uvážení různých kritérií)



Příklady kritérií

splývají, díky konvergenci

- "původ" sítě
 - počítačové sítě, telekomunikační sítě, konvergované sítě
- smysl, určení
 - přístupové sítě, páteřní sítě, sítě "střední míle", přenosové sítě, sdělovací sítě
- velikost (dosah) sítě
 - sítě LAN, WAN, MAN, PAN
- role uzlů
 - sítě serverového typu, sítě peer-to-peer
- architektura sítě
 - IP sítě, sítě ISO/OSI, sítě X.25,
- vlastnické vztahy k síti
 - privátní sítě, veřejné sítě, virtuální privátní sítě (VPN)
- použité přenosové techniky
 - sítě s přepojováním okruhů
 - sítě s přepojováním paketů
- způsob použití
 - intranet, extranet
- použité přenosové médium
 - drátové sítě, optické sítě, bezdrátové sítě
- topologie
 - sítě se systematickou topologií
 - strom, kruh, sběrnice, ...
 - sítě s nesystematickou topologií, ad-hoc sítě
- mobilita
 - mobilní sítě (NMT, GSM, UMTS), fixní sítě (FWA)
- hospodaření s kmitočty
 - trunkové sítě, celulární sítě, ..

Rozlehlé vs. lokální sítě

- **LAN** (Local Area Network), rozlehlá síť
- **WAN** (Wide Area Network), lokální síť

příklad klasifikace podle
prof. Tanenbauma

- intuitivně: kritériem je dosah
 - lokální síť: na krátkou vzdálenost
 - rozlehlá síť: na velkou vzdálenost
- existují další výrazné odlišnosti
 - velikost přenosového zpoždění
 - vlastnictví přenosových cest
 - účel, kvůli kterému sítě vznikly
 - aplikace, které se v síti používají

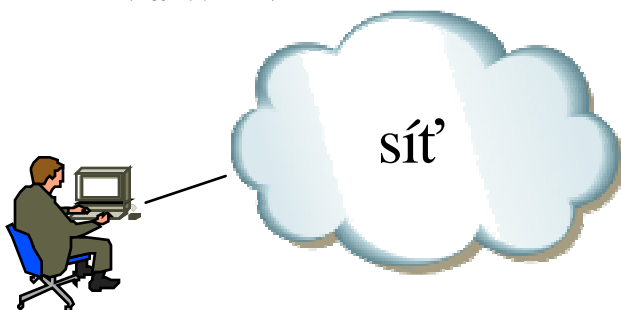
vzdálenost	celek	příklad
1 m	čtvereční metr	PAN
10 m	místnost	LAN
100 m	budova	LAN
1 km	campus	LAN
10 km	město	MAN
100 km	stát	WAN
1000 km	kontinent	WAN
10 000 km	planeta	Internet

- problém:
 - "vzdálenosti" nejsou definované (kde končí LAN a začíná WAN?)
 - (fyzické) vzdálenosti přestávají hrát roli



Rozdíly mezi LAN a WAN

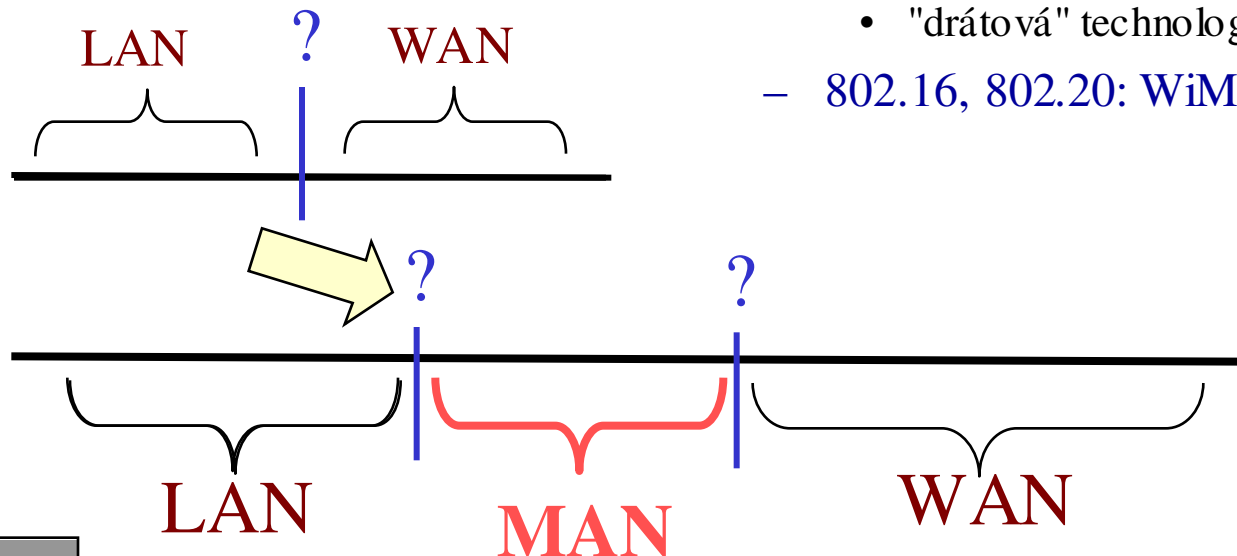
- hranice mezi LAN a WAN není ostrá
- **rozdíly se stále stírají**
 - sítě LAN se zvětšují
 - sítě WAN se zrychlují
- trend:
 - rozdíl mezi oběma druhy sítí se bude neustále zmenšovat
- cílový stav: uživatelé bude jedno, zda pracuje v síti LAN či WAN
 - všude bude mít stejné možnosti
 - všude bude používat stejný styl práce
 - nebude si muset uvědomovat rozdíl mezi LAN a WAN



	LAN	WAN
Proč se vznikly, proč se zřizují	Pro potřeby sdílení	Pro komunikaci a vzdálený přístup
Přenosová rychlost	Vyšší (Mbps až Gbps)	Nižší (kbps až Mbps)
Topologie	Systematická	Nesystematická
Vlastnictví přenosové infrastruktury	Vlastní provozovatel	Provozovatel si pronajímá
Charakter uzlů	Pracovní stanice	Servery
Dostupnost uzlů	Jen někdy (podle potřeb uživatelů)	Trvale
Přenosové zpoždění	Malé	Velké
Spolehlivost přenosových cest	Vyšší	Nižší

Sítě MAN (Metropolitan Area Networks)

- jsou pokusem „zabydlet“
předěl mezi sítěmi LAN a
WAN
- není úplný konsensus o tom,
co jsou sítě MAN zač
- varianty definic:
 - jsou to sítě v rozsahu města, sloužící
potřebám města
 - např. PASNET, kabelové sítě
 - jsou to sítě používající určitou konkrétní
technologie
- příklady technologií pro MAN:
 - 802.6: DQDB (Distributed Queue Dual Bus)
 - "drátová" technologie
 - 802.16, 802.20: WiMAX

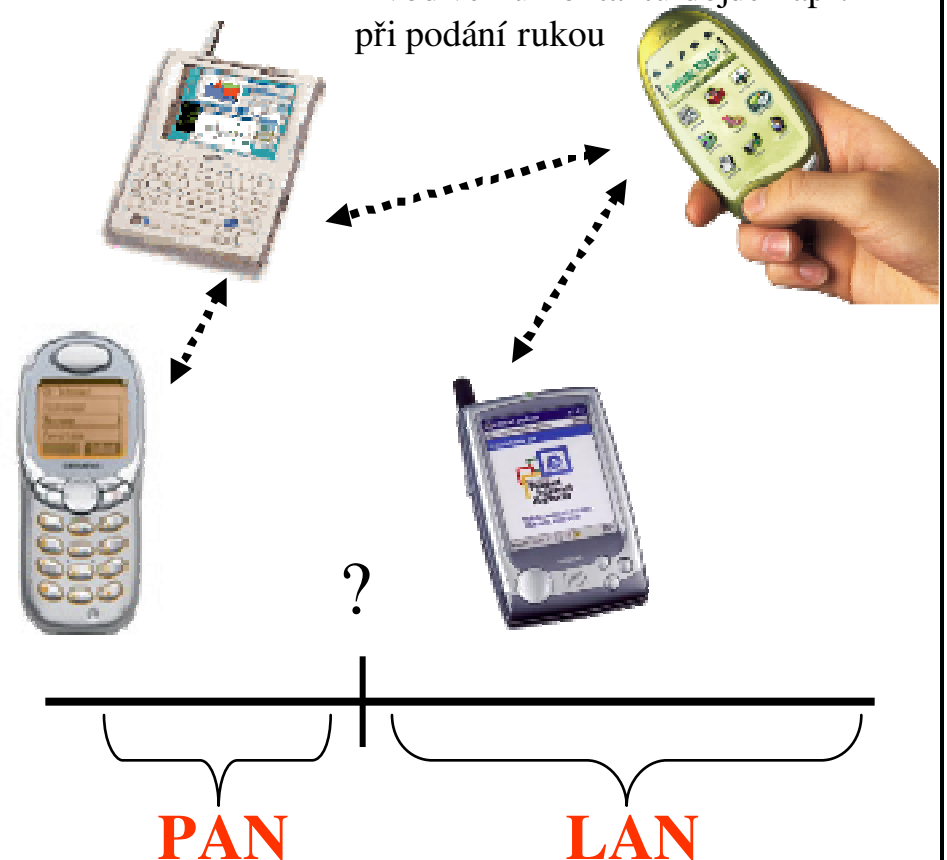


Sítě PAN (Personal Area Networks)

- sítě, které vznikají propojením
 - na krátkou vzdálenost (max. metry)
 - slouží potřebám jednoho uživatele
 - proto "personální"
- příklady:
 - propojení "stacionárních" zařízení
 - typu počítačů, klávesnic, myší, tiskáren
 - propojení "mobilních" zařízení
 - např. mobilních telefonů, bezdrátových telefonů, PDA, tabletů, hands-free sad, ...
- někdy se hovoří také o:
 - piconets, scatternets
 - propojení 2/více zařízení přes Bluetooth, IrDA apod.
 - body networks
 - propojení přes lidské tělo

– použitelné technologie:

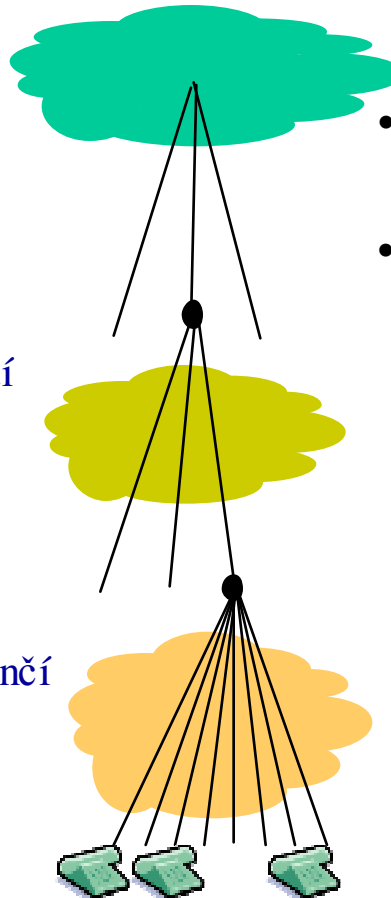
- USB,
- Wi-Fi, DECT, Bluetooth, IrDA, ...
- vodivost lidského těla
 - k vodivému kontaktu dojde např. při podání rukou



Vnitřní struktura sítí WAN

rozlehlé sítě lze vnitřně strukturovat, na:

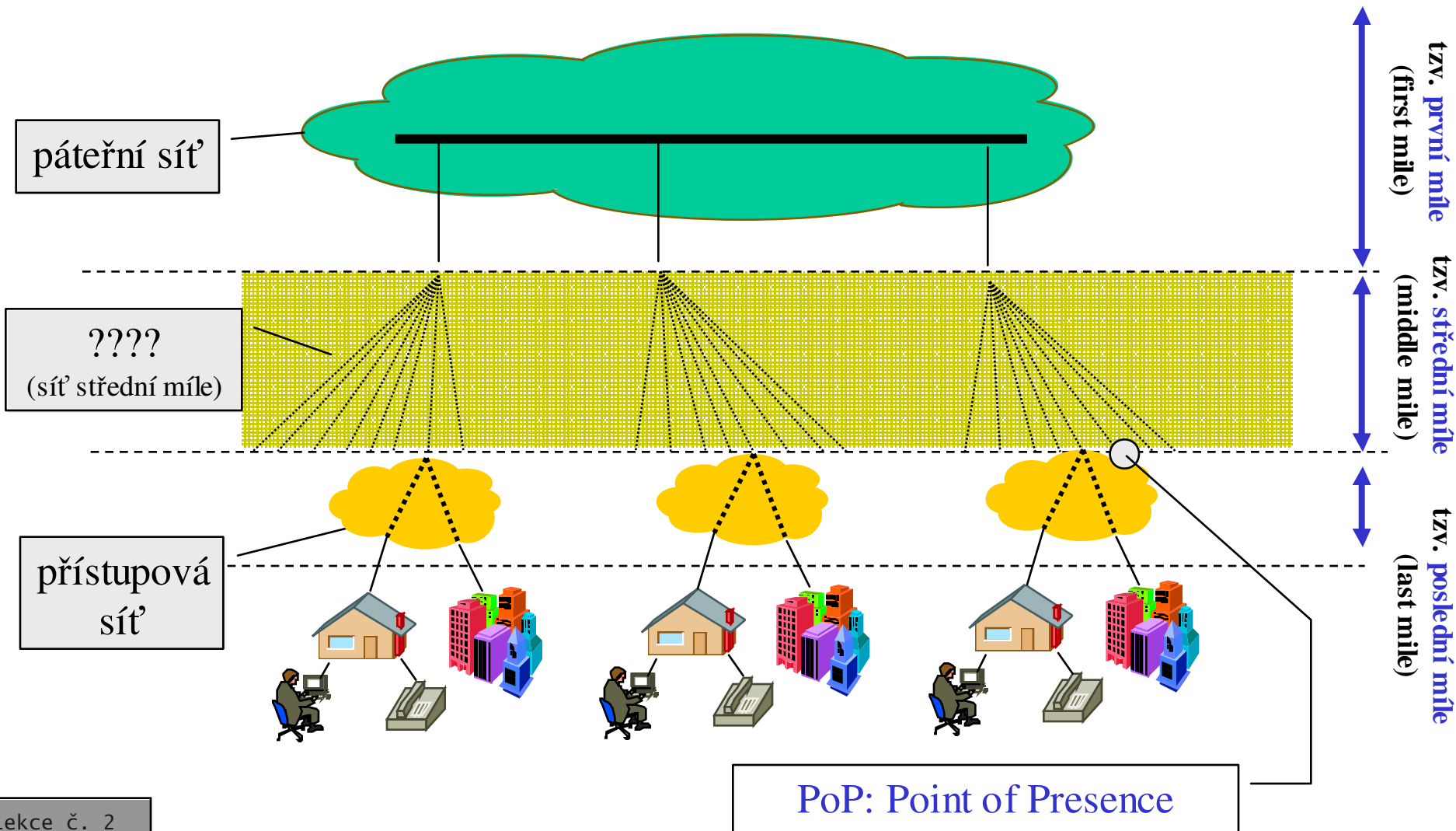
- **páteřní sítě**
 - propojují několik málo míst
 - patřících poskytovateli služby
 - typicky velmi rychlé a spolehlivé
 - překonávají tzv. první míli
- **"sítě střední míle"**
 - tvoří přechod mezi přístupovou sítí a páteřní sítí
 - mohou, ale také nemusí existovat
 - překonávají tzv. střední míli
- **přístupové sítě**
 - propojují body PoP (místa, kde končí vlastní síť poskytovatele) a místa, kde se nachází zákazník (CP, Customer Premises)
 - překonávají tzv. poslední míli



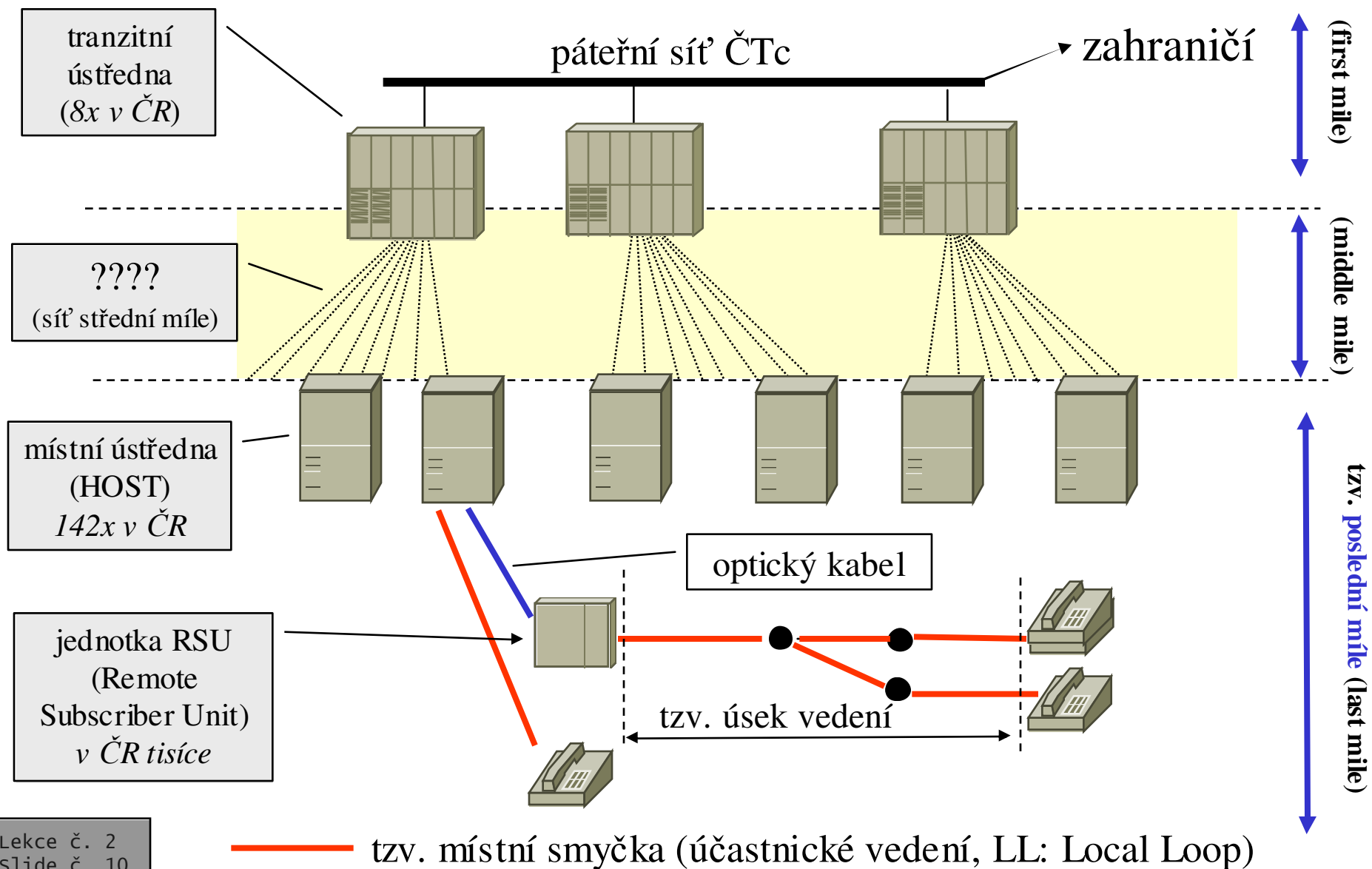
- nejsnáze se budují páteřní sítě
 - k dispozici je dnes přebytek kapacity
- největší problémy jsou s přístupovými sítěmi
- představa přístupové sítě:
 - je systematická
 - vytváří systematické ("plošné") pokrytí
 - příklad:
 - rozvody kabelové TV prochází všechny byty
 - místní smyčky (od telefonní ústředny) vedou do všech bytů a kanceláří
 - ne všechny "konce" přístupové sítě musí být vždy využity (osazeny, zapojeny) !!!

Struktura dnešních rozlehlých sítí

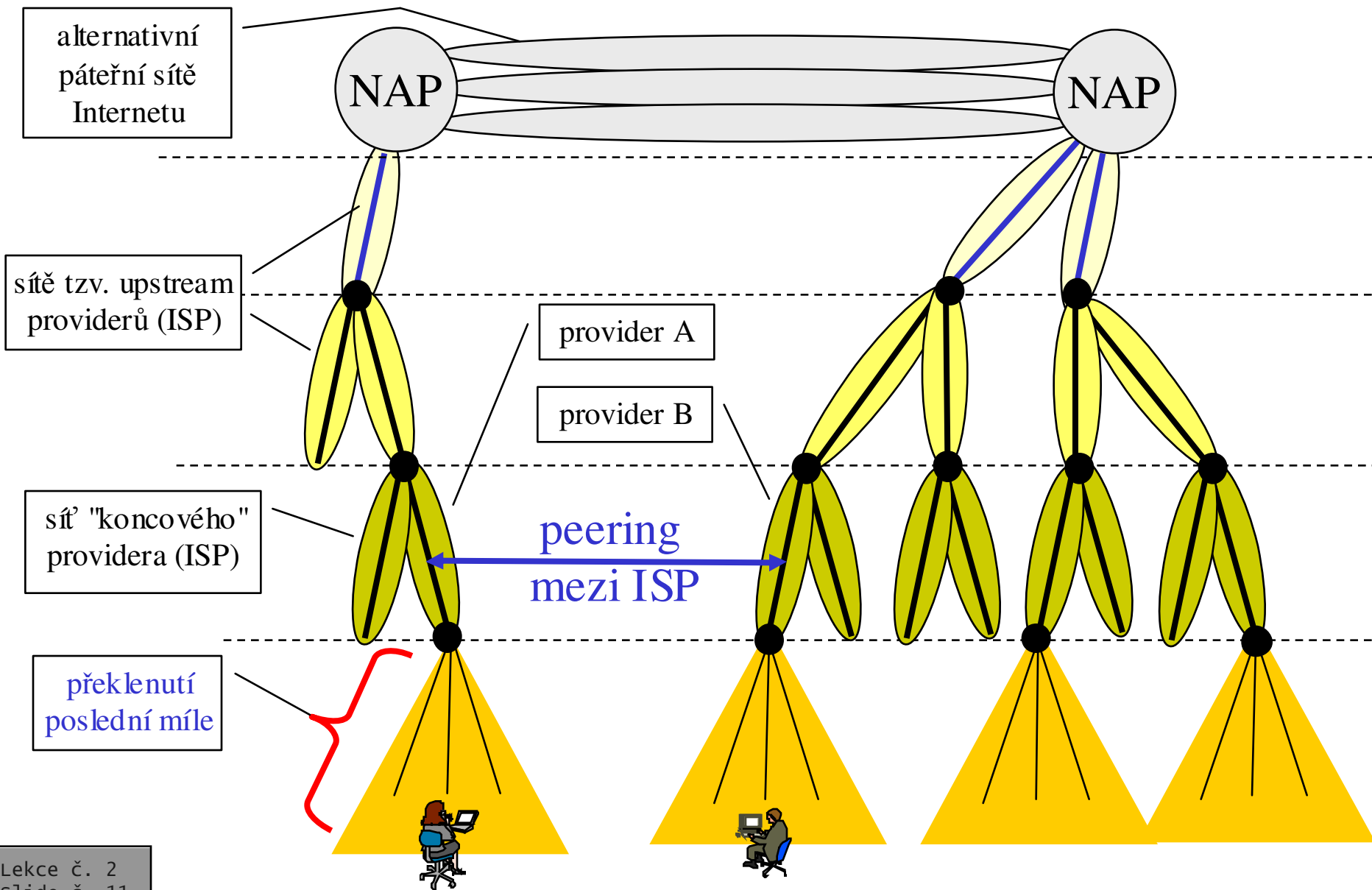
- dnešní rozlehlé sítě mají typicky 3-vrstvou strukturu:



Příklad: veřejná telefonní síť (Českého Telecomu)



Příklad: struktura Internetu



přístupové sítě vs. přímé připojení

- přístupové sítě

- musí být velmi "husté"
 - musí vést do velkého počtu míst
- jsou "systematické", musí vést ke všem potenciálním zákazníkům
 - nestačí je vést pouze k zákazníkům aktuálním
 - musí se budovat (rozvádět) i tam, kde si zákazník může, ale nemusí objednat nějaké služby
 - typicky: přístupové sítě se budují dopředu, a teprve následně se jejich služby nabízí zákazníkům
- musí se překonávat veřejné prostory
 - rozkopávat chodníky, ulice, silnice, ...
 - je to drahé a komplikované
- snaha: využít to, co již existuje
 - existující místní smyčky, kabelové rozvody, napájecí sítě, "éter", ...

1:n

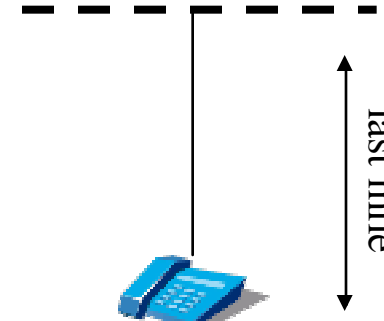
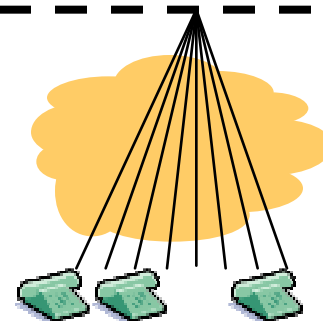
- přímé připojení:

- individuální propojení
 - připojení jednoho koncového uživatele k bodu POP
- zřizuje se typicky až v okamžiku zájmu zákazníka

1:1

zřizuje se spíše pro "menší" zákazníky, s menší přenosovou kapacitou

zřizuje se spíše pro "větší" zákazníky, s větší kapacitou



Problém (překlenutí) poslední míle

aneb: *jak překlenout vzdálenost od místa, kde "končí" poskytovatel, k místu kde "začíná" jeho zákazník?*

- jde většinou o vzdálenosti v řádu jednotek kilometrů

principiální možnosti:

- využít to, co již existuje:
 - místní smyčky (budované pro potřeby telefonní sítě)
 - rozvody kabelové TV
 - napájecí (silové) rozvody
- budovat nové přístupové sítě
 - je to velmi komplikované a nákladné
 - je to často zbytečné – když již existující přístupové sítě nejsou dostatečně využity
 - například místní smyčky

- přenosový potenciál místních smyček je nedostatečně využitý
 - lze na ně nasadit technologie xDSL, případně Ethernet, ...
- problém: jak se k místním smyčkám dostat?
 - když patří tzv. inkumbentovi (dříve monopolnímu operátorovi)
 - ten je dobrovolně nepřenechá svým konkurentům
- řešení: zpřístupnění místní smyčky
 - LLU (Local Loop Unbundling)
 - inkumbentovi se nařídí (zákonem), aby místní smyčky pronajal
 - celé nebo jen jejich nadhovorové pásmo
 - na ekonomické bázi
 - místní smyčku si pronajme alternativní operátor, a může na ni nasadit svou xDSL technologii



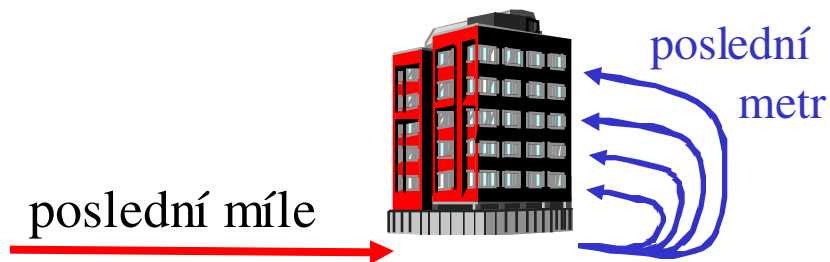
Možnosti (překlenutí) poslední míle

- osazení místních smyček xDSL technologiemi
 - ADSL, SHDSL,
- využití kabelových sítí (CATV)
 - starší musí být upraveny pro obousměrný provoz, nové se již budují jako obousměrné
 - DOCSIS, euroDOCSIS
- budování nových "drátových" přístupových sítí
 - ideální, ale nejdražší, budují nejčastěji kabeloví operátoři
 - nejlépe na bázi optiky
 - čistě optické sítě:
 - FTTH, Fibre to the Home
 - FTTC, Fibre to the Curb
 - v kombinaci s metalickým vedením
 - HFC, Hybrid Fiber-Coax
 - čistě metalické
 - nejčastěji koaxiální kabely
- budování bezdrátových přístupových sítí
 - bez možnosti mobility:
 - síť FWA (Fixed Wireless Access), vytváří systematické pokrytí
 - WLL (Wireless Local Loop), jde spíše o "individuální" přímé
 - s možností mobility:
 - mobilita je možná, ale nepředpokládá se že bude příliš častá
 - Wi-Fi (dnes, ne zcela vhodné)
 - WiMAX (zítra, vhodnější)
 -
 - s předpokladem mobility
 - mobilita je možná, snadná a plně podporovaná
 - GSM, HSCSD
 - GPRS/EDGE
 - CDMA
 - UMTS (3G)

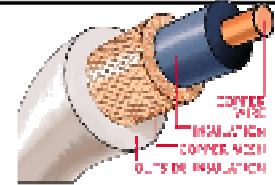


Problém posledního metru

- problém poslední míle se týká toho, jak "dovést" přípojku od poskytovatele do lokality, kde se nachází uživatel(é)
 - např. vstupu do domu či jiného objektu
- otázka zní:
 - jak optimálně "rozvést" přípojku ke všem uživatelům v dané lokalitě
 - problém "posledního metru"



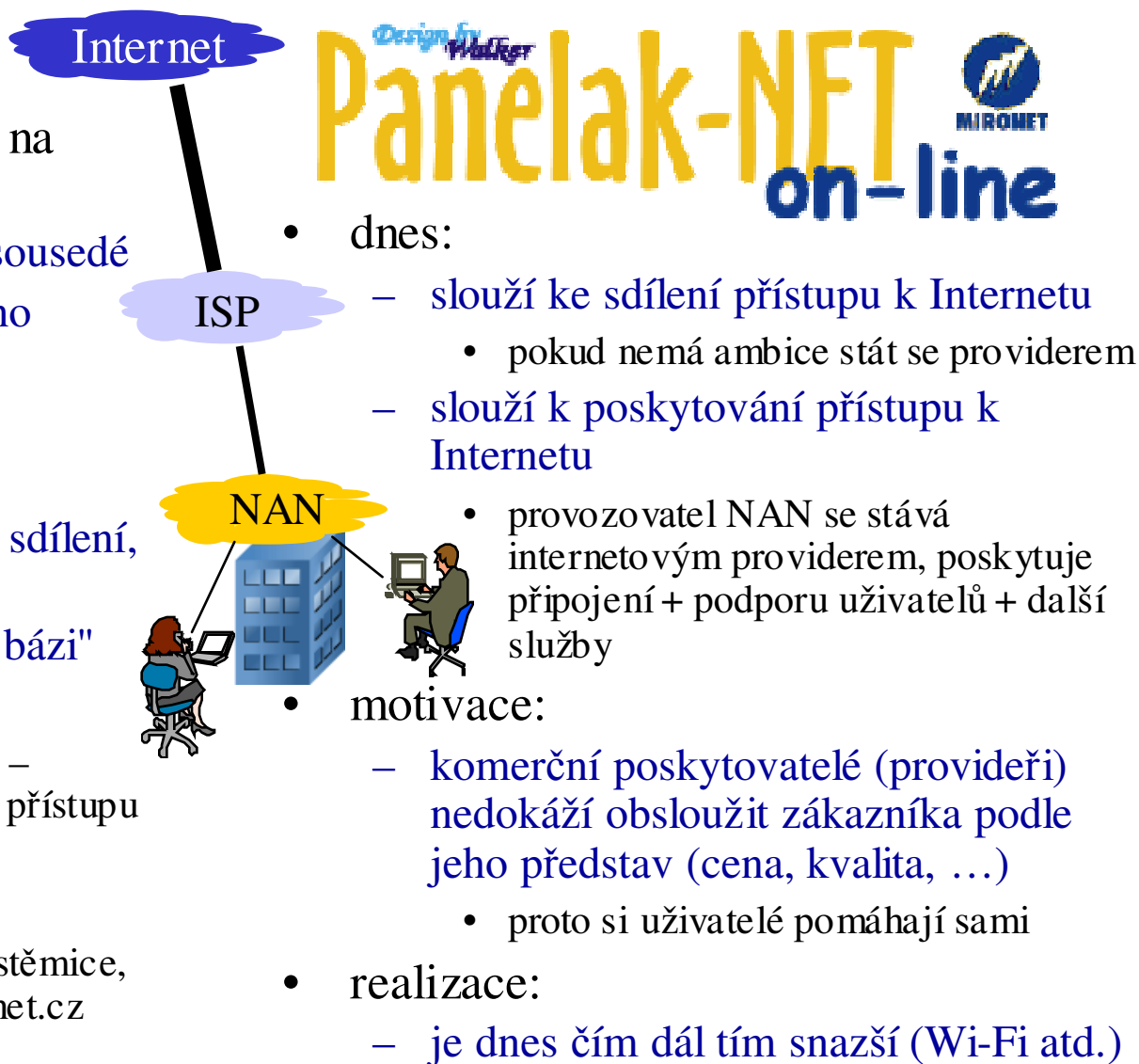
- řeší se nejčastěji:
 - "drátově"
 - koaxiální rozvody, twist (Ethernet)
 - využitím napájecích rozvodů (PowerLine Networks)
 -
 - "bezdrátově"
 - Wi-Fi, WiMAX
- možná strategie:
 - poslední míli řeší poskytovatel, poslední metr si řeší zákazníci sami a ve vlastní režii
 - agreguje to poptávku
 - více uživatelů sdílí jedno společné připojení
 - poskytovateli se lépe obsluhuje celá skupina než několik individuálních skupin
 - problém, např. u ADSL:
 - přípojka musí být vhodně dimenzována (např. z pohledu agregace)



Sousedské sítě (NAN – Neighbourhood Area Network)

NAN, sousedská síť:

- síť propojující uživatele na "regionálním" principu
 - bydlí vedle sebe, jsou sousedé
 - řeší problém "posledního metru"
- dříve:
 - buduje se pro potřeby vzájemné komunikace, sdílení, hraní ...
 - vzniká na "nadšenecké bázi"
 - např. síť Cybernet
 - založena 1993, Praha – Čimice, původně bez přístupu k Internetu
 - např. síť Panelak-Net
 - Ústí nad Labem - Nestěmice, <http://www.panelak-net.cz>



- dnes:
 - slouží ke sdílení přístupu k Internetu
 - pokud nemá ambice stát se providerem
 - slouží k poskytování přístupu k Internetu
 - provozovatel NAN se stává internetovým providerem, poskytuje připojení + podporu uživatelů + další služby
- motivace:
 - komerční poskytovatelé (providéři) nedokáží obsloužit zákazníka podle jeho představ (cena, kvalita, ...)
 - proto si uživatelé pomáhají sami
- realizace:
 - je dnes čím dál tím snazší (Wi-Fi atd.)

Komunitní sítě (CAN, Community Area Network)

• komunitní síť, CAN

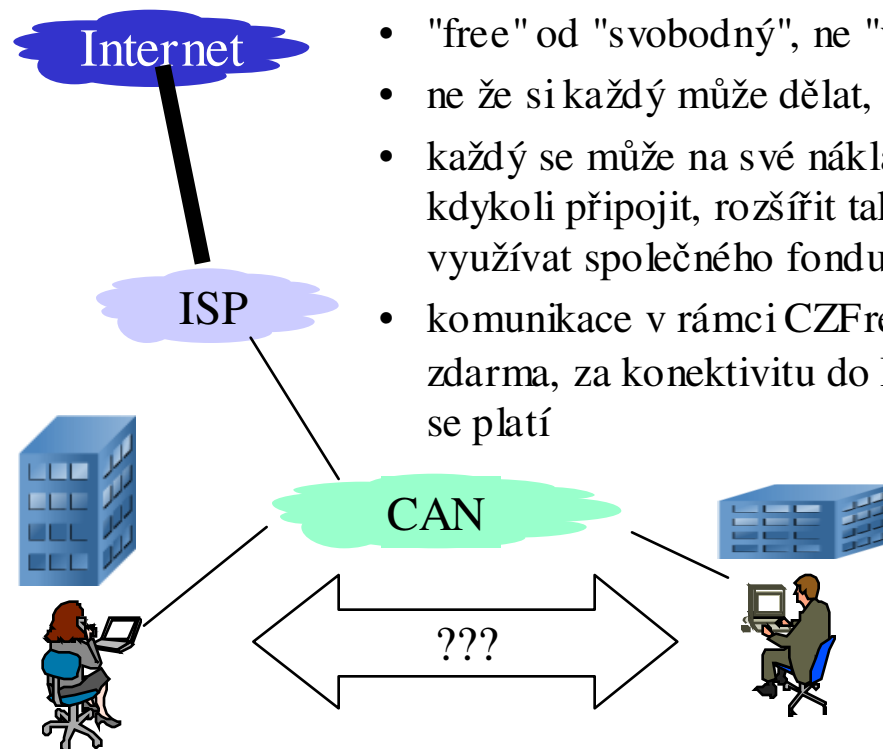
- propojuje uživatele příslušející k určité komunitě, která může být vymezena
 - geograficky
 - lidé bydlí v určité lokalitě
 - profesně
 - zájmově
 - jinak
 - neschopností providerů poskytovat požadované služby
- oproti sousedské síti bývá komunitní síť obvykle větší
 - ale hranice není ostrá
 - definice nejsou ještě moc ustáleny

• příklad

- komunitní síť, založená na filozofii přispěj a použij
- někdy se řadí také mezi tzv. Free Networks (Freenetworks)

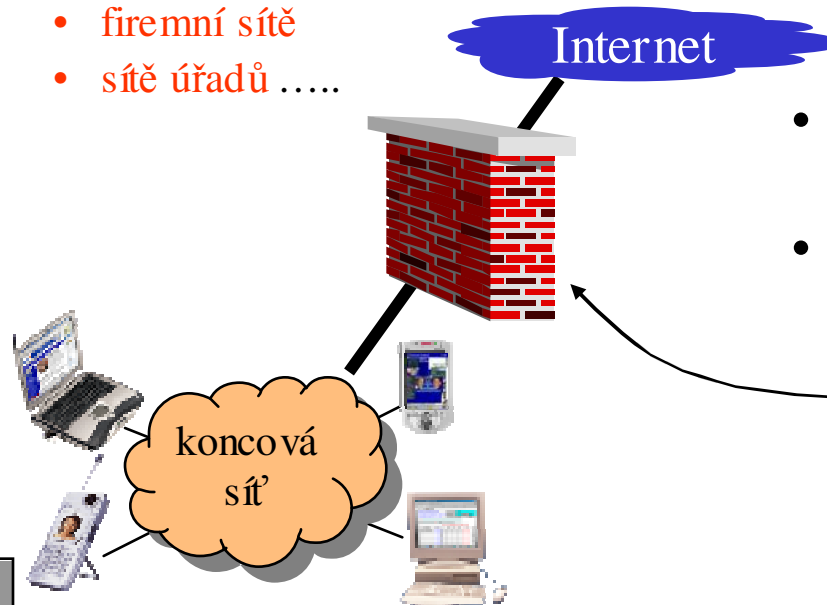
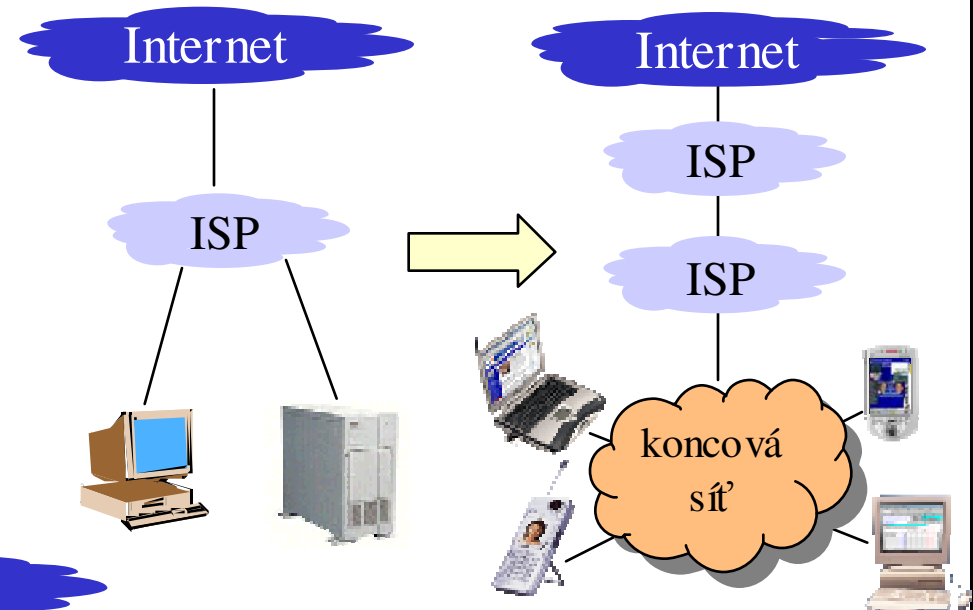


- "free" od "svobodný", ne "volný"
- ne že si každý může dělat, co chce
- každý se může na své náklady kdykoli připojit, rozšířit tak síť a využívat společného fondu služeb.
- komunikace v rámci CZFree.Net je zdarma, za konektivitu do Internetu se platí



"Koncové" sítě

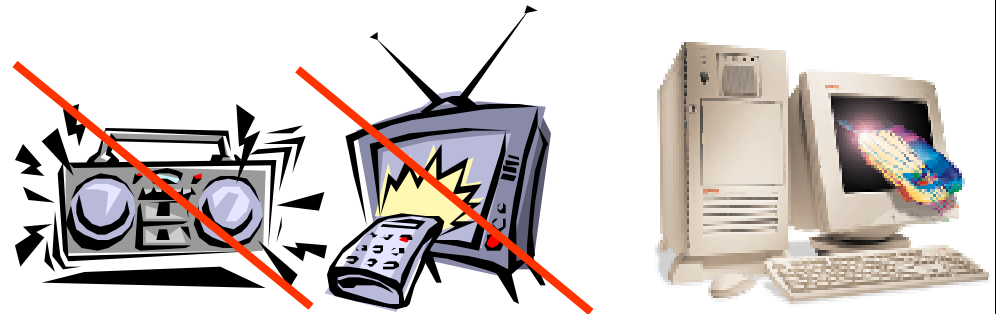
- dříve: k přípojkám (k Internetu) se připojovaly jednotlivé (koncové) uzly
 - jednotlivé počítače – servery, pracovní stanice
- dnes: stále více se připojují celé sítě
 - "koncové sítě", např.
 - domácí sítě,
 - školní sítě
 - firemní sítě
 - sítě úřadů



- "koncové sítě" mají (spíše) charakter sítí LAN
- "koncové sítě" se stále více chrání před veřejným Internetem pomocí **firewallů**
 - kvůli bezpečnosti
 - kvůli nedostatku veřejných IP adres
 -

Domácí sítě

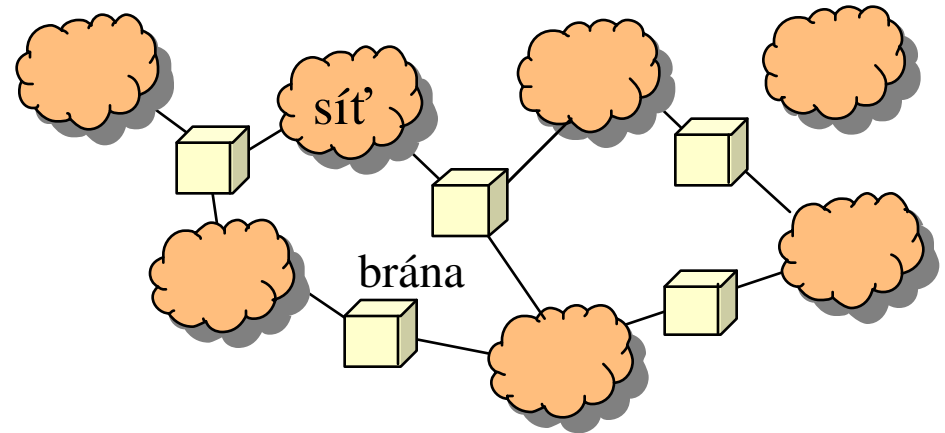
- původně, dnes:
 - slouží hlavně ke sdílení domácího připojení k Internetu
 - slouží ke sdílení periferií
 - tiskáren, modemů, ...
 - slouží ke sdílení dat
 - "společná data", zálohování, sdílení aplikací (síťové instalace)
- dnes, do budoucna:
 - společná ochrana před "nebezpečím z vnějšku"
 - neoprávněný přístup (hacking, port scanning, ...)
 - antivirová ochrana
 - antispamová ochrana
 - k hraní a zábavě
 - díky propojení počítačů
- do budoucna:
 - komunikace "doma" i s okolím
 - groupwarové funkce
 - společné plánování, sdílení dokumentů, .
- do budoucna:
 - počítače a domácí sítě mohou nahradit "domácí zábavní elektroniku"
 - Hi-Fi věže
 - samostatné TV a R přijímače



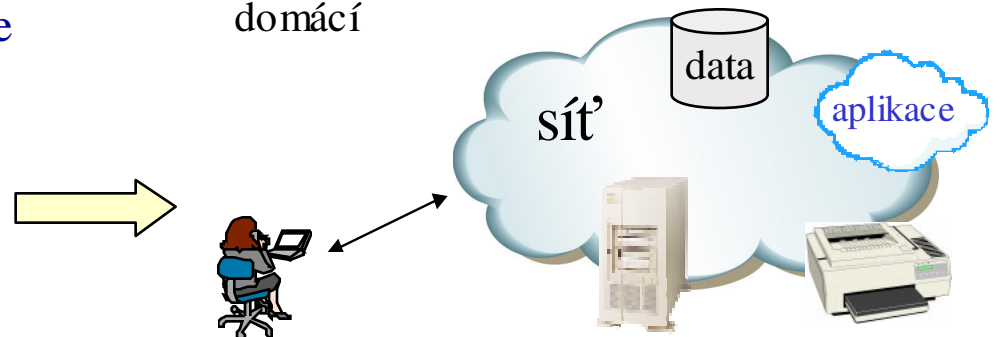
podle průzkumu ČSÚ z 1Q2005 má síť LAN jen 1,8% všech domácností (5,9% domácností s PC)

Princip Internetu – katenetový model

- katenetový model:
 - existuje mnoho jinak samostatných sítí, které se rozhodly vzájemně propojit
 - pomocí tzv. "bran" (gateways), fakticky pomocí směrovačů
 - tvoří řetězec (zřetězený systém), odsud: katenet
 - uživatel kterékoli sítě by (obecně) měl mít přístup ke všem zdrojům v ostatních sítích
 - dnes fakticky: jen těch, které jsou aktivně zpřístupněny
 - skutečná topologie je pro uživatele neviditelná
 - uživatel nemusí vědět nic o tom, kudy prochází (jak jsou směrovány) jeho datové pakety



- původně:
 - propojovány byly spíše "větší" sítě (WAN, MAN)
- dnes:
 - připojují se i menší sítě – LAN, "koncové", domácí



jiné dělení: intranet vs. extranet

- **intranet** = síť sloužící potřebám fungování vlastní organizace (podniku, firmy, instituce, ...)
 - nikoli prezentaci „navenek“
 - nikoli zpřístupnění vlastních informací jiným subjektům
 - nikoli obchodování a dalším „externím“ aktivitám
- technicky:
 - využití Internetových technologií (TCP/IP) „uvnitř“ podnikových sítí
 - využití Internetových služeb (hlavně WWW) pro interní informační systémy, sdílení informací, ...
- výhody pro uživatele:
 - mohou používat jednotný styl práce směrem „dovnitř“ i „navenek“
 - mohou pracovat s jednotným uživatelským rozhraním
- typické aplikace:
 - komunikace (email, bulletin board, ...)
 - groupware (diář, adresář, plánování, ...)
 - sdílení dokumentů, ...
 -

do budoucna zřejmě také: síť sloužící potřebám domácnosti/rodiny) –
rodinný intranet



pozor: intranet je o způsobu využití sítě,
podnikové/domácí sítě jsou o vlastnictví sítě

jiné dělení: intranet vs. extranet

- def.: **extranet** = takové využití sítě, které sleduje „vnější“ cíle
 - prezentaci firmy, podniku, instituce atd. směrem navenek
 - e-commerce, e-business
 - marketing a reklama
 - dojednávání a uzavírání obchodů
 - placení a dodávání
 - další aktivity zahrnující součinnost externích subjektů
 - support
 -



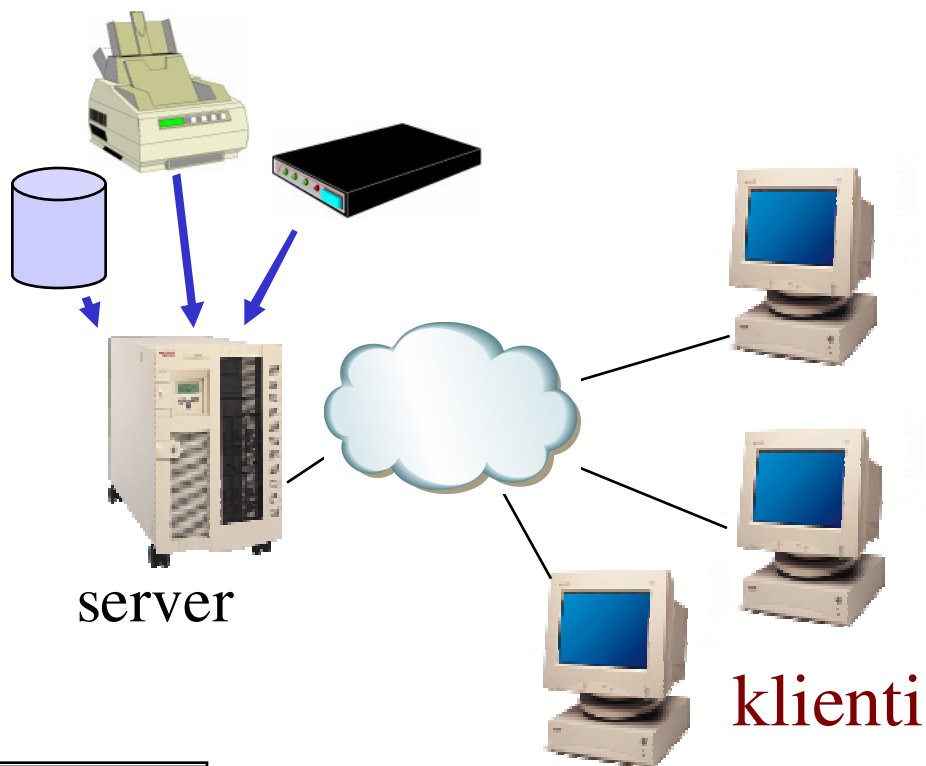
- po technické stránce je extranet (typicky) založen na technologiích Internetu
 - využívá přenosových infrastruktur Internetu
 - využívá služeb Internetu
 - hlavně WWW



Jiné dělení sítí: podle role uzlů

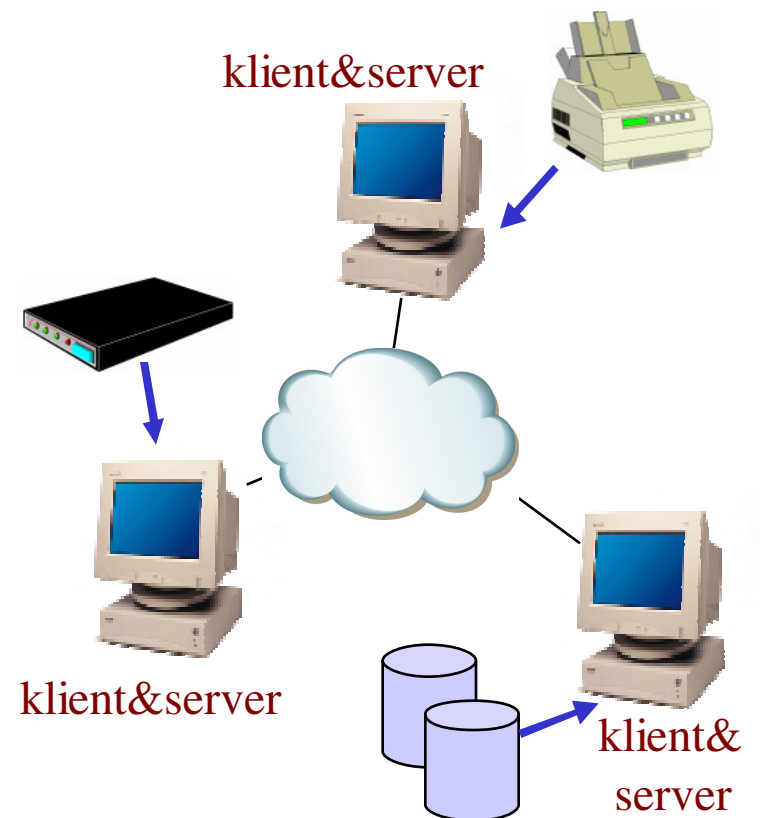
- síť **serverového typu**

- zdroje sítě (data, aplikace – soubory – periferie) jsou soustředěny na centrálním místě (server) a odsud sdíleny



- síť **peer-to-peer**

- zdroje sítě zůstávají tam kde se nachází (u svých vlastníků) a jsou sdíleny odsud



Připomenutí: model klient/server

- **server:**
 - poskytuje určitou službu
 - ale čeká až si ji někdo vyžádá, sám ji nikomu "nevnucuje"
- **klient:**
 - využívá (konzumuje) určitou službu
 - žádá po serveru poskytnutí konkrétní služby
- druhy serverů:
 - **file server** (souborový server)
 - poskytovaná služba: uchovávání celých souborů
 - organizaci souborů na disku zajišťuje server
 - ~~**disc server** (diskový server)
 - poskytovaná služba: uchovávání bloků dat v sektorech na discích
 - organizaci souborů zajišťuje klient
 - dnes se nepoužívá~~
 - **print server** (tiskový server)
 - poskytovaná služba: tisk
 - **fax server** (faxový server)
 - odesílání a příjem faxů
 - **access server** (přístupový server)
 - umožňuje vzdálený přístup k síti
 - **authentication/authorization server**
 - zajišťuje ověřování identity uživatelů
 - ověřování práv (oprávnění) uživatelů
 -
 - **mail server** (poštovní server)
 - **WWW server**
 - **FTP server**
 -
 - **application server** (aplikační s.)
 - poskytovaná služba: možnost provozování aplikací

rozdíly mezi sítěmi

týkají se hlavně **file**
serverů a **print** serverů

	serverového typu	peer-to-peer
Postavení (role) uzlů	Asymetrické (různé uzly mají různé postavení)	Symetrické (všechny uzly mají stejné postavení)
Umístění sdílených zdrojů	Centrálně (na centrálním serveru)	Distribuovaně (na jednotlivých uzlech)
Optimalizováno na	Rychlost, výkon, spolehlivost, ...	Cenu, jednoduchost, snadnost instalace a správy,
Cena odvozena od	Počtu uživatelů	Počtu uzlů
Homogenita uzlů (stejný OS, HW, ...)	Obvykle ne (např. server na Unixu, klienti na MSW)	Obvykle ano
Uzel v roli serveru je vyhrazen	Typicky ano	Typicky ne

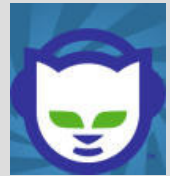
- pro spolupráci uzlů v síti není nutný stejný operační systém
 - nutné jsou stejné protokoly pro sdílení zdrojů
 - např. TCP/IP (NFS), IPX/SPX, SMB (NetBIOS),
- rozdíl mezi sítí serverového typu a sítí peer-to-peer se týká způsobu využití a role uzlů
 - ne (nutně) použitého operačního systému
- některé OS jsou vhodné i pro vyhrazené servery
 - např. Unix/Linux/..., MS Windows NT, Windows 2000 Server, Windows 2003 Server
- jiné jsou vhodné (šité na míru) jen pro síť peer-to-peer
 - Artisoft Lantastic, Personal Netware, MS WfWG, MS 95/98/ME/2000/XP

Peer-to-peer networking (P2P)

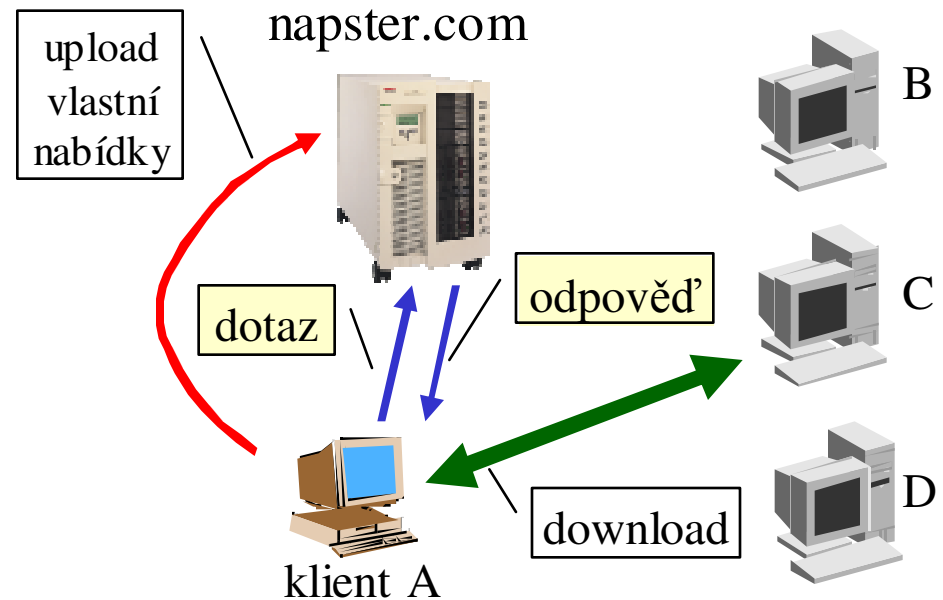
- princip lokálních sítí peer-to-peer dal vzniknout novému fenoménu:
 - "výměnným systémům" (typu Napster, Gnutella, Kazaa, ...)
 - P2P sítím (P2P networking) – obecnější pojem
- fakticky jde o využití principu peer-to-peer v prostředí rozlehlých sítí, hlavně Internetu
 - výměnné systémy:
 - používá se k tomu, aby si uživatelé navzájem vyměňovali soubory (např. hudbu v MP3)
 - princip: ten, kdo má nějaký soubor (resp. jiný zdroj), si jej nechává u sebe a nabízí ostatním uživatelům možnost "přijít si pro něj" a "stáhnout si ho"
 - hlavní odlišnosti jsou v tom, jak je vše organizováno – jak se uživatel dozví, kde se nachází to co právě hledá
 - jiné využití:
 - pro spolupráci uživatelů, charakteru groupware – např. GROOVE



Napster – princip fungování



- evidence dostupných souborů je na jednom místě – na centrálním serveru
 - napster.com
- klient A nejprve pošle svůj "export list" na centrální server
 - řekne mu, co sám nabízí
- pak klient A pošle serveru svůj dotaz
 - řekne mu, co hledá
- server pošle klientovi A odpověď, ve stylu:
 - hledaný soubor XY nabízí počítače (klienti) B, C, D,
- klient A si vybere ze seznamu klienta C
 - rozhodne se, že bude stahovat hledaný soubor od klienta C
 - rozhoduje se typicky podle dostupnosti (ping-u)
- klient A si stáhne hledaný soubor přímo od klienta C

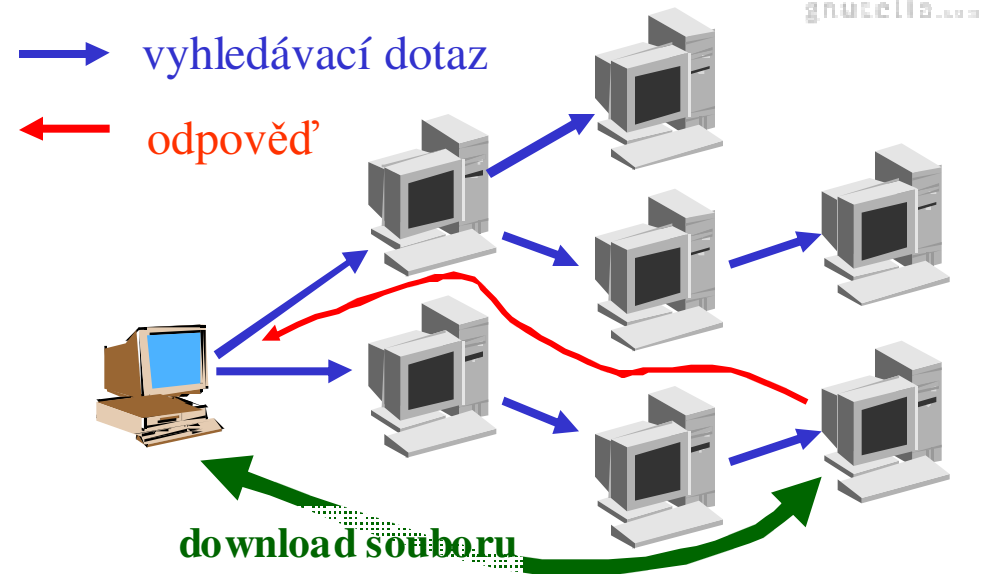


5/1999	Shaun Fanning založil Napster OnLine
12/1999	první žaloba
2000	odhad 60 mil. uživatelů
7/2001	Napster končí
10/2003	Napster znovu spuštěn, jako placená služba

Gnutella - princip fungování



- neexistuje žádný centrální server
 - čisté peer-to-peer řešení
- neexistuje centrální index všech dostupných souborů
- klient, který hledá nějaký soubor, se dotáže svého souseda
 - max. 7 svých sousedů
 - sused který nezná odpověď se sám dotáže max. 7 svých sousedů
 - jde spíše o flooding než o průchod stromem
 - maximální "hloubka" dotazování je 10
- hledající klient si vybere z odpovědí jiného klienta, který vlastní soubor
 - a stáhne si jej přímo od něj



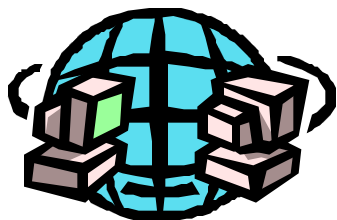
- 14/3/2000 AOL spouští Gnutellu
 - a ihned ji zastavuje
 - kód však stihl uniknout
- službu dále provozují sami uživatelé
- existuje řada vylepšených variant
 - s lepšími klienty
 - s efektivnějším vyhledáváním

Jiné kritérium dělení sítí: podle celkové koncepce

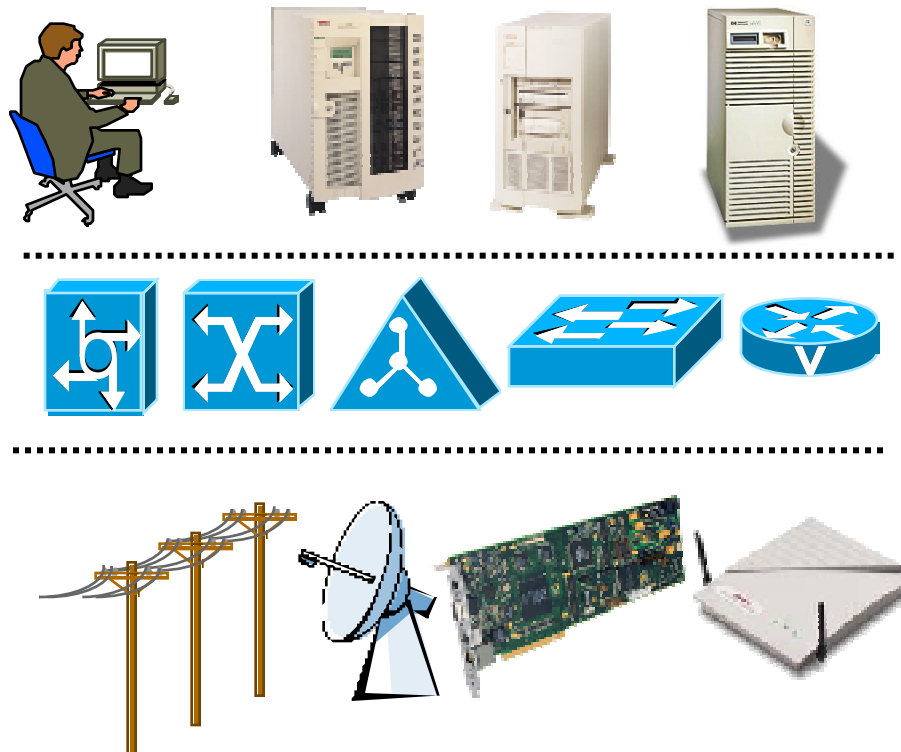
- jde hlavně o:
 - celkovou koncepci síťového modelu
 - počet vrstev
 - roli vrstev
 - protokoly jednotlivých vrstev
 - hlavně vyšších
 - přístup k otázkám spolehlivosti, charakteru služeb, garanci kvality,
- vše tvoří tzv. síťovou architekturu
- příklady:
 - síť na bázi TCP/IP
 - síť ISO/OSI
 - síť SNA
 - síť IPX/SPX (Novell)
 - síť na bázi NetBIOSu
 - proprietární řešení
 -

Jiné kritérium dělení: vlastnické vztahy k síti

- je třeba uvažovat:
 - kdo je vlastníkem sítě jako celku
 - kdo je faktickým provozovatelem sítě
 - kdo je uživatelem sítě
 - komu smí být služby sítě poskytovány
 - jaké služby jsou poskytovány
 - jak jsou služby sítě zpoplatňovány
 - jaký je adresový prostor sítě
 -
- existují sítě:
 - **privátní, veřejné, poloprivátní/poloveřejné**
 - virtuální privátní sítě (**VPN**, Virtual Private Network)
 - sítě **VAN**



komu patří? kdo provozuje?
kdo používá?

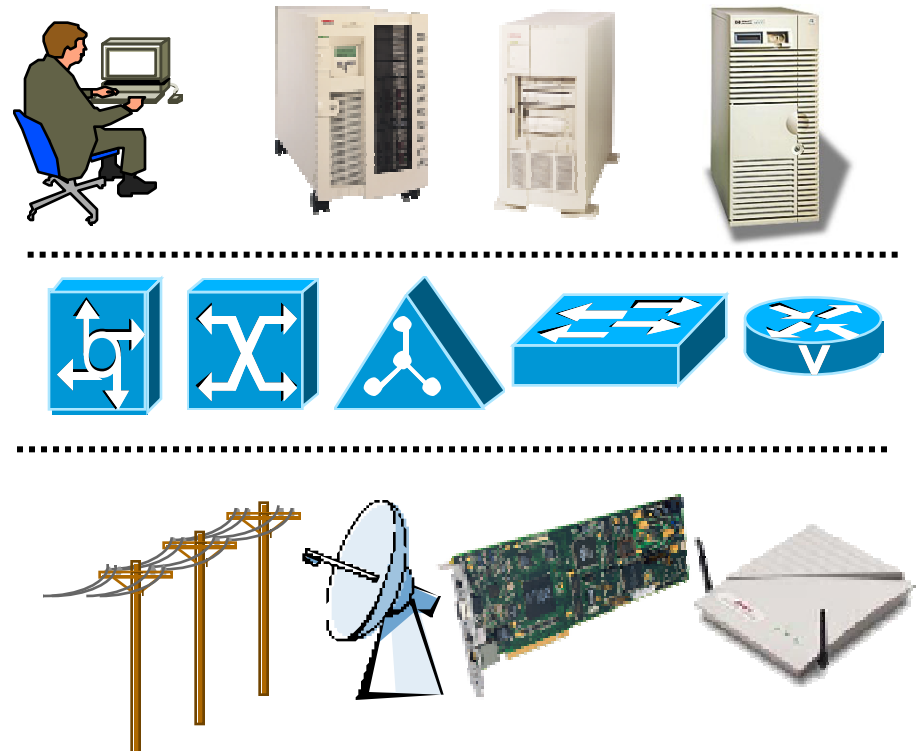


Privátní počítačová síť

- vlastníkem, provozovatelem i uživatelem je tentýž subjekt
 - i když některé části (např. přenosové trasy) mohou být pronajaty od jiných subjektů
 - i když tím, kdo síť vybudoval a uvedl do provozu, mohl být jiný subjekt

- variace:

- „nevyužitá“ část kapacity může být poskytována jinému subjektu, např. i na komerční bázi
- faktickým provozovatelem (správcem) může být i jiný subjekt, například na základě tzv. outsourcingu

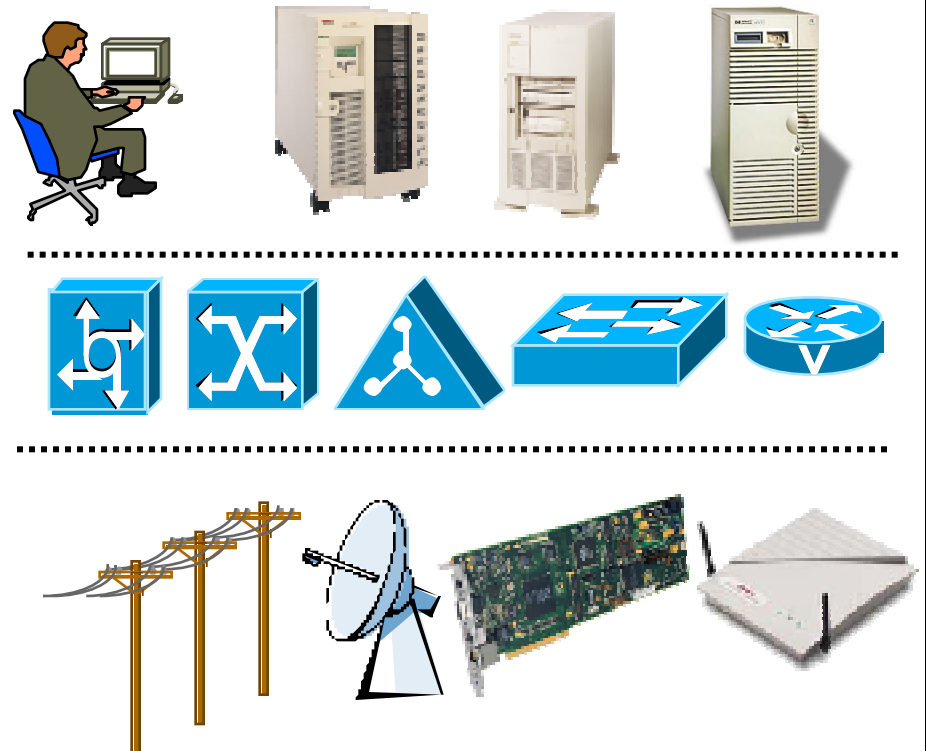


většina sítí LAN je privátních

Veřejná (datová) síť

- vlastníkem i provozovatelem sítě je určitý (stejný) subjekt
 - který sám není uživatelem své sítě
- uživatelé jsou jiné subjekty
 - služby sítě jsou poskytovány na komerčním principu
 - služby mohou být nabízeny zájemcům bez omezení (skutečně „veřejně“)
 - event. v závislosti na licenci !!!

- nabízené služby mají nejčastěji charakter přenosu dat
 - odsud: veřejné datové sítě



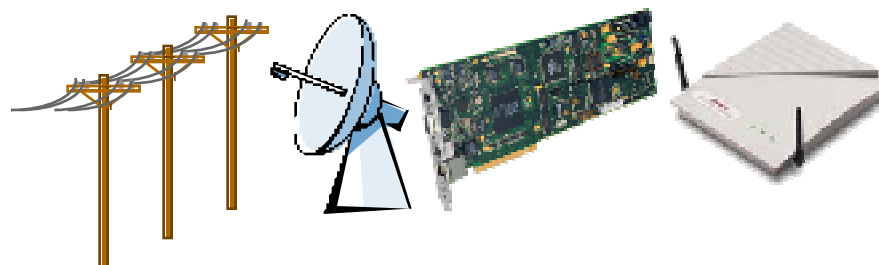
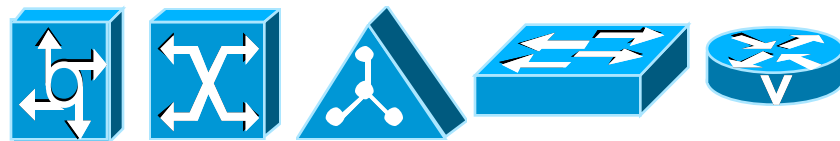
Proč existují veřejné datové sítě?

- je to reakce vlastníků přenosové infrastruktury ("drátů") na chování uživatelů
 - uživatelé si kupují "surovinu" (přenosovou kapacitu) a k ní si sami přidávají další hodnotu (přidanou hodnotu)
- idea: vlastník "drátů" si další hodnotu přidá sám a bude prodávat tuto přidanou hodnotu
 - schopnost přenosu dat



"přidaná hodnota"
(schopnost přenosu dat)

přenosová kapacita



odbočení: síť VAN (Value Added Networks)

- "další hodnotu" lze přidávat i na vyšších úrovních
 - i nad službami pro "holý" přenos dat
- lze přidávat např.
 - služby přenosu zpráv (MHS, mail)
 - informační služby
 - faxové služby
 - video on demand
 - uchovávání souborů
 -
- alternativa: služby s přidanou hodnotou poskytuje někdo, kdo si sám kupuje služby datové sítě od někoho jiného
- obecně jde o síť VAN
 - Value-Added Networks
 - a služby VAS (Value-Added Services)
- poskytovat služby s přidanou hodnotou může vlastník/provozovatel sítě/infrastruktury



v podání světa spojů neměly síť VAN úspěch!!

poloprivátní, poloveřejná síť

- přebytečná (nevyužitá) část přenosové kapacity privátní sítě může být nabízena jiných subjektům
 - vlastník sítě je i hlavním uživatelem
- služby datové sítě nejsou nabízeny komukoli, ale jen určitému (uzavřenému) okruhu zájemců
 - vlastník sítě sám není uživatelem
 - důvody mohou být dobrovolné
 - snaha omezit se jen na určitou komunitu uživatelů a poskytovat jí speciální služby

– důvody mohou být nedobrovolné

- vlastník sítě nemá licenci, která by mu umožňovala nabízet své služby komukoli

Situace v ČR:

od roku 1990 vlastnil Eurotel exkluzivní licenci na veřejné datové služby.

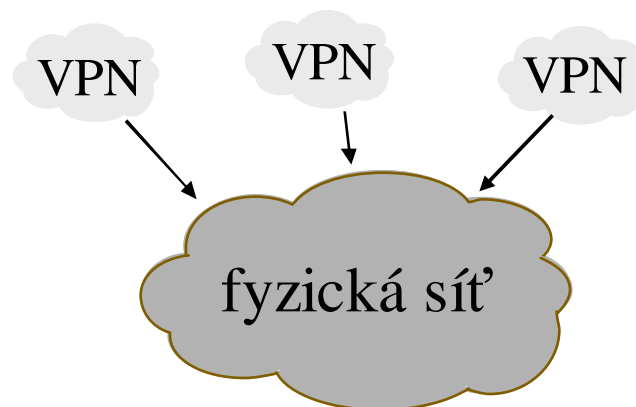
V 1/2 roku 1995 o ni přišel – od té doby mohou veřejné datové služby poskytovat také další subjekty

Virtuální privátní síť (VPN)

- jde o samostatnou podsíť jiné sítě
 - typicky: veřejné datové sítě
- technicky a provozně:
 - stále je to součást „mateřské“ (veřejné) sítě
- logicky (z pohledu uživatele):
 - jde o samostatnou síť
 - uživatel si může myslet, že síť je jen jeho a je mu plně k dispozici
- proč?
 - uživatel chce mít vlastní síť, ale nevyplatí se mu ji budovat a provozovat, neboť:
 - na to nemá lidi, znalosti, zázemí, ...
 - je to pro něj takto výhodnější
 - využívá se efekt "economy of scale"
 - je to lacinější než budovat více (samostatných, nevirtuálních) sítí

samostatný adresový prostor, přístup k uzlům mimo VPN jen přes bránu, event. i vyhrazená přenosová kapacita,

možnost specifického zpoplatnění (např. volání v rámci hlasových VPN jsou zdarma)

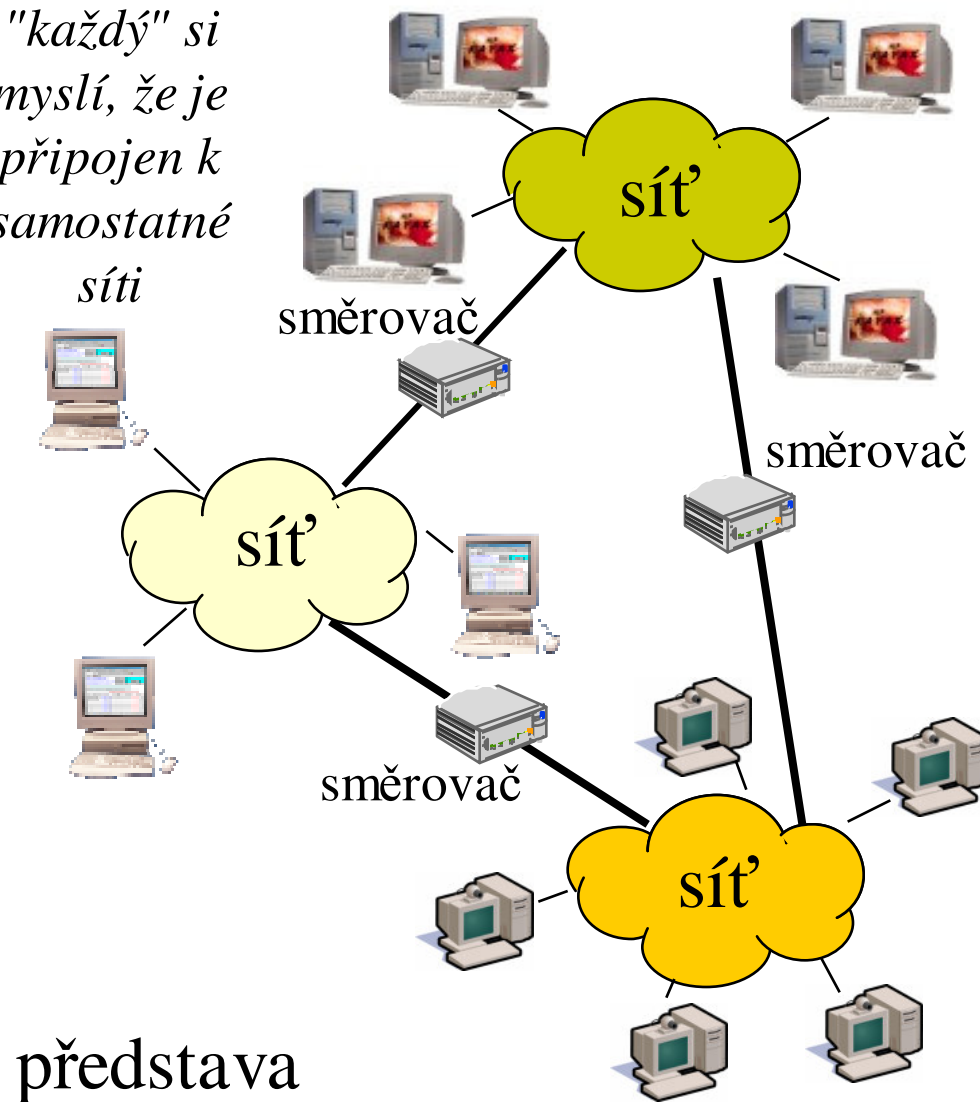


Představa VPN



"každý" si
myslí, že je
připojen k
samostatné

síti



VPN a bezpečnost

Sítě VPN jsou dnes využívány:

- kvůli ekonomickému efektu
 - je to lacinější než (skutečná) privátní síť
- z praktických důvodů
 - snáze se udržuje a spravuje (stará se provozovatel VPN)
 - přináší efekt vlastní sítě (vlastní adresy, vlastní pravidla komunikace ...)
- k zajištění bezpečnosti
 - sítě VPN obvykle zajišťují i určitou míru ochrany

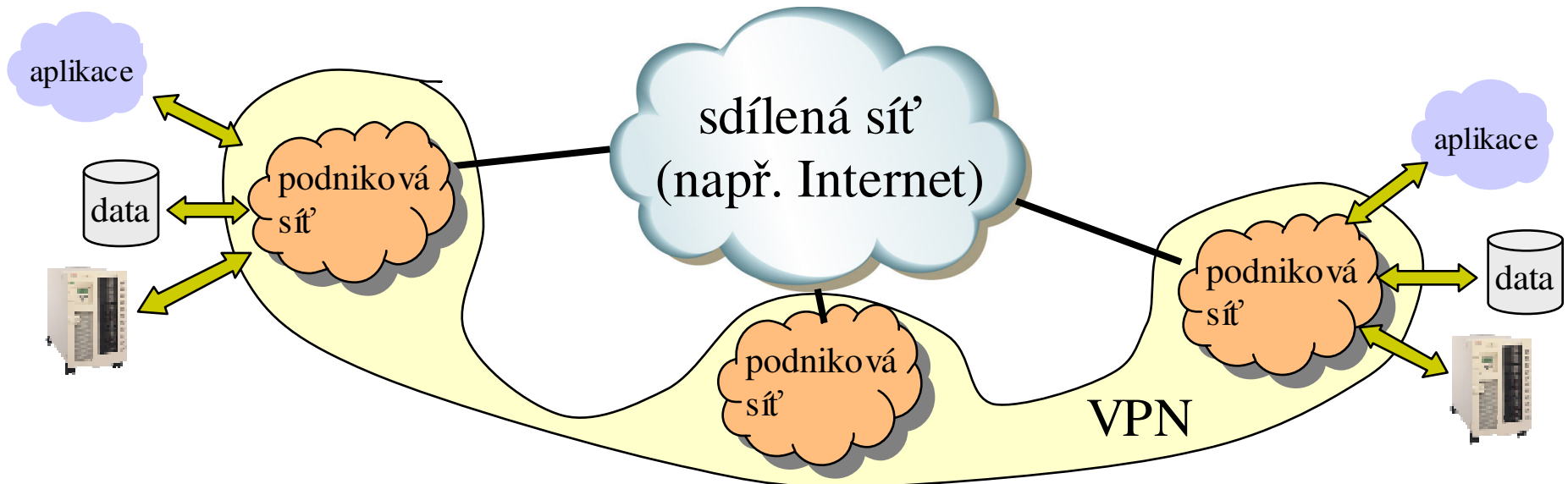
Analogie: sítě VPN v mobilních GSM sítích:

- zákazník může mít vlastní číslovací plán
 - může si sám přidělovat zkrácená tel. čísla
- volání v rámci VPN je lacinější
 - limitně: v rámci VPN zcela zdarma
- zákazník si může definovat vlastní pravidla
 - kdo, kdy a kam smí v rámci VPN volat, jaké služby má aktivované atd.

bezpečnostní funkce/služby VPN:

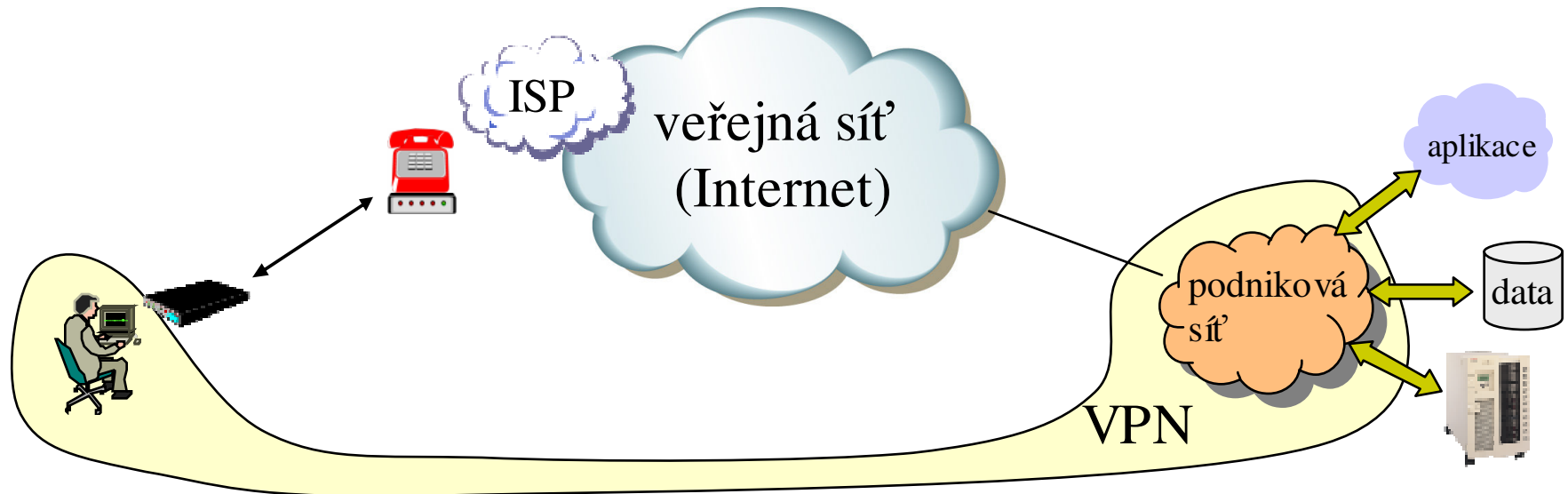
- identifikace a autentizace uživatele
 - u každého "vstupu" dochází ke zjištění a ověření identity uživatele, ten se pak může "volně pohybovat" po celé VPN
 - resp. VPN má jistotu, že se do ní nedostane nikdo nepovolaný
- zajištění důvěrnosti
 - komunikace v rámci VPN je chráněna proti odposlechu
 - i když fakticky vede přes sdílenou a veřejnou infrastrukturu
 - řeší se pomocí šifrování atd.
- zajištění integrity
 - komunikace v rámci VPN je chráněna i proti tomu, aby ji někdo neoprávněně pozměnil

Příklad využití VPN – propojení poboček



- firma má několik poboček, které jsou všechny (fyzicky) připojeny ke sdílené infrastruktuře
 - např. k veřejnému Internetu, ale může jít i o privátní síť poskytovatele služeb
- mezi pobočkami je vytvořena síť VPN, která zajišťuje:
 - (logické) oddělení od ostatního provozu ve sdílené síti
 - zabezpečení komunikace v rámci VPN
 -
- pro zákazníka platí, že:
 - podnikové sítě v pobočkách splývají do jednoho logického celku
 - jedné virtuální sítě

Využití VPN – vzdálený uživatel



- vzdálený uživatel (například na cestách, doma apod.) se připojí jakýmkoli dostupným způsobem k veřejnému Internetu
- a vstoupí do firemní VPN
 - firemní VPN se "protáhne" až ke vzdálenému uživateli
 - dojde k identifikaci a autentizaci uživatele
 - komunikace v rámci VPN je chráněna (důvěrnost, integrita)
- vzdálený uživatel má stejné možnosti a postavení, jako kdyby byl připojen k firemní síti
 - asi až na rychlost
- je to efektivnější (lacinější) než kdyby se vzdálený uživatel provolával skrze telefonní síť přímo do firemní sítě
 - nejspíše pomocí mezinárodního hovoru

- ~~přepojování zpráv (message switching)~~
 - přenáší se hodně velké bloky dat najednou
 - velikost bloku není apriorně omezena
 - problematické, co např. s buffery
 - dnes se již nepoužívá
- přepojování paketů (packet switching)
 - přenášené bloky mohou být různě velké
 - maximální velikost paketu je omezena
 - je předem známo, jak veliký buffer musí stačit
- přepojování rámců
 - „odlehčené“ přepojování paketů (na úrovni linkové vrstvy)
 - velikost rámce je proměnná, ale omezená
 - např. technologie Frame Relay
- přepojování buněk (cell relay)
 - maximálně odlehčené přepojování (na linkové vrstvě)
 - buňky jsou velmi malé a mají pevnou velikost
 - například technologie ATM

Sítě podle topologií

- lokální sítě mají obvykle systematickou topologii:

- sběrnice

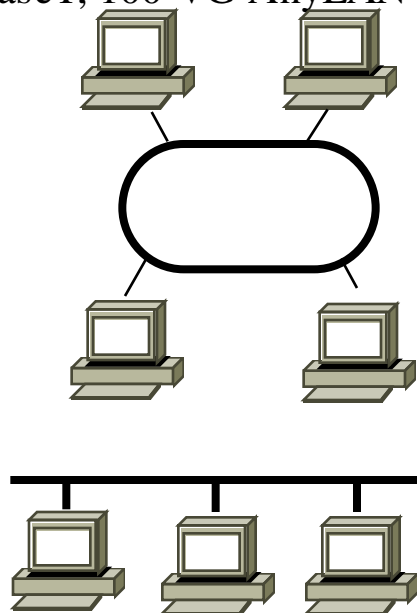
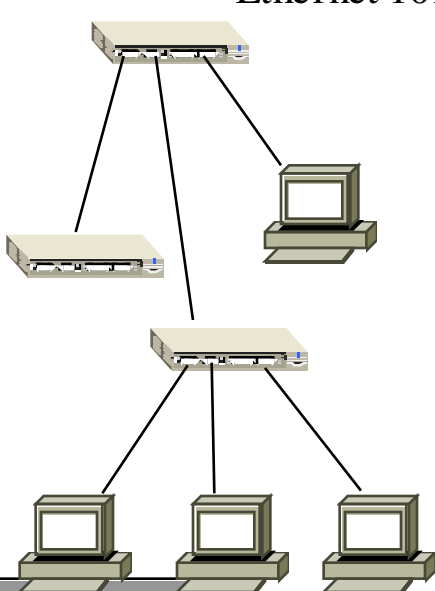
- např. Ethernet, Token Bus

- kruh

- např. Token Ring, FDDI, ..

- strom

- Ethernet 10xBaseT, 100 VG AnyLAN



- rozlehlé sítě mají obvykle:

- nesystematickou topologii

- kvůli optimalizaci nákladů na propojení

- kruhovou topologii

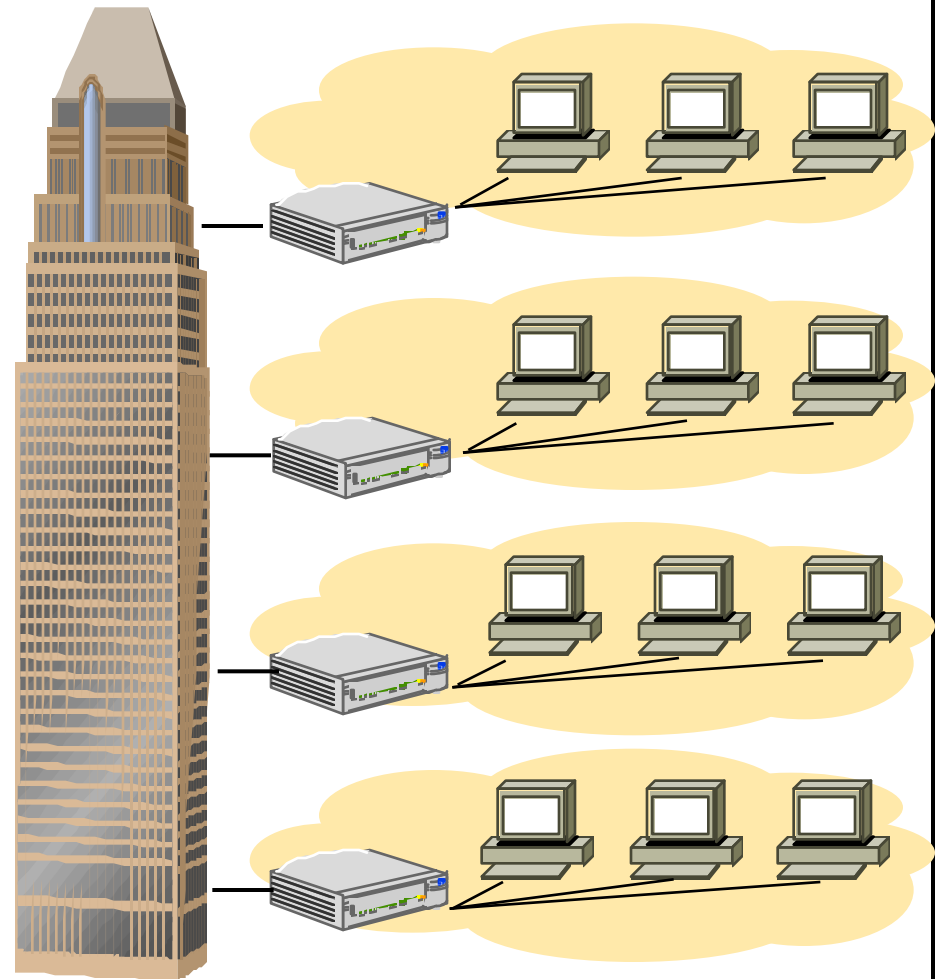
- kvůli zálohování, aby každý uzel byl dosažitelný i při výpadku jednoho spoje

- hlavně velké nadnárodní páteřní sítě, např. tzv. EuroRingv či Viking Network

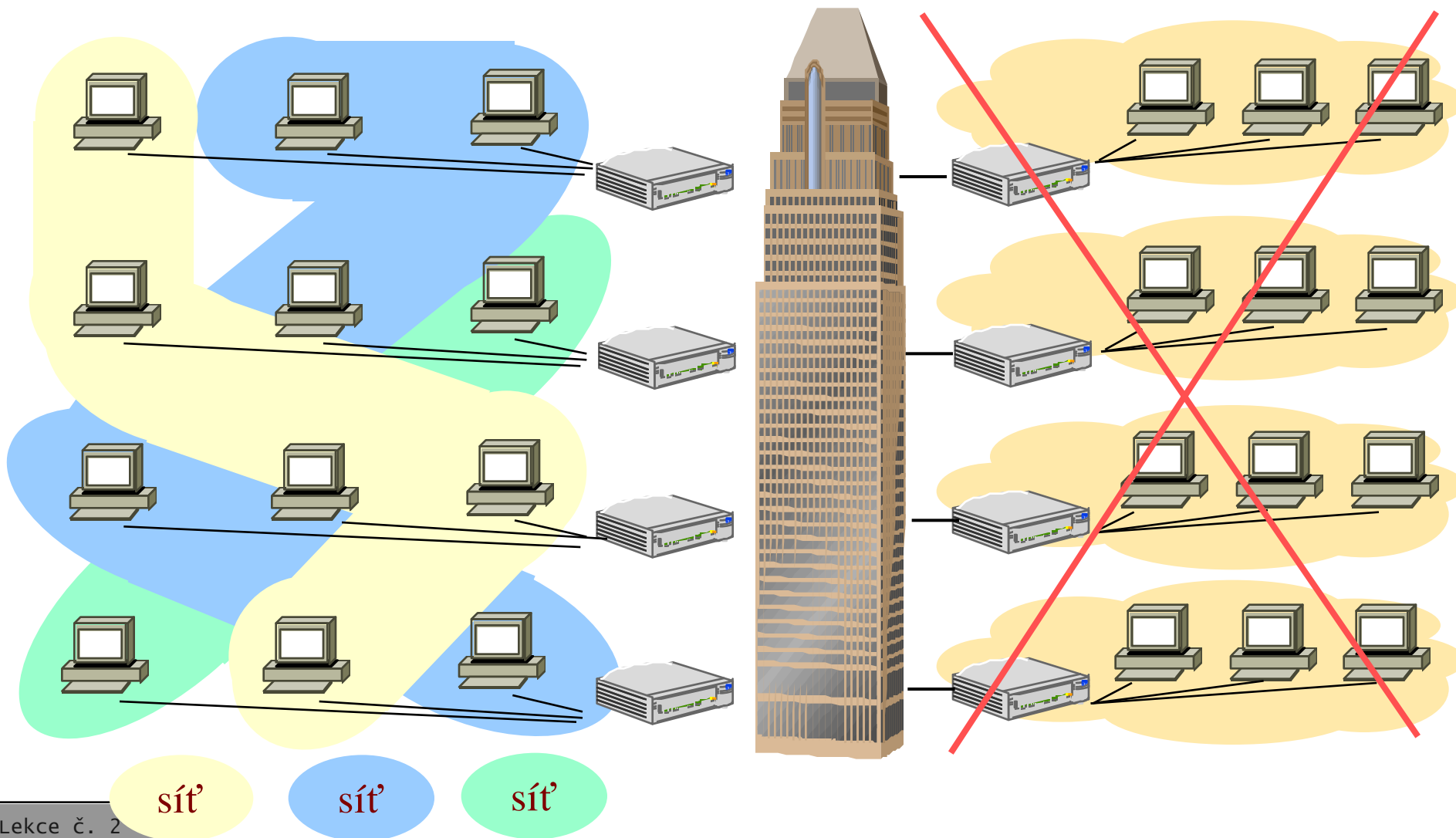


Odbočení: síť VLAN

- **VLAN** = virtuální síť LAN (Virtual LAN)
- dosud:
 - rozdělení počítačů do jednotlivých sítí je dáno jejich fyzickým umístěním
- nyní (VLAN):
 - fyzické umístění nehraje roli, je to záležitost logická
 - o zařazení do určité sítě rozhoduje správce, pomocí konfiguračních nástrojů



Představa sítě VLAN





- **hlavní problém bezdrátových sítí:**
 - omezený rozsah frekvencí, které jsou k dispozici
 - z rozsahu dostupných frekvencí vyplývá i maximální přenosová kapacita (rychlost)
- **licenční pásmo:**
 - ten, kdo je chce používat, na to musí mít licenci (od ČTÚ)
 - má "záruku", že jeho vysílání nebude rušeno někým jiným
 - příklady:
 - síť FWA: 26 GHz, 3,5 GHz
 - GSM: 900, 1800 MHz
 - NMT, CDMA: 450 MHz
 - UMTS (3G),
- **bezlicenční pásmo:**
 - není nutná individuální licence
 - správce spektra uděluje tzv. generální licenci
 - dnes formálně: všeobecné oprávnění
 - je nutné respektovat pravidla generální licence – například pokud jde o max. vysílací/vyzařovací výkon
 - nelze vyloučit souběžný provoz více vysílačů a jejich vzájemné rušení
 - začíná hrozit hlavně v městských aglomeracích !!
- **Wi-Fi (802.11b,g) v pásmu 2,4 GHz**
 - pásmo 2400,0 – 2483,5 MHz
- **Wi-Fi (802.11h) v pásmu 5 GHz**
 - pásmo 5,150 až 5,250 GHz (indoor)
 - pásmo 5,250 až 5,350 GHz (indoor)
 - pásmo 5,470 až 5,725 GHz (outdoor)

od 1.9.2005 umožňuje
všeobecné oprávnění VO-
R/12/08.2005-6

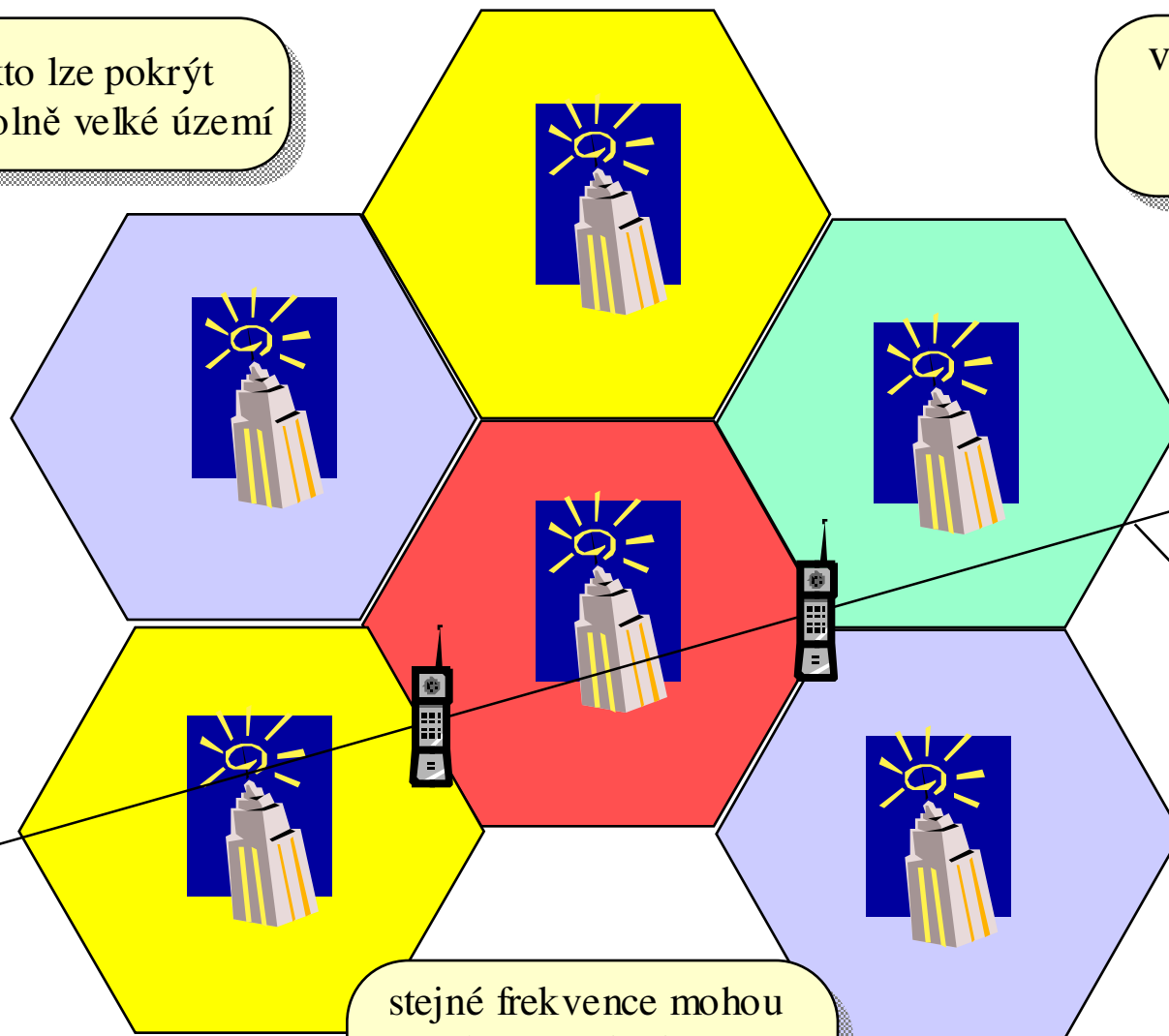
Druhy bezdrátových sítí

- podle mobility
 - bez mobility
 - např. síť FWA na buňkovém principu
 - WLL (Wireless Local Loop), bezdrátová místní smyčka
 - s částečnou mobilitou uživatele
 - o "handover" se musí starat terminál
 - Wi-Fi, WiMAX
 - s plnou mobilitou uživatele
 - o handover se stará síť
 - např. síť NMT, GSM, CDMA, UMTS
 - s mobilitou základnových stanic
 - systémy LEO (např. Iridium, Globalstar, Teledesic)
- podle způsobu hospodaření s kmitočty:
 - buňkové (celulární)
 - trunkové
 - frekvenční kanály jsou sdíleny všemi uživateli v rozsahu celé sítě
- podle charakteru přenosu
 - P-P
 - point-to-point (dvoubodový přenos)
 - P-MP
 - point-to-multipoint (od jedné základnové stanice k více terminálům)
- podle dosahu
 - cordless ("bezešňůrové")
 - na vzdálenost v řádu metrů
 - např. technologie DECT, Bluetooth, 802.11
 - wireless ("bezdrátové")
 - na větší vzdálenosti
 - satelitní síť
 - GEO (geostacionární)
 - MEO (medium earth orbit)

Představa buňkové sítě

takto lze pokrýt
libovolně velké území

v žádné sousední buňce
nesmí být použity
stejně frekvence



příjemce přechází
z dosahu jednoho
vysílače do dosahu
jiného vysílače

stejně frekvence mohou
být použity jen
v nesousedních buňkách

Představa komunikace v buňkové síti

