

Lekce 2: Taxonomie počítačových sítí

Jiří Peterka

co je „taxonomie“?

- **taxonomie = klasifikace, „škatulkování“, rozdělování**

- původně: v biologii

- zde: pro počítačové sítě

- chceme vědět

- jaké existují druhy počítačových sítí

- v čem se liší, co je pro ně charakteristické

-

- pomůže nám to k pochopení toho, co počítačové sítě jsou

- **kritéria taxonomie**

- 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

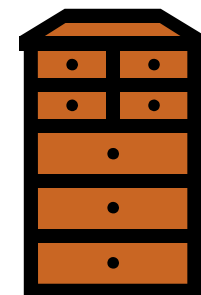
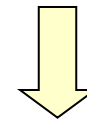
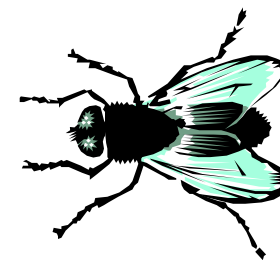
- konkrétní klasifikace může mít i subjektivní složku

- rozdělení záleží na tom, kdo ho dělá

- 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)



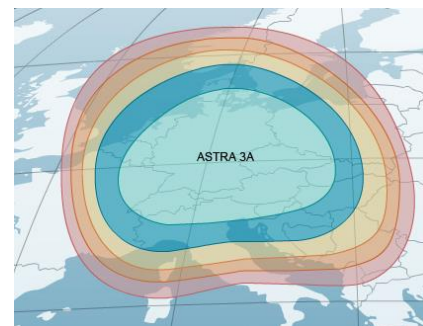
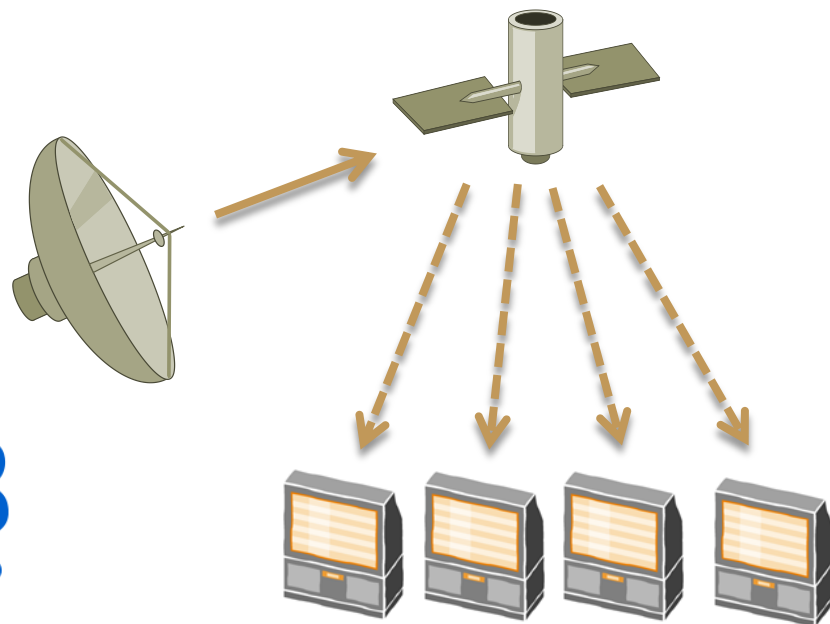
příklady kritérií

- **podle způsobu fungování:**
 - distribuční sítě vs. sítě s přepojováním
 - sítě s přepojováním okruhů
 - sítě s přepojováním paketů
- **podle "původu" :**
 - telekomunikační sítě, počítačové sítě, terminálové sítě,
- **podle účelu (sítě světa spoju):**
 - transportní sítě (páteřní sítě), přístupové sítě
- **podle dosahu (sítě světa počítačů):**
 - sítě LAN, WAN, MAN, PAN
 - sítě WLAN, WWAN, WMAN, WPAN
- **podle architektury sítě**
 - TCP/IP sítě, sítě ISO/OSI, sítě SNA,
- **podle vlastnických vztahů k síti**
 - privátní sítě, veřejné sítě, virtuální privátní sítě (VPN)
- **podle způsobu použití**
 - intranet, extranet
- **podle míry mobility**
 - pevné sítě, mobilní sítě,
 - sítě s plnou podporou mobility,
 - sítě s podporou nomadicity
- **podle použitého přenosového média**
 - drátové sítě, optické sítě, bezdrátové sítě
- **podle topologie:**
 - sítě se systematickou topologií
 - strom, kruh, sběrnice, ...
 - sítě s nesystematickou topologií,
 - ad-hoc sítě

distribuční sítě

• distribuční síť

- anglicky: broadcast network
- distribuuje stejný obsah (analogový signál, digitální data) všem příjemcům
- distribuce, angl. broadcasting
 - broadcast, všesměrové vysílání
 - přenos typu „1:všem“ (ne 1:1)
- příklady:
 - síť pro distribuci TV a R vysílání
 - satelitní, terestrické, kabelové
- technologie digitálních distribučních sítí:
 - DVB (Digital Video Broadcasting)
 - DVB-T (terestrické TV vysílání)
 - DVB-S (satelitní TV vysílání)
 - DVB-C (kabelové TV vysílání)
 - DVB-H (TV vysílání pro mobily/handheld)
 - DAB (Digital Audio Broadcasting, jen R vysílání)
 - S-DMB, T-DMB (Digital Media Broadcasting, TV a R)
 -

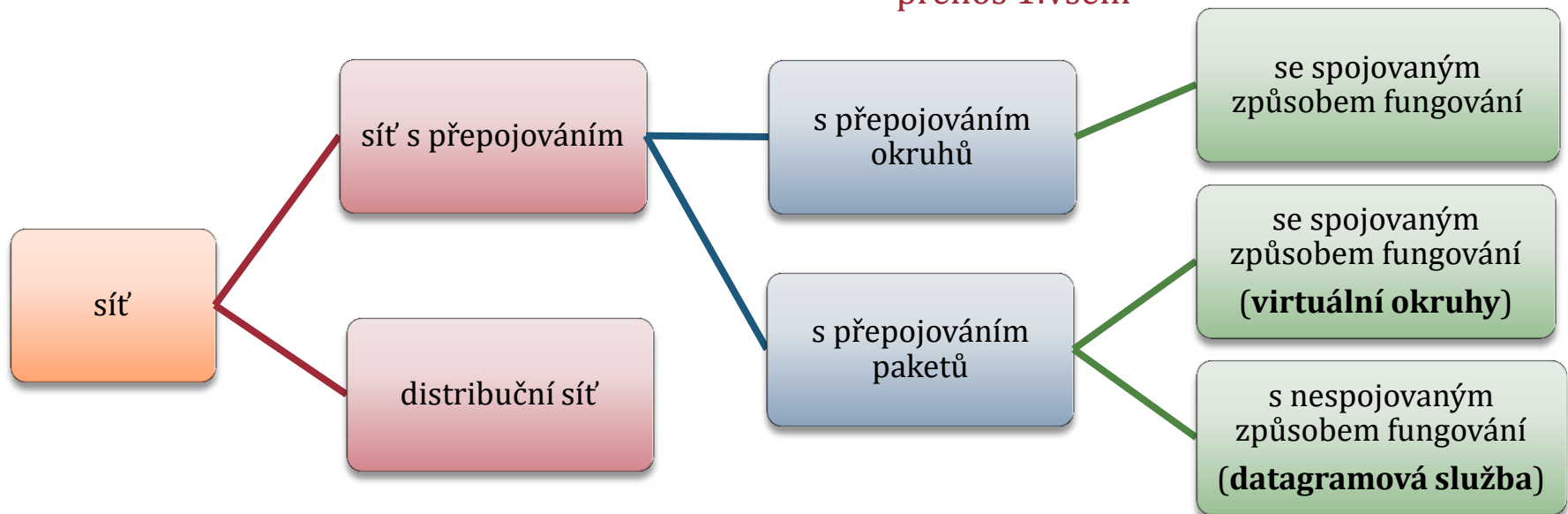


sítě s přepojováním

- **sít' s přepojováním**

- anglicky: switched network
- společné označení pro sítě s přepojováním okruhů i přepojováním paketů
- provádí cílené „přepojování“ (switching)
 - tak, aby se přenášený obsah dostal cíleně (právě a pouze) ke svému příjemci
- důsledek: jde o přenos 1:1, unicast
 - od 1 odesilatele k 1 příjemci
- forma přepojování:
 - přepojování okruhů
 - přepojování paketů

- **jde o alternativu k distribuční síti**
 - která zajišťuje distribuci (broadcasting)
 - přenos 1:všem

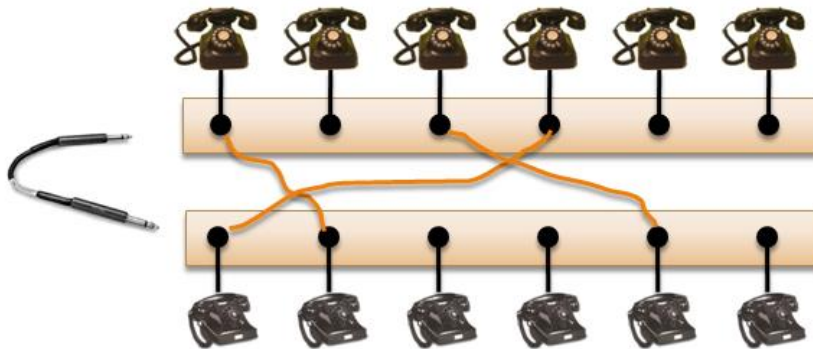


sítě s přepojováním okruhů a paketů

• připomenutí:

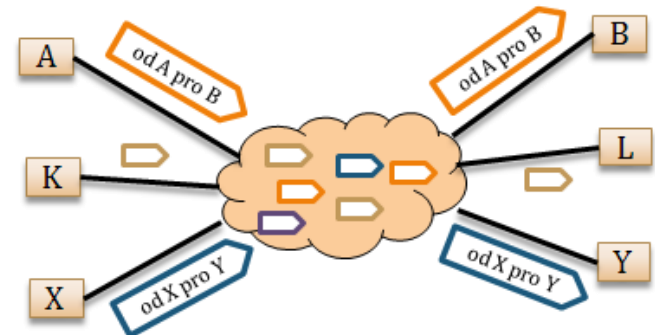
– sítě s přepojováním okruhů:

- přepojují se přenosové okruhy
- fungují pouze spojovaně
 - navazuje se spojení
 - výsledkem je souvislý přenosový okruh s vyhrazenou přenosovou kapacitou
 - hledání vhodné cesty probíhá právě jednou
 - na začátku, při navazování spojení
 - všechna data se přenáší stejnou cestou
 - po přenosovém okruhu
- přenos může být proudový nebo blokový



– sítě s přepojováním paketů

- přepojují se bloky dat (pakety)
- mohou fungovat spojovaně
 - jako **virtuální okruhy**
 - spojení se navazuje a ukončuje
 - hledání vhodné cesty se provádí právě jednou, při navazování spojení
 - obdoba přepojování okruhů, ale jen virtuálně, bez vyhrazení kapacity
- mohou fungovat nespojovaně
 - jako **datagramová služba**
 - spojení se nenavazuje
 - rozhodnutí o dalším směru (v rámci cesty k cíli) se provádí pokaždé znovu, pro každý blok dat a v každém přestupním uzlu



telekomunikační a datové sítě

paradigma: „chytrá síť, hloupé uzly“



• telekomunikační sítě

- jsou jednoúčelové, šité na míru konkrétnímu účelu
 - poskytování jedné konkrétní služby
 - např. telefonování, šíření TV a R vysílání
- tomu odpovídá i způsob fungování
 - obvykle: garantovaný
- mohou být analogové i digitální
- příklady:
 - telefonní síť (pevná i mobilní)
 - slouží potřebám telefonování
 - jde o síť s přepojováním (okruhů)
 - vysílací síť (pro TV nebo R)
 - slouží potřebám TV a R vysílání
 - jde o distribuční síť

• datové sítě

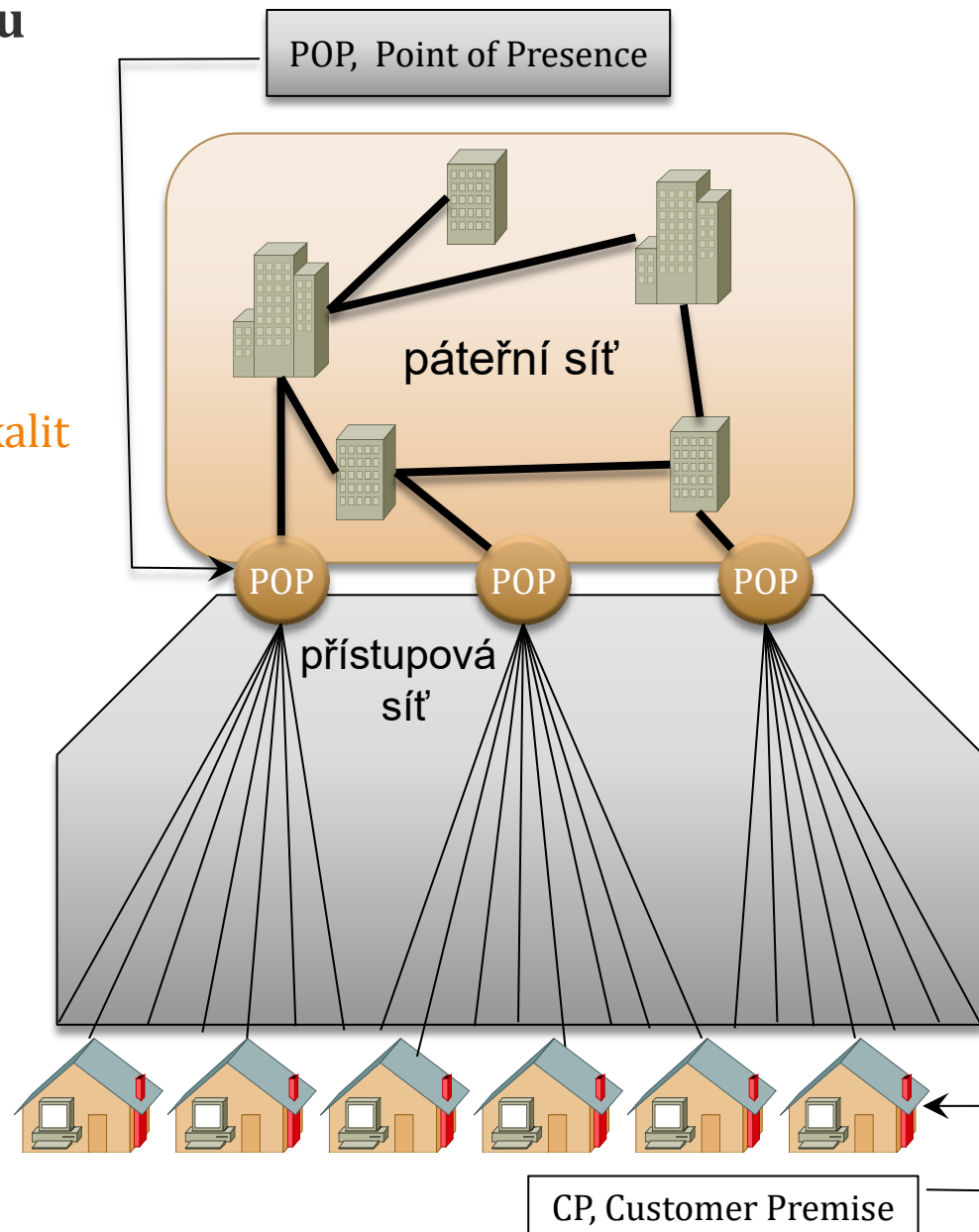
- pouze přenáší data, neřeší účel dat
 - nezajímá je / nezkoumají, které službě data patří
- fungují „nezávisle“
 - na druhu / účelu přenášených dat
- obvykle:
 - na principu přepojování paketů
 - stylem Best Effort
 - negarantovaně
 - spojovaně i nespojovaně
 - záleží na síti
 - spolehlivě i nespolehlivě
 - záleží na síti
- příklady:
 - IP sítě, sítě ATM, Frame Relay,



paradigma: „hloupá síť, chytré uzly“

telekomunikační sítě

- jsou charakteristické svou typickou vnitřní strukturou
 - mají dvě hlavní části
- páteřní část (páteřní síť, backbone network)
 - někdy též: transportní síť
 - propojuje několik málo centrálních lokalit
 - obvykle na větší vzdálenost
 - obvykle pomocí optiky
- přístupovou část (přístupovou síť, access network)
 - "rozdává" síť ke koncovým uživatelům
 - spojuje:
 - POP (Point of Presence), kde končí ("vyústí") páteřní síť
 - CP (Customer Premises), kde se vyskytuje (potenciální) zákazník
 - CPE, Customer Premises Equipment: vybavení na straně zákazníka



páteřní sítě

- **páteřní části (páteřní sítě) mají jak telekomunikační sítě, tak i datové sítě**
 - svou páteřní síť (dnes: páteřní sítě) má i celosvětový Internet
 - zárodečná síť ARPANET byla jeho první páteřní sítí
 - v praxi: nebývá (až tak velký) problém s jejich kapacitou
 - připomenutí: propojují relativně malý počet lokalit, dá se realizovat optikou

paradigma: „chytrá síť, hloupé uzly“



- **páteřní části telekomunikačních sítí:**
 - jsou „chytré“
 - obsahují technologie, sloužící k poskytování konkrétních služeb
 - například: telefonní ústředny, brány do jiných telekomunikačních sítí
 - mohou fungovat na principu přepojování okruhů i na principu přepojování paketů, a to současně!
 - pevné části mobilních sítí 3G/UMTS, ale i GSM/GPRS

- **páteřní části datových sítí:**

- jsou „hloupé“
 - jsou především transportní
 - neslouží k poskytování „uživatelsky orientovaných“ služeb
 - pouze k transportu dat
- fungují (obvykle) jen na principu přepojování paketů
 - například: Internet



paradigma: „hloupá síť, chytré uzly“

příklad: pevná telefonní síť

- **dnes: síť O2 Czech Republic**

- **budována postupně**

- SPT (Správa pošt a telekomunikací), SPT Telecom, Český Telecom, Telefónica, O2

- **největší rozvoj po roce 1994**

- po vstupu strategického partnera do SPT Telecomu

- **páteřní část telefonní sítě**

- **propojuje telefonní ústředny**

- 2 mezinárodní ústředny
- 6 tranzitních ústředn
- 138 řídicích ústředn (HOST)
- 2374 předsunutých ústředn

- **jednotek RSU**

- Remote Subscriber Unit

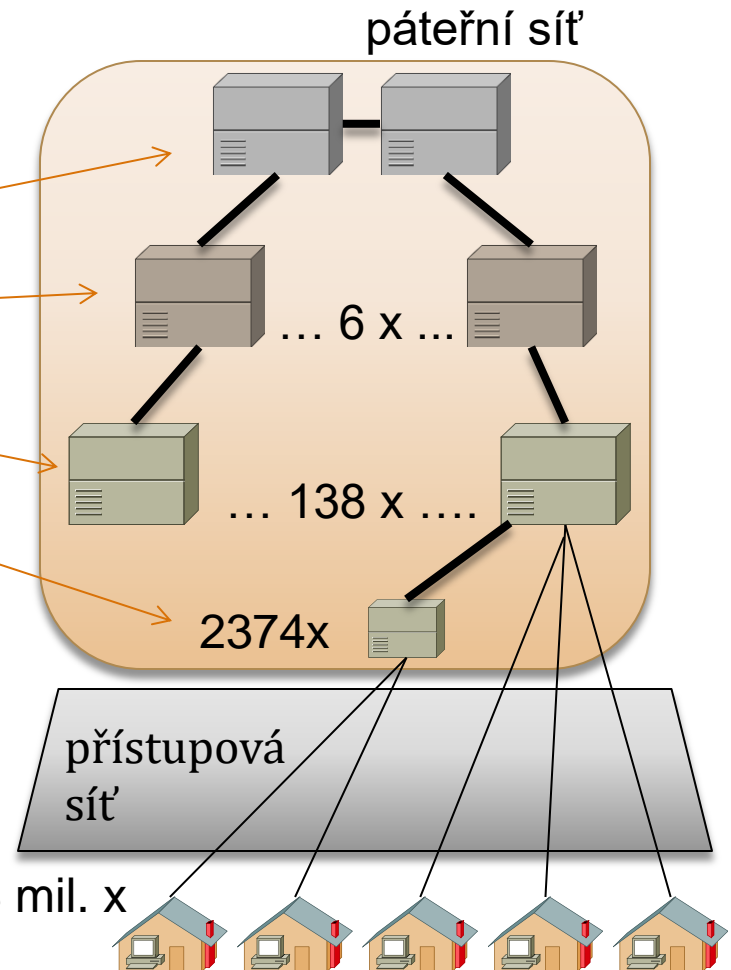
- **přístupová část telefonní sítě**

- **je celoplošná**

- pokrývá celé území ČR

- **je tvořena místními smyčkami**

- metalické kabely (kroucená dvoulinka)



příklad: páteřní síť Internetu

- **i celosvětový Internet má svou páteřní část (páteřní síť)**

- **původně: měl jen 1 páteřní síť**

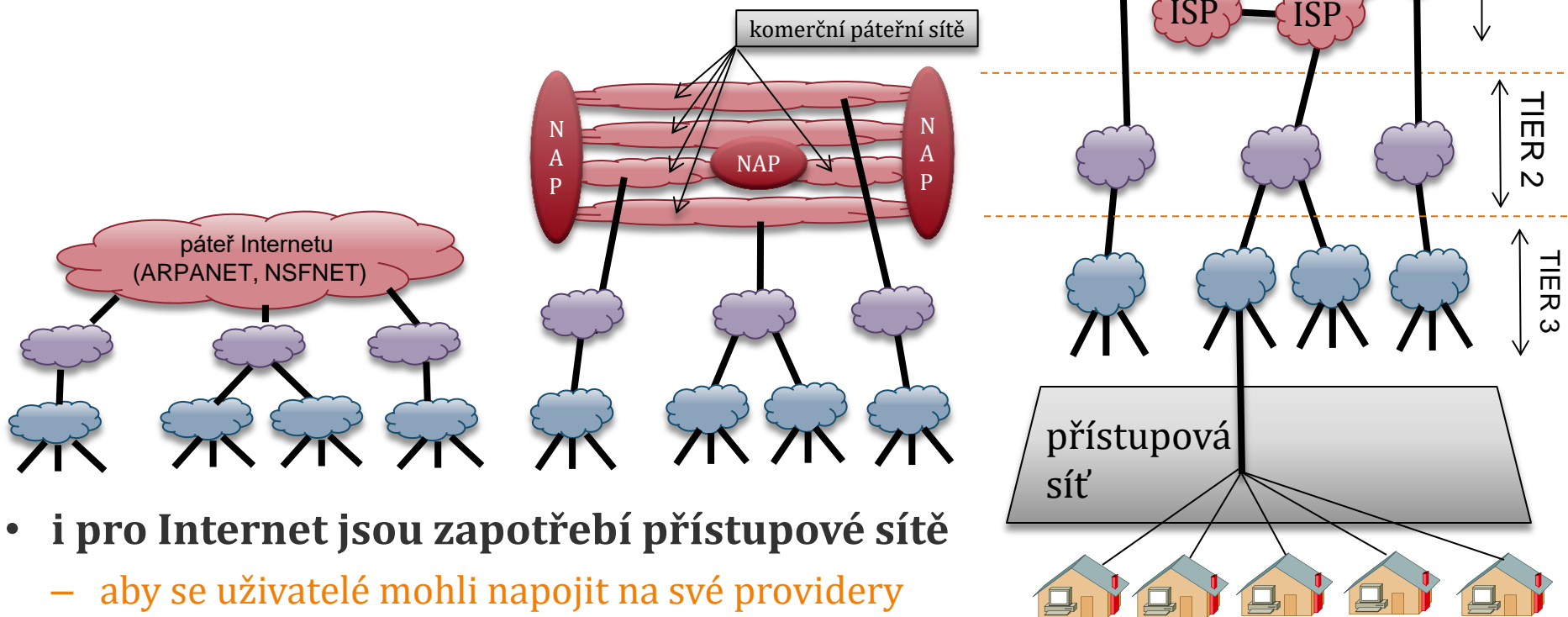
- nejprve: zárodečný ARPANET, financovali vojáci (vojenská grantová agentura ARPA)
- později: síť NSFNET, financovala civilní grantová agentura NSF (National Science Foundation)

- **později: více komerčních páteřních sítí**

- které si vzájemně konkurují

- **dnes: soustava sítí tzv. Tier 1 providerů**

- propojených přes peeringové body IXP



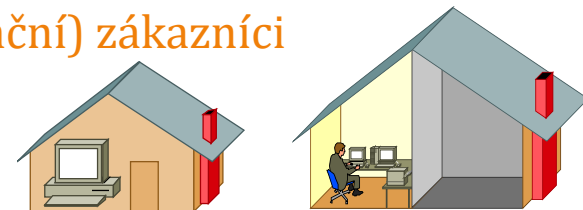
- **i pro Internet jsou zapotřebí přístupové sítě**

- aby se uživatelé mohli napojit na své providery

(pevné) přístupové sítě

- **musí být velmi "husté"**

- musí vést do velkého počtu míst, kde se vyskytují (rezidenční) zákazníci
 - do bytů, kanceláří, učeben atd.



- **budují se „dopředu“**

- nejprve se musí vybudovat tak, aby vedly ke všem (potenciálním) zákazníkům
- teprve pak je možné začít nabízet jejich prostřednictvím služby zákazníkům
 - někteří se rozhodnou služby využívat – stávají se aktivními zákazníky

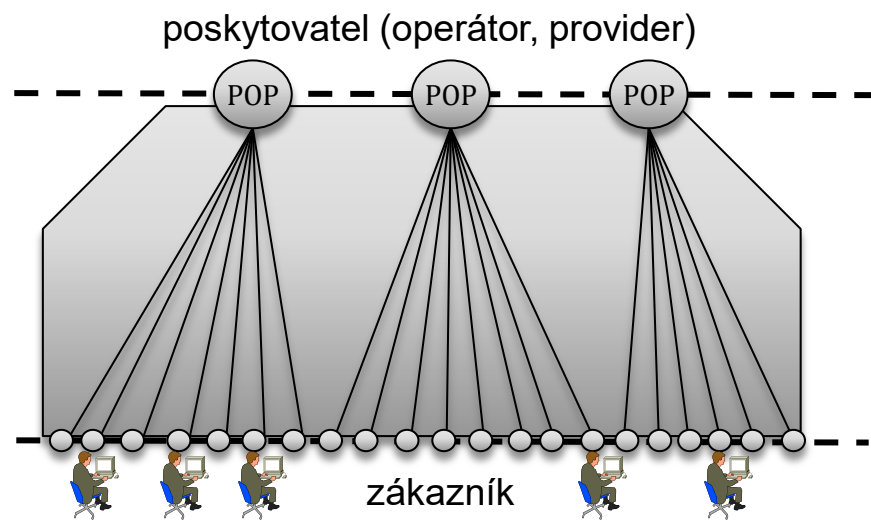
- **musí překonávat veřejné prostory**

- při jejich budování se musí rozkopávat chodníky, ulice, silnice, ...
- je to drahé a komplikované
 - dnes cca 85% všech nákladů jde na „zemní práce“ !!!



- **důsledek:**

- když už se nějaká nová (pevná) přístupová síť buduje, je optická
 - protože optika má největší přenosový potenciál
- nová síť se předimenzovává
 - pokládá se více kabelů než je potřeba
 - pokládají se tzv. chráničky (kabelovody)



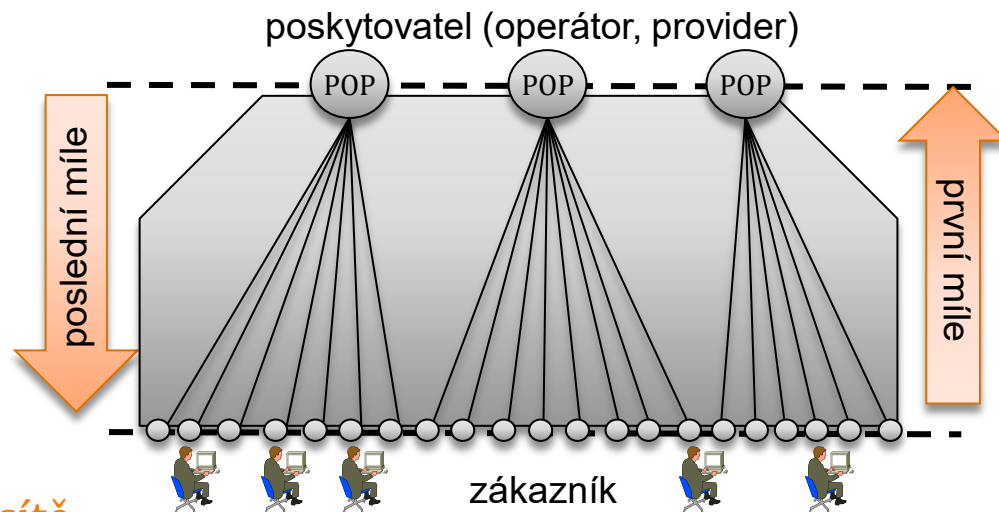
poslední míle, první míle

- **poslední míle**

- je úsek mezi body POP (na páteřní síti) a místy CP (místem výskytu zákazníka)
- při pohledu poskytovatele !
 - při pohledu z páteřní sítě – jde o poslední úsek na cestě k zákazníkovi
- jde o vzdálenosti v řádu jednotek kilometrů

- **první míle**

- jde o stejný úsek, ale „z pohledu zákazníka“
 - pak jde o první úsek na cestě k poskytovateli



- **možné řešení „překlenutí“**

- vybudování nové (pevné) přístupové sítě
 - velmi ekonomicky (i jinak) náročné
 - hlavně kvůli „zemním“ pracím, na které dnes jde až 85% všech nákladů
 - nejasné regulační aspekty
- bezdrátové řešení
- využití nějaké již existující infrastruktury
 - „překryvné“ přístupové sítě

bude vlastník sítě povinen otevřít ji i své konkurenci?

přístupové sítě

- **pokud se dnes buduje skutečně nová přístupová síť, je obvykle:**

- bezdrátová, nebo
- optická

- **bezdrátové přístupové sítě:**

- jsou výhodné v tom, že nevyžadují (velké) zemní práce

- jsou nevýhodné v tom, že vyžadují vhodné frekvence

- v licenčních pásmech
 - je jich nedostatek, jsou drahé
- nebo bezlicenčních pásmech
 - většinou již zaplněné, možnost rušení

- možnosti (co do mobility) :

- s plnou podporou mobility
 - lze komunikovat i za pohybu
- jen nomadicita
 - nelze komunikovat za pohybu
- bez podpory mobility
 - jen bezdrátová náhrada pevné sítě

- možnosti (co do principu fungování)
 - na principu P-M (Point-to-MultiPoint)
 - na principu P-P (Point-to-Point)

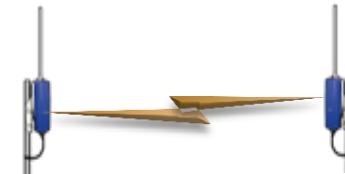
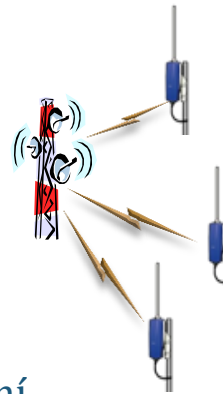
- **příklady**

- na principu P-M

- mobilní sítě
 - GSM, CDMA, 3G/UMTS, LTE,
- sítě FWA (Fixed Wireless Access)
 - různé technologie (vč. WiMAX)
- v ČR též: Wi-Fi sítě
 - i když k tomu Wi-Fi není určeno

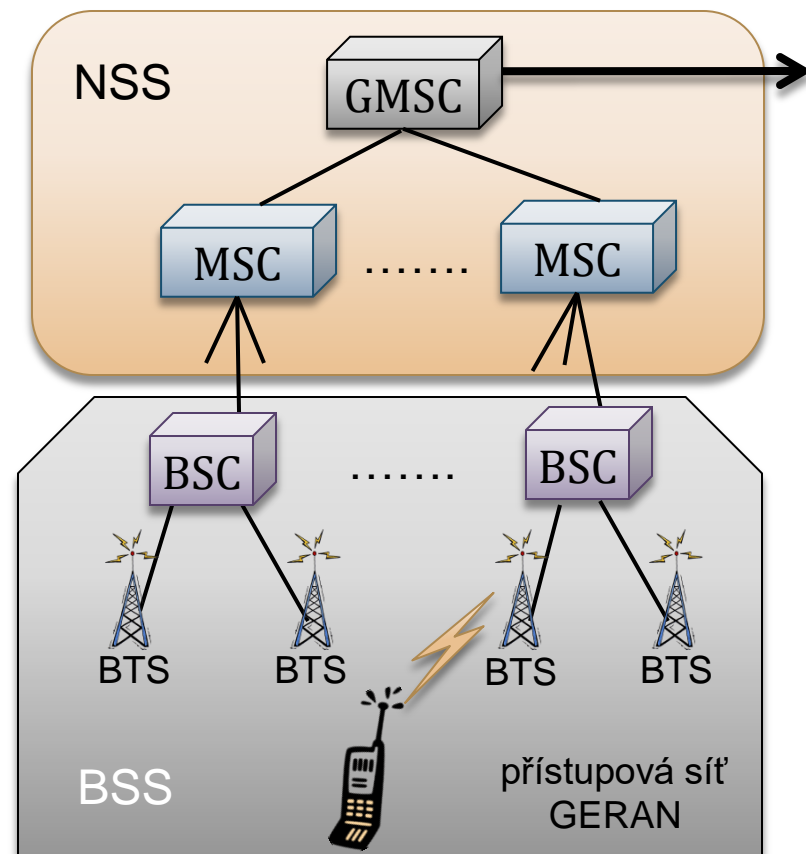
- na principu P-P

- Point-to-Point
 - vlastně dvoubodový spoj
- WLL (Wireless Local Loop)



příklad: mobilní síť GSM

- **páteřní síť (NSS, core)**
 - Network Switching Subsystem
 - subsystém sítě
 - funguje na principu přepojování okruhů
 - prvky páteřní sítě
 - MSC, Mobile Switching Center
 - telefonní ústředna
 - GMSC, Gateway MSC
 - brána do jiných sítí
- **přístupová síť (BSS, RAN)**
 - Base Station Subsystem
 - subsystém základnových stanic
 - též: GSM EDGE Radio Access Network (GERAN)
 - pro mobilní síť 2. generace (GSM)
 - prvky přístupové sítě:
 - BTS, Base Transceiver Station
 - základnová převodní stanice
 - BSC, Base Station Controller
 - řadič základnových stanic



- **příklad (síť T-Mobile v ČR)**
 - 13x MSC
 - 150x BSC, 4500x BTS
 - přes 13 100 sektorů (buněk)

příklad: (pevná) přístupová síť O2

- **vybudovaná ještě v době monopolu**

- pro potřeby (pevné) telefonní sítě
- celkem obsahuje asi 8 milionů tzv. **místních smyček**

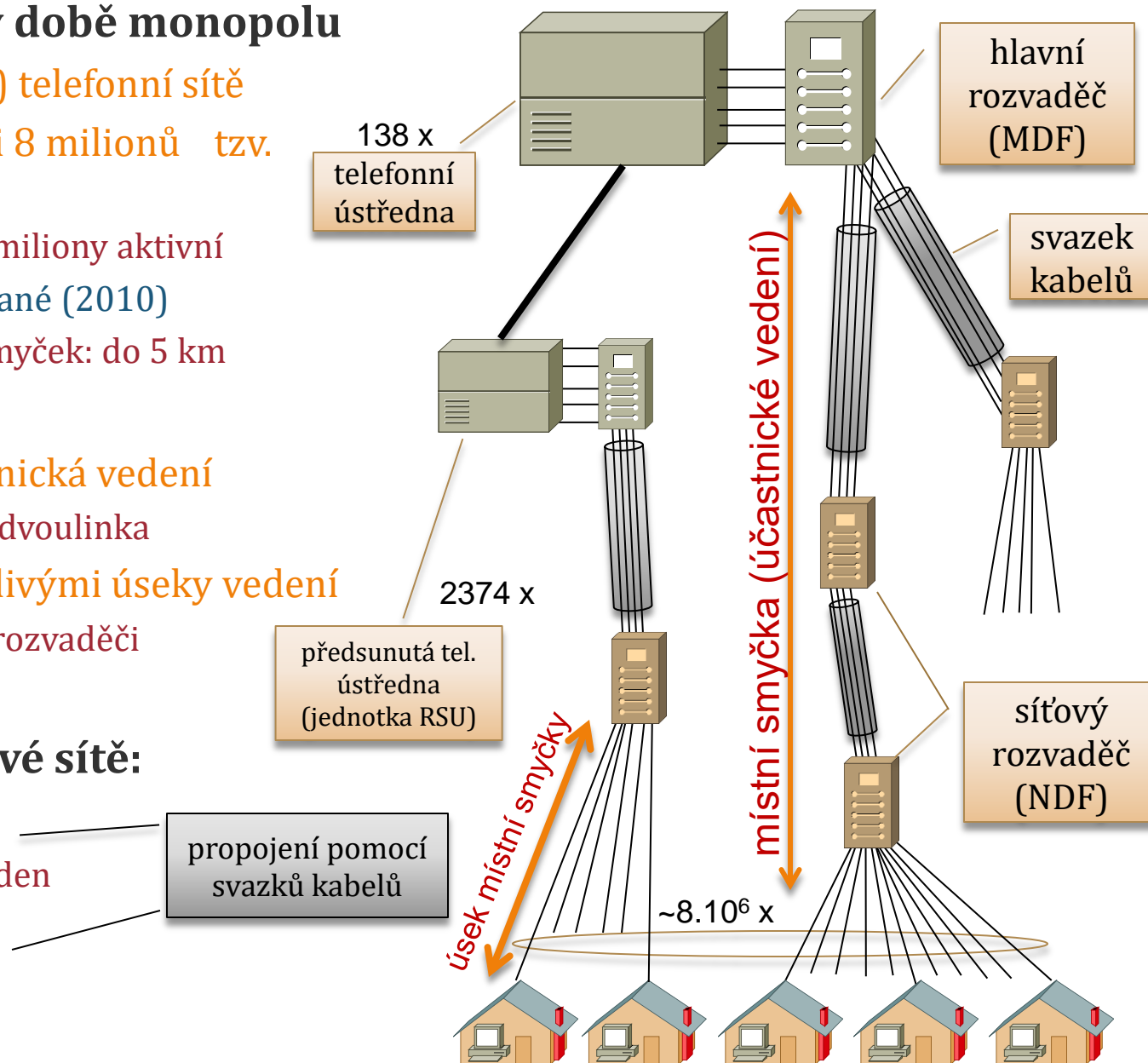
- z toho méně než 2 miliony aktivní
 - skutečně využívané (2010)
- maximální délka smyček: do 5 km

- **místní smyčky**

- tzv. **metalická účastnická vedení**
 - fakticky: kroucená dvoulinka
- jsou tvořeny jednotlivými úseky vedení
 - mezi jednotlivými rozvaděči

- **struktura přístupové sítě:**

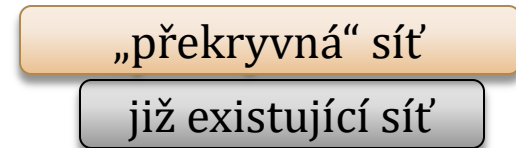
- **hlavní rozvaděče**
 - u telefonních ústředn
- **síťové rozvaděče**
 - „po cestě“



“překryvné” přístupové sítě

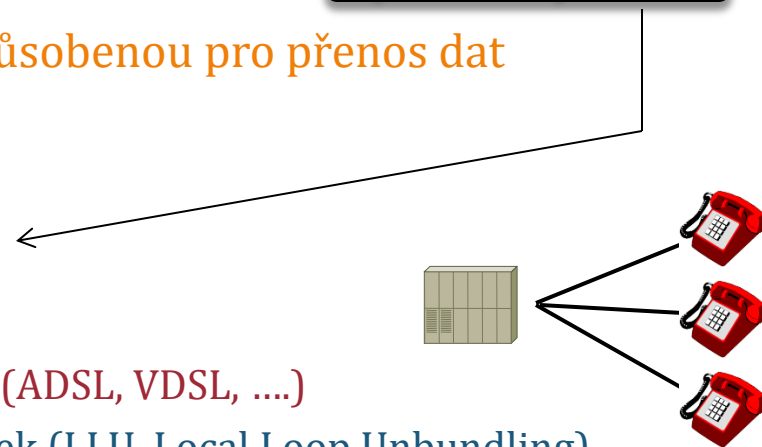
- **záměr:**

- využít takovou „drátovou“ infrastrukturu, jaká již existuje
 - a která se dá využít i pro přenos dat
- a „nad ní“ vybudovat novou přístupovou síť, uzpůsobenou pro přenos dat
 - jakoby ji „přeložit přes“ již existující síť
 - optimálně se zachováním původní funkčnosti



- **možnosti (již existující přístupové sítě):**

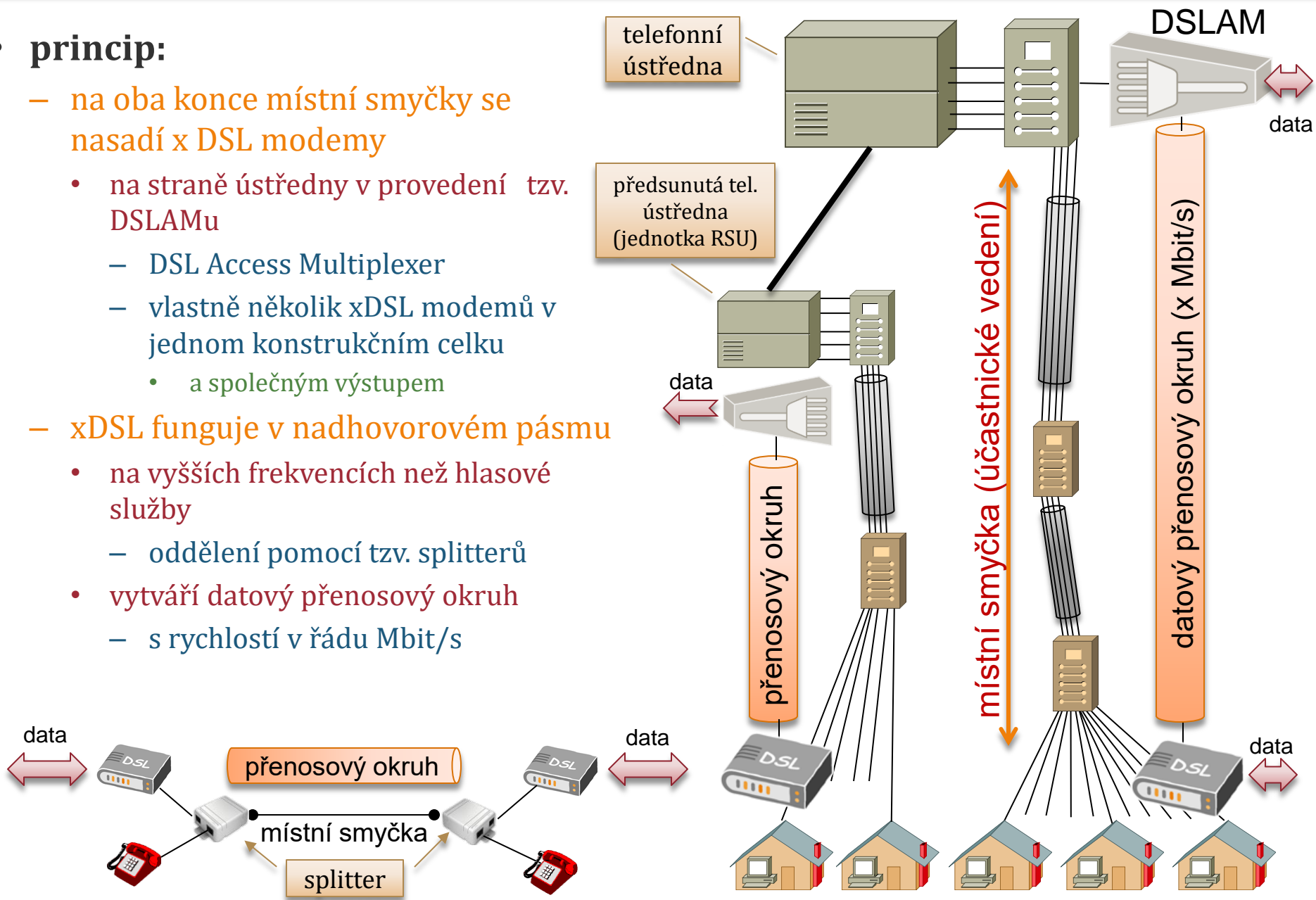
- (metalická, telefonní) přístupová síť Telefoniky
 - „překryvná“ síť se buduje pomocí technologií xDSL (ADSL, VDSL,)
 - skrze mechanismus zpřístupnění místních smyček (LLU, Local Loop Unbundling) mají možnost budovat „překryvnou“ síť i alternativní operátoři
 - reálně využívá např. T-Mobile, GTS,
- napájecí síť (distribuční, 230 V)
 - „překryvná“ síť se buduje pomocí technologií PLC (PowerLine Communications)
 - není to příliš úspěšné
- kabelová síť (CATV, Community Antenna TV)
 - původně jednosměrná distribuční síť pro šíření analogového TV signálu
 - musela se předělat na obousměrnou
 - „překryvná“ síť se buduje pomocí technologií jako DOCSIS



příklad: nasazení xDSL technologií

• princip:

- na oba konce místní smyčky se nasadí xDSL modemy
 - na straně ústředny v provedení tzv. DSLAMu
 - DSL Access Multiplexer
 - vlastně několik xDSL modemů v jednom konstrukčním celku
 - a společným výstupem
- xDSL funguje v nadhovorovém pásmu
 - na vyšších frekvencích než hlasové služby
 - oddělení pomocí tzv. splitterů
 - vytváří datový přenosový okruh
 - s rychlostí v řádu Mbit/s



příklad: technologie PLC

- **elektrická rozvodná síť**

- silové rozvody ~230 V

- podobné jako místní smyčky: využito je jen nejnižší frekvenční pásmo

- 50 Hz

- vyšší frekvence jsou „volné“



- **technologie PLC**

- PowerLine Communications

- existují, fungují, dají se nasadit

- a) pro překlenutí poslední míle

- v praxi neúspěšné, nepoužívá se

- b) pro překlenutí „posledního metru“ (rozvody v bytě)

- v praxi úspěšné

- **problém ad a):**

- lze realizovat, ale:

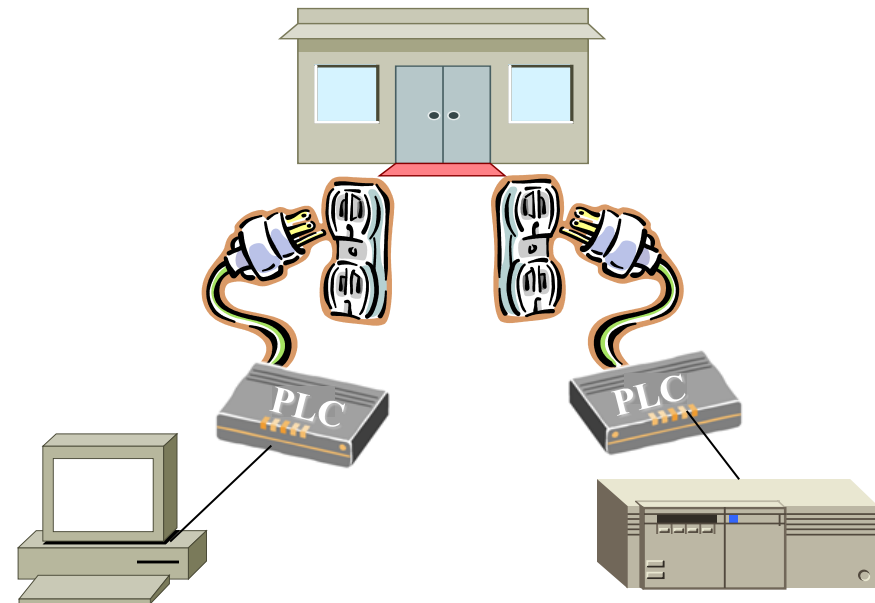
- v každé zemi je to trochu jiné
- celková přenosová kapacita je nízká
- je to drahé /nevyplatí se

- **využití ad b)**

- v praxi běžně používané

- lze nasadit „v bytě“, pro tvorbu sítě LAN

- na rozvodech na stejné fázi
- za bytovým elektroměrem
- dosahované rychlosti až v řádu desítek či stovek Mbit/s



příklad: technologie DOCSIS

• kabelové sítě (CATV)

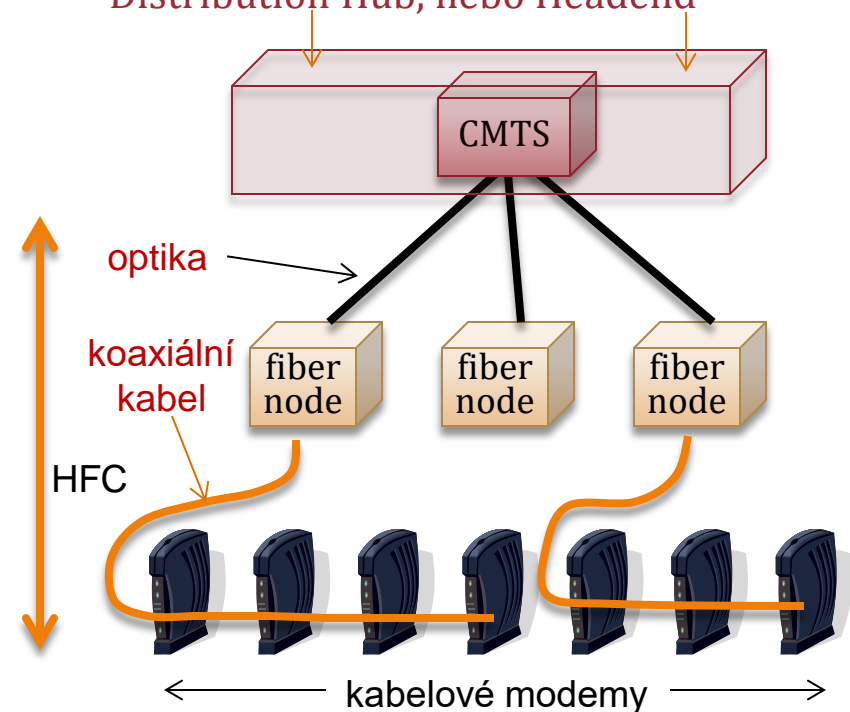
- původně budovány jako jednosměrné a analogové
 - šířka 1 kanálu 8 MHz (systém PAL)
 - resp. 6 MHz (systém NTSC, v USA)
- také mají páteřní a přístupovou část
 - v přístupové části využívají kombinaci optiky a koaxiálních kabelů
 - HFC, Hybrid Fiber Coax

• pro „překryvnou“ síť je nutné:

- udělat (přístupovou) síť obousměrnou
 - zřídit zpětný kanál
 - nutný upgrade sítě
- přenášet data skrze analogové (TV) kanály
 - k tomu slouží např. technologie **DOCSIS** (resp. euroDOCSIS)
 - Data Over Cable Service Interface Specification

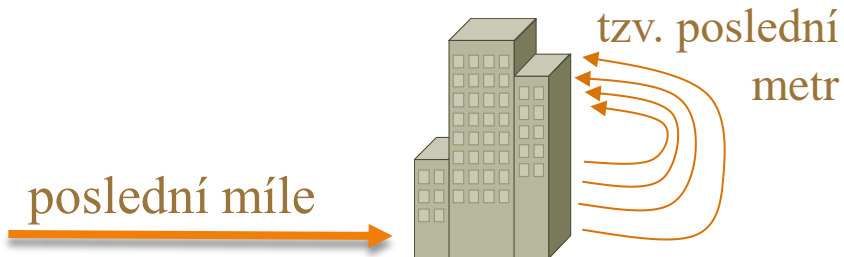
• prvky „překryvné“ sítě:

- CM (Cable Modem)
 - kabelový modem
- CMTS (Cable Modem Termination System)
 - obdoba DSLAMu, „protikus“ ke kabelovým modemům
 - nachází se v místě, kterému se říká Distribution Hub, nebo Headend



překlenutí posledního metru

- **překlenutí poslední míle:**
 - je o tom, jak překlenout vzdálenost v řádu jednotek kilometrů, až k nějakému objektu
 - velmi často je přenosová trasa vedena jednotně, jako dvoubodový spoj
 - a k rozvětvení dochází až v rámci samotného objektu
- **důsledek:**
 - poslední úsek (v řádu metrů, ne kilometrů, proto „**poslední metr**“) lze řešit jinak, než samotnou poslední míli
 - jinou technologií / médiiem



- **poslední metr lze řešit:**
 - "drátově"
 - „drátový Ethernet“ (kroucená dvoulinka), koaxiální rozvody, ...
 - využitím napájecích rozvodů (technologie PLC, varianta b)
 -
 - "bezdrátově"
 - Wi-Fi, WiMAX
- **možné strategie:**
 - poslední míle optikou
 - poslední metr drátově (Ethernet) nebo bezdrátově (Wi-Fi)
 - poslední míle bezdrátově
 - poslední metr drátově (Ethernet) nebo bezdrátově (Wi-Fi)
 -



poslední metr si někdy řeší zákazníci sami a ve vlastní režii (agregují poptávku)

optické přístupové sítě

• optické sítě lze budovat jako:

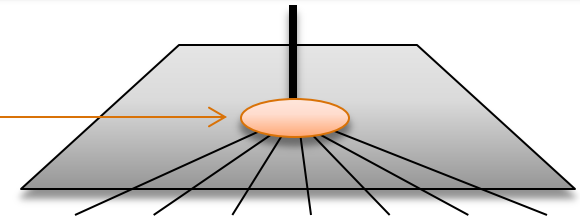
– aktivní

- pro „rozvětvení“ optických vláken se používají aktivní (napájené) prvky, fungující jako zesilovače
 - je to dražší, nutná péče/správa
 - lze dosahovat vyšších rychlostí
 - lze dosahovat na větší vzdálenosti
 - v přístupových sítích víceméně zbytečné

– pasivní

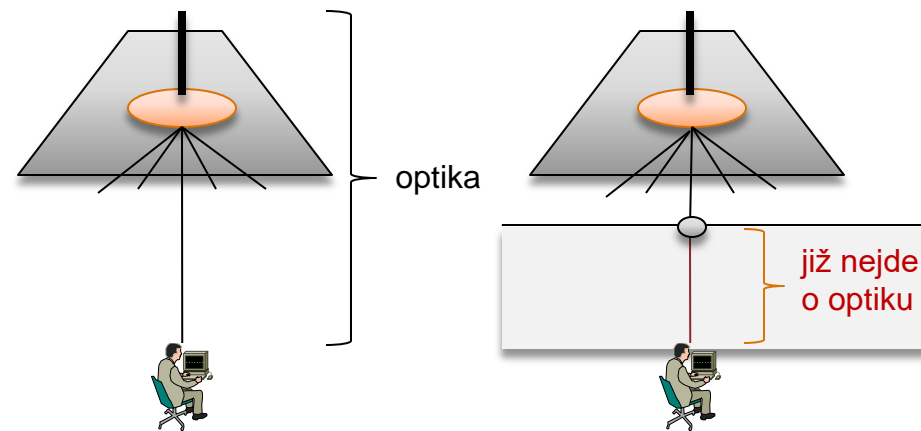
- pro „rozvětvení“ stačí pasivní prvky
 - není nutné je napájet a zajišťovat jejich správu
 - lze zakopat do země
 - lze dosahovat je nižších rychlostí, na kratší vzdálenosti
 - pro přístupové sítě to stačí !!

sítě PON (Passive Optical Network)



• otázka:

- má optika vést až k uživateli?
 - umožňuje to dosahovat vyšších přenosových kapacit
 - je to složité a drahé
- nebo má optika končit „někde před“ koncovým uživatelem?
 - a poslední úsek (poslední metr) má být řešen jinak?
 - je to levnější a snáze realizovatelné



FTTx: FTTH vs. FTTC

- optické přístupové sítě se dnes budují převážně jako pasivní (PON)

- označují se jako FTTx (Fiber to the X)

- kde za x se doplňuje další písmeno podle toho, o jakou variantu „zakončení“ jde

- FTTH (Fiber to the Home)

- optika je „až do domova/bytu“

- tedy až ke koncovému uživateli
- někdy označováno též jako:
 - FTTA (... Apartment)
 - FTTS (... Subscriber)

- FTTC (Fiber to the Curb)

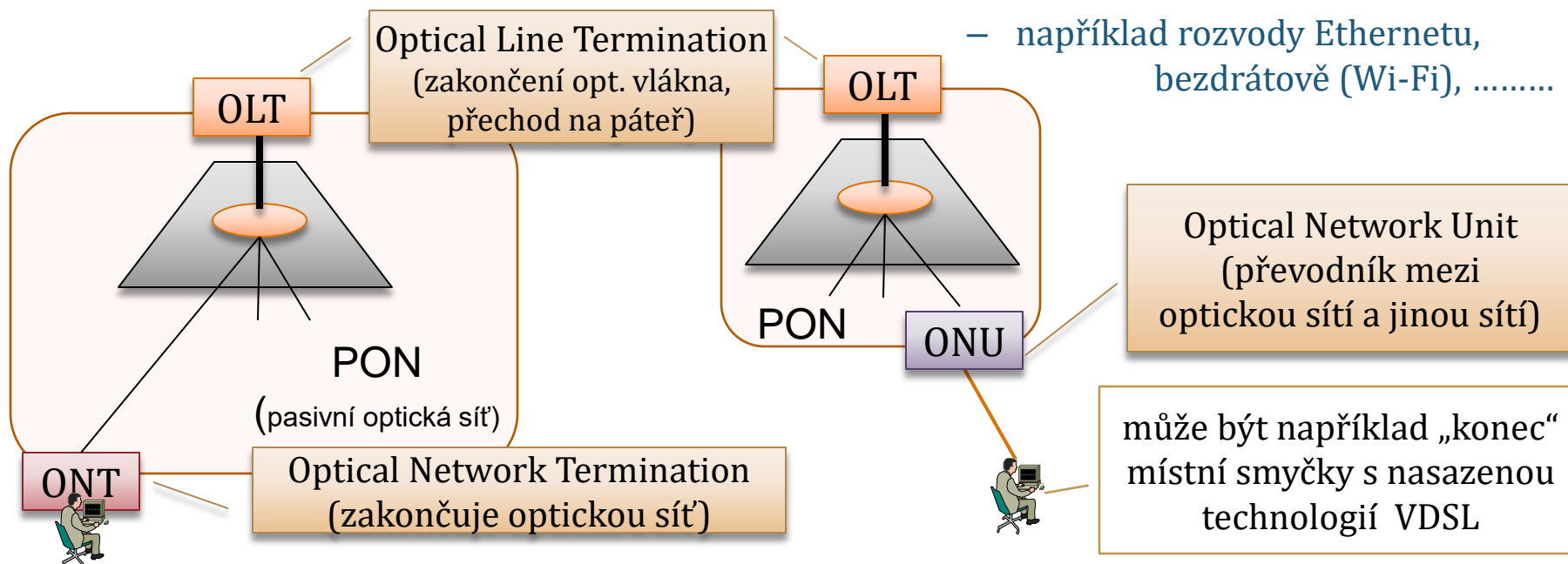
- optika je pouze „někam před“

- Curb = obrubník, okraj chodníku

- poslední úsek („poslední metr“) je řešen jinak

- tím, co je k dispozici

- například rozvody Ethernetu, bezdrátově (Wi-Fi),



datové sítě, privátní datová síť

- **připomenutí:**

- **telekomunikační sítě** slouží k poskytování konkrétních telekomunikačních služeb
 - a jsou tomu také plně uzpůsobeny
 - např. telefonní síť a telefonování,
 - distribuční sítě pro šíření TV a R vysílání
- **datové sítě** slouží k přenosu dat
 - data mohou „patřit“ různým aplikacím a službám
 - datové sítě to (obvykle) nezkoumají
 - nejčastěji fungují stylem Best Effort
 - ale mohou nabízet i podporu QoS
 - na principu prioritizace
 - na principu rezervace (garance)



„chytré“
sítě



„hloupé“
sítě

- **privátní datová síť**

- je taková, u které vlastník = uživatel
 - vlastník ji sám používá
- vlastník může být i provozovatelem
 - ale také nemusí
 - provozovatelem může být externí subjekt, na principu outsourcingu
 - příklad: datovou síť MV ČR provozuje Česká pošta
- **výhody:**
 - vlastník rozhoduje o všem
 - fungování sítě, protokoly, adresy, zabezpečení,
 - uživatelé a jejich práva
 -
- **nevýhody:**
 - je to nákladné
 - vyplatí se to jen „větším“ subjektům s větší potřebou datových přenosů

veřejná datová síť (VDS)

- **veřejná síť = jejím uživatelem může být kdokoli (kdo zaplatí)**
 - **vlastník svou síť nepoužívá – její služby nabízí jiným subjektům za úplatu**
 - otázka licencí: někdy (dříve i v ČR) je zapotřebí mít licenci k poskytování „veřejných datových služeb“
 - **poskytovaná služba: přenos dat zákazníka skrz datovou síť provozovatele**
 - obvyklé zpoplatnění:
 - za objem přenesených dat, za navázání spojení, za dobu existence spojení,
 - musí být standardizováno:
 - jak se k datové síti připojit, jak jí předávat data, jak je adresovat,
- **z pohledu zákazníka**
 - při (relativně) malých objemech dat je to výhodnější, než skutečná privátní síť
 - nevýhoda:
 - jde o sdílenou službu
 - „jsou vidět“ i ostatní zákazníci
 - **výhoda:**
 - je to služba
 - žádné investice ani odpisy
 - platí se podle využití
- **z pohledu vlastníka sítě**
 - obvykle jde o telekomunikačního operátora
 - je to pro něj výhodnější, než když „prodává“ pouze přenosové okruhy
 - u privátní sítě si „přidanou hodnotu“ (schopnost přenášet data) přidává zákazník
 - a operátorovi unikají výnosy
 - zde „přidanou hodnotu“ přidává operátor a vydělává na tom

virtuální privátní síť (VPN)

- **dříve (v kontextu datových sítí)**

- **taková datová síť, která se chová jako privátní**

- typicky: pro firmy, firemní uživatele
- ve smyslu: uživatel si může myslet, že má celou síť jen pro sebe
 - „nevidí“ ostatní uživatele, má vlastní adresový prostor, celá kapacita sítě je „jen jeho“, rozhoduje o všech právech, jeho data „nevidí“ nikdo jiný

- **ale ve skutečnosti je to jen uměle navozená iluze**

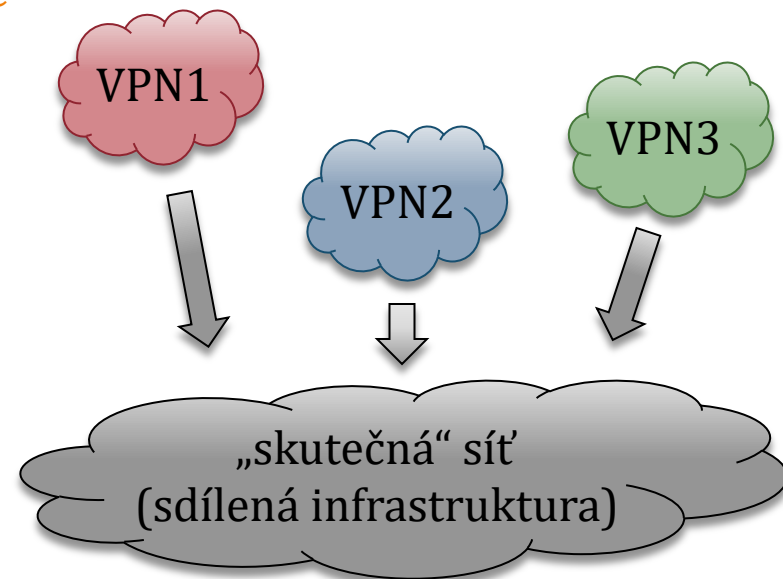
- ve skutečnosti jde o síť, která využívá (sdílí) stejnou infrastrukturu jako jiné sítě
 - ať již privátní či nikoli
 - a je pouze „logicky vyčleněna“
 - takovým způsobem, že navozuje iluzi vlastní samostatné sítě
- důležitý je „množstevní efekt“
 - je to levnější než vlastní infrastruktura
 - protože stejnou infrastrukturu využívají i další zákazníci, v rámci svých sítí VPN

- **cíle nejsou ani tak „logické“, jako spíše ekonomické a praktické**

- nejde ani tak o bezpečnost a její zavedení či zvýšení
- jde hlavně o ekonomický efekt – že je to levnější než skutečná privátní síť

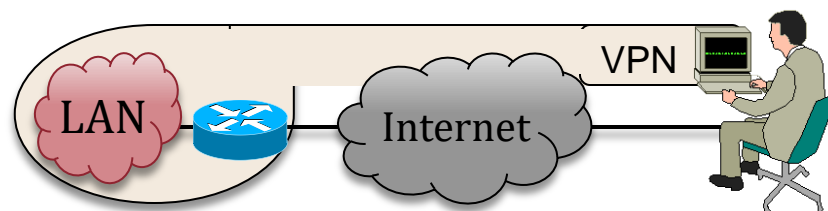
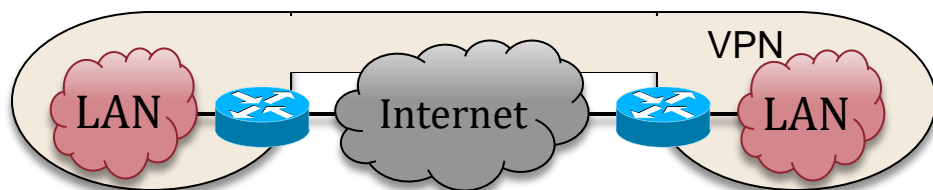
- **je to řešení „od poskytovatele“, nikoli realizované „vlastními silami“**

VPN
(Virtual Private Network)



virtuální privátní sítě (VPN)

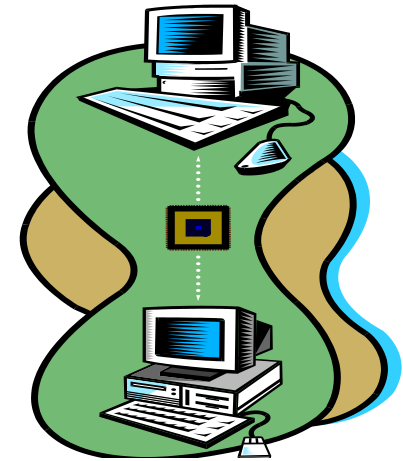
- **dnes (v kontextu počítačových sítí)**
 - jsou VPN sítě spíše „bezpečnostním“ řešením
 - aneb „jak udělat bezpečnou a důvěryhodnou síť“ nad zcela veřejnou infrastrukturou
 - nejčastěji nad veřejným Internetem
 - iluze vlastní sítě slouží hlavně k zabezpečení a ochraně v „nechráněném prostředí“
 - jde hlavně o:
 - zajištění integrity (celistvosti) a důvěrnosti (utajení) přenášených dat
 - spolehlivou identifikaci a autentizaci uživatelů při přístupu k VPN
 - případně o vlastní adresaci, vyhrazenou kapacitu, podporu specifických protokolů, ...
 - už tolik nejde o ekonomický efekt
 - může jít o čistě SW řešení, které si nasadí uživatel ve vlastní režii
- **site-to-site VPN**
 - slouží k propojení dvou či více lokalit
 - obvykle přes veřejný Internet
 - SW podpora (VPN klient) je zabudován ve směrovačích
- **remote access VPN**
 - slouží ke vzdálenému připojení k (firemní) síti
 - SW podpora (VPN klient) běží přímo u vzdáleného uživatele



datové a počítačové sítě

- **datové sítě a počítačové sítě mají mnoho společného**

- přenáší data
 - a tato data mohou patřit různým službám a aplikacím
- jsou hloupé, ale měly by být rychlé
 - pouze přenáší data, ale nezpracovávají je, negenerují atd.
- na okraje sítě se připojují „chytrá“ zařízení
 - počítače, terminály, periferie, čidla, senzory



- **ale jsou mezi nimi i určité rozdíly**

- **datové sítě**

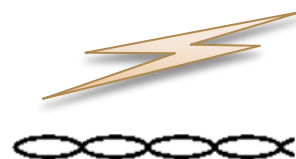
- termín „datová síť“ se používá hlavně v telekomunikacích
- existují téměř výlučně v „rozlehlém“ provedení
 - jako geograficky rozlehlé sítě
- jsou spíše „fyzické“
 - mají vlastní infrastrukturu
 - na kterou jsou pevně vázány
 - jsou homogenní
 - tvořené stejnou infrastrukturou

- **počítačové sítě**

- termín „počítačová síť“ se používá spíše mimo telekomunikace
 - ve světě počítačů
- existují v široké škále „rozlehlosti“
 - od lokálních až po rozlehlé
- jsou spíše „logické“
 - v různých svých částech mohou využívat různou infrastrukturu
 - která se může i měnit
 - „chtějí být“ vnímány nezávisle na použité infrastruktuře

jiný pohled na počítačové sítě

- **počítačové sítě potřebují ke svému fungování vhodnou přenosovou infrastrukturu**
 - „dráty“ (přenosová média, přenosové okruhy, telekomunikační/datové sítě,
 - bezdrátová řešení (bezdrátové technologie, bezdrátové sítě,



- **přítom:**
 - v různých svých částech mohou počítačové sítě využívat různou přenosovou infrastrukturu
- **ale:**
 - snaží se být nezávislé na této přenosové infrastruktuře
 - fungovat „všude stejně“, nezávisle na tom, jakou infrastrukturu kde využívají
 - odstínit svého uživatele od konkrétní přenosové infrastruktury
 - aby ho nemuselo zajímat, jaká infrastruktura je kde použita
 - aby se nemusel zabývat specifickými vlastnostmi konkrétní infrastruktury

v tomto smyslu jsou „spíše logické“

klasifikace počítačových sítí

- **používají jinou klasifikaci než sítě telekomunikační**
 - WAN, Wide Area Network
 - rozlehlá síť
 - MAN, Metropolitan Area Network
 - metropolitní síť
 - LAN, Local Area Network
 - lokální síť
 - PAN, Personal Area Network
 - "osobní" síť
- **případně:**
 - WWAN, WMAN, WLAN, WPAN
 - Wireless WAN, Wireless MAN
 - NAN
 - Neighbourhood Area Network
 - CAN
 - Community Area Networks
 -
- **kritériem pro rozlišení je tradičně dosah sítě (velikost)**
 - geografická vzdálenost
- **ale:**
 - s postupem času se rozdíly stírají
 - sítě LAN se stávají většími
 - sítě WAN naopak menšími
 - různé druhy sítí začínají splývat
 - rozdíl mezi LAN a WAN není zřetelný
- **existují ale i jiná rozlišující kritéria, jako např.:**
 - druh/vlastnictví přenosové infrastruktury
 - způsob a účel využití
 - postavení a role uzlů
 -

rozlehlé vs. lokální sítě

vzdálenost	pokrývá	síť
1 – 10 m	POS (Personal Operating Space)	PAN
10 - 1000 m	místnost, budova, areál	LAN
1 - 100 km	kampus, město, aglomerace	MAN
100 km a více	stát, kontinent, planeta	WAN

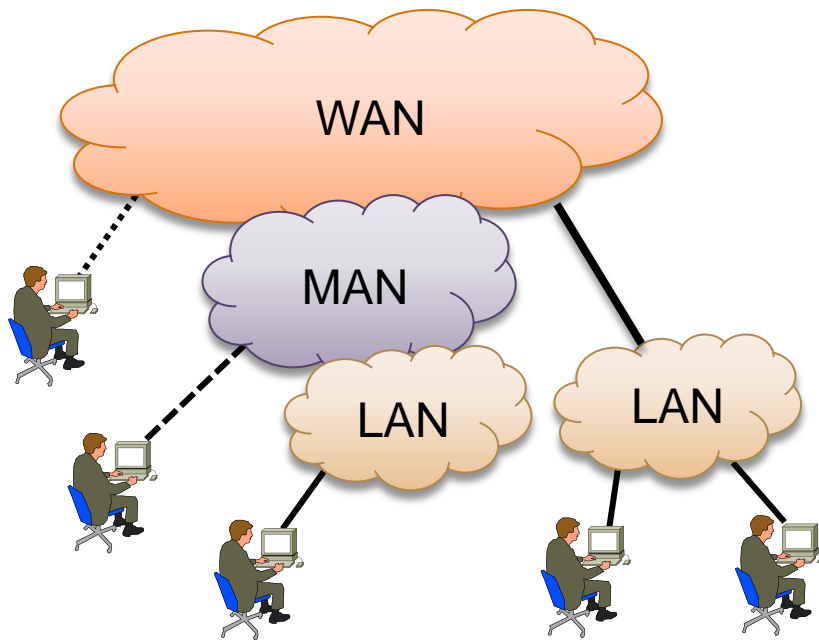
obvyklá klasifikace, podle „rozlehlosti“

další charakteristické rozdíly mezi LAN a WAN

hranice nejsou ostré

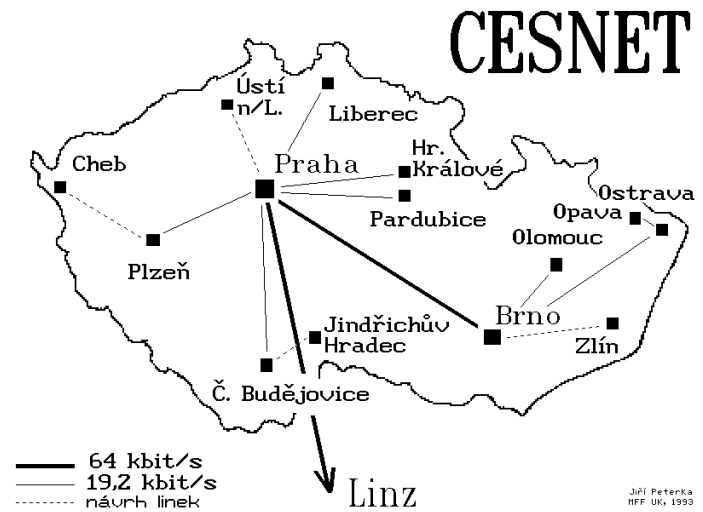
	LAN	WAN
proč vznikly, proč se zřizují	pro potřeby sdílení zdrojů	pro komunikaci a vzdálený přístup
přenosová rychlost	spíše vyšší	spíše nižší
přenosové zpoždění	malé	velké
spolehlivost přenosových cest	vyšší	nižší
topologie	systematická (sběrnice, strom, ..)	nesystematická (ad-hoc)
vlastnictví infrastruktury („drátů“)	vlastní provozovatel	provozovatel si pronajímá
charakter uzlů	pracovní stanice	servery
dostupnost uzlů	jen někdy (podle potřeb uživatelů)	trvale

představa vztahu WAN/MAN/LAN



- **příklad: akademické sítě v ČR**
 - **WAN: síť CESNET**
 - celorepubliková síť, "rozdává" Internet do všech měst s vysokými školami
 - **MAN: metropolitní akademické sítě v jednotlivých městech**
 - Praha: PASNET (Prague Academic Network)
 - Plzeň: Pilsnet
 - Liberec: Liane
 - **LAN: lokální sítě na jednotlivých školách**
 - např. LAN v objektech MFF UK

- **síť WAN slouží (nejčastěji) k propojení sítí LAN nebo MAN**
 - výjimečně i k připojení jednotlivých koncových uzlů
- **síť MAN: k propojení sítí LAN**
 - případně k připojení jednotlivých koncových uzlů
- **síť LAN: propojuje koncové uzly**



sítě PAN (Personal Area Networks)

- **sítě, které vznikají propojením osobních zařízení**

- mobilů, tabletů, přenosných a nepřenosných počítačů, periferií
- **na krátkou vzdálenost**
 - POS, Personal Operating Space
 - obvykle: do 10 metrů
- **slouží potřebám jednoho uživatele**
 - proto "personální"

- **příklady:**

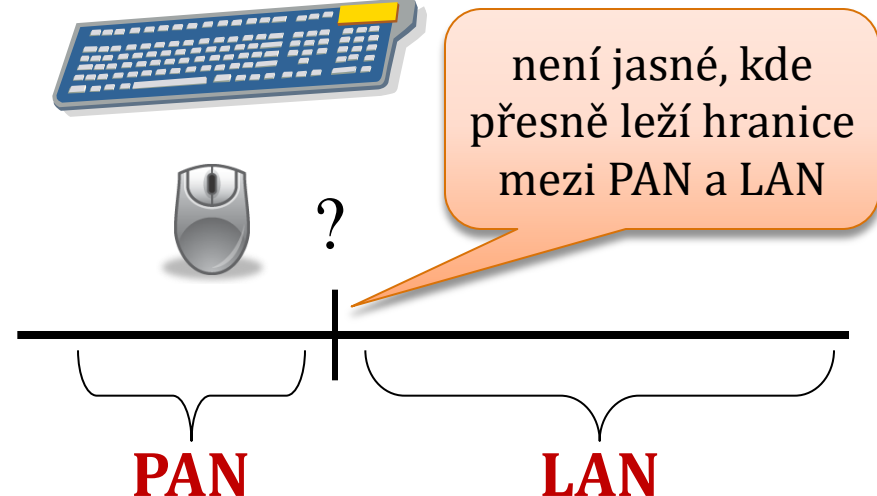
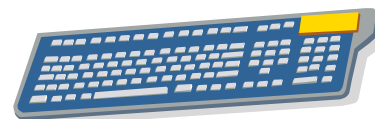
- **propojení "stacionárních" zařízení**
 - typu počítačů, klávesnic, myši, tiskáren
- **propojení "mobilních" zařízení**
 - např. mobilních telefonů, bezdrátových telefonů, PDA, tabletů, hands-free sad, ...

- **někdy se hovoří také o:**

- **piconets, scatternets**
 - propojení 2/více zařízení přes Bluetooth, IrDA apod.

- **mohou být:**

- **drátové (spíše výjimečně)**
 - využívají USB, FireWire,
- **bezdrátové (častěji)**
 - využívají Wi-Fi, Bluetooth, IrDA,



sítě LAN (Local Area Networks)

- síť LAN je vymezena hlavně svým dosahem (řádově 10 – 1000 metrů)

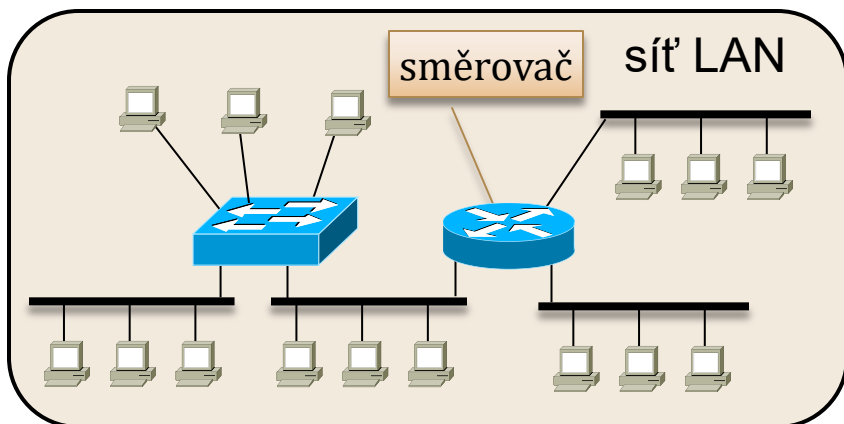
- „drátové“ sítě LAN dnes nejčastěji využívají technologii Ethernet
- „bezdrátové“ sítě LAN nejčastěji využívají Wi-Fi

je „geograficky soustředěná“

- v praxi má pojem LAN dva poněkud odlišné významy

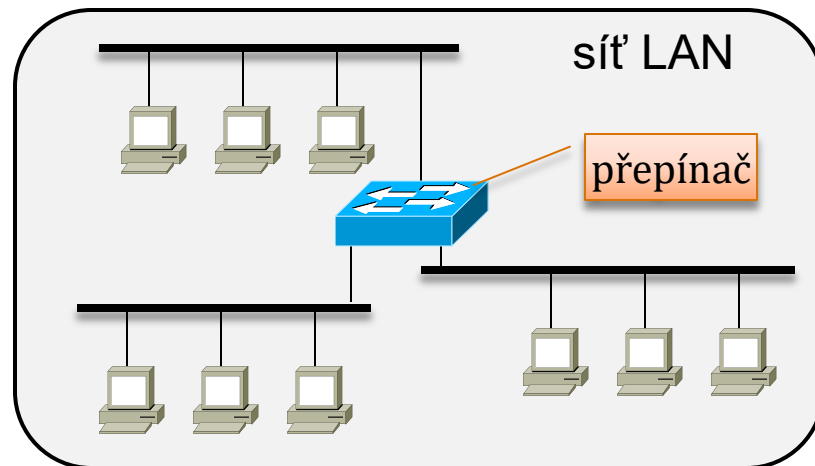
- LAN v širším slova smyslu

- jakákoli síť „menšího“ dosahu
- bez ohledu na své uspořádání, topologii, použité aktivní prvky ...
 - může obsahovat směrovače (router)
 - může jít o několik sítí LAN (v užším slova smyslu), které jsou vzájemně propojeny



- LAN v užším slova smyslu

- pouze taková síť „menšího“ dosahu, ve které jsou jednotlivé uzly propojeny na fyzické a linkové vrstvě
 - nesmí obsahovat žádné směrovače (router)
 - může obsahovat pouze přepínače (switch) a mosty (bridge)



sítě MAN (Metropolitan Area Network)

- **metropolitní sítě jsou:**

- větší než sítě lokální (LAN)
- menší než sítě rozlehle (WAN)

- **slouží především:**

- k propojování sítí LAN

- **rozdíl oproti LAN:**

- LAN patří jednomu subjektu
 - firmě, škole, úřadu, domácnosti, ...
- vlastník je současně i uživatelem
 - vlastní i přenosovou infrastrukturu
- LAN (obvykle) neprochází přes veřejné prostory
 - ale rozkládá se uvnitř prostor, které patří jejímu vlastníkov
 - byt, kancelář, budova, areál ...
- využívá „lokální“ přenosové technologie
 - Ethernet, Wi-Fi,



kde konkrétně leží hranice?

LAN

?

MAN

?

WAN

- **sít' MAN:**

- může patřit „městu“
 - či celé skupině vlastníků (konsorcium)
- nebo některému operátorovi
 - telekomunikačnímu či jinému
- vlastník sítě MAN nemusí být jejím uživatelem
 - může poskytovat její služby svým zákazníkům
- využívá „metropolitní“ technologie
 - vhodné pro „větší vzdálenosti“
 - např. WiMAX, ATM, FDDI,
 - dnes gigabitový Ethernet

příklady: akademický PASNET, městská síť MEPNET (hl.m. Praha).

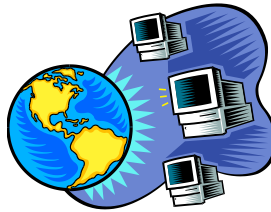
sítě WAN (Wide Area Network)

- **jsou největší**

- pokrývají regiony/kraje, státy, kontinenty, celou planetu
 - překonávají velké vzdálenosti, veřejné prostory a (často) i hranice států

- **slouží hlavně:**

- k přenosu dat na větší vzdálenosti
- k propojování menších sítí
 - sítí LAN, MAN,



- **sítě WAN budují:**

- organizace a velké firmy
 - pro svou vlastní potřebu
- poskytovatelé (telekomunikační operátoři)
 - pro poskytování jejich služeb na komerční bázi
 - na stejném principu jako veřejné datové sítě, formou VPN apod.
- nebo:
 - nemají jednoho vlastníka, jde o soustavu sítí s individuálními vlastníky
 - příklad: celosvětový Internet

- **technologické řešení:**

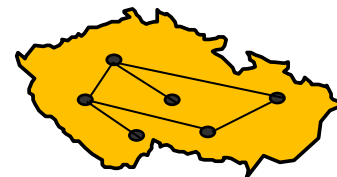
- používají přenosové cesty, vhodné pro překlenutí větších vzdáleností
 - dnes: nejčastěji optika
- používají řešení, využitelná pro poskytování telekomunikačních i datových služeb
 - dříve: ATM, Frame Relay, X.25
 - dnes: MPLS, Packet over SONET/SDH
- využívají protokoly, použitelné i na větší vzdálenosti
 - například TCP/IP

- **topologie:**

- bud' nesystematická
- nebo: kruhová
 - lze „přežít“, i přerušení kruhu

sítě NAN a CAN

- existují ještě další kategorie počítačových sítí
 - vymezené podle jiných kritérií, než je jejich dosah



- **NAN, Neighbourhood Area Network**

- „sousedská“ síť

- propojuje uživatele, soustředěné v nějaké lokalitě
 - „sousedy“
- obvykle: budují si ji a spravují sami její uživatelé, vlastními silami
 - sousedi



- **důvod vzniku:**

- dříve:

- sdílení zdrojů, vzájemná komunikace,

- dnes:

- spíše sdílení poptávky po přístupu k Internetu

- sousedé/komunita se domluví, propojí se mezi sebou a pak si společně najdou dodavatele internetové konektivity

- **CAN, Community Area Network**

- komunitní síť

- propojuje uživatele, kteří tvoří nějakou komunitu
 - nemusí být sousedy, nemusí se nacházet ve stejné lokalitě
 - ale mají stejné zájmy
- je náročnější na budování a správu
 - neřeší se „vlastními silami“, ale má nějakého správce

- příklad: síť CZFree.Net



internet a Internet

- **co vznikne, když vzájemně propojíme dvě či více sítí (LAN, MAN atd.)?**
 - **odpověď: vznikne soustava vzájemně propojených sítí**
 - které se v angličtině říká **internetwork**, zkráceně **internet**, případně **Internet**
 - **je třeba rozlišovat:**
- **internet (a malým počátečním „i“)**
 - **jde o obecné označení (generický název) pro jakoukoli soustavu vzájemně propojených sítí**
 - jakých je na světě velké množství
 - **kdokoli si může pořídit vlastní internet**
 - třeba i „u sebe doma“
 - stačí k tomu jeden směrovač, který propojí dvě sítě LAN
- **Internet (s velkým počátečním „I“)**
 - **jde o vlastní jméno jedné konkrétní soustavy vzájemně propojených sítí**
 - „toho“ celosvětového Internetu
 - **který je pouze jeden**
 - který nemá žádného jednotlivého vlastníka
 - **své vlastníky mají pouze jednotlivé dílčí sítě, propojené do Internetu**
 - nelze jej od nikoho koupit či jinak získat
- **dnešní (obvyklá) terminologie**
 - **již nerozlišuje mezi internetem a Internetem**
 - a i pro celosvětový Internet (který je jen jeden) se zcela běžně používá termín **internet**
 - zejména v médiích a masovějších sdělovacích prostředcích
 - poslední dobou bohužel i v odbornější literatuře

intranet vs. extranet

- počítačové sítě lze dělit i podle účelu, ke kterému slouží
- **intranet**
 - slouží „interním“ potřebám svého vlastníka
 - nejčastěji jde o firemní síť LAN
 - ale může to být i MAN či WAN
 - důležité je využití jen pro vlastní potřeby
 - přístup jen pro vlastní uživatele
 - typické využití:
 - provozování „interních“ aplikací
 - firemní IS (účetnictví, CRM, HR, ..)
 - sdílení „interních“ zdrojů
 - firemní dokumenty
- **extranet**
 - slouží „vnějším“ potřebám vlastníka
 - pro komunikaci se zákazníky
 - přístup mají i „cizí“ uživatelé
 - potenciální i aktuální zákazníci
 - vlastní uživatelé spíše jako správci
 - typické využití
 - marketing, e-commerce, e-business
 - nabízení, objednávání, nakupování, dodávání, reklamace
 - podpora
 - helpdesk, download aktualizací, ...



prostřednictvím vlastní sítě



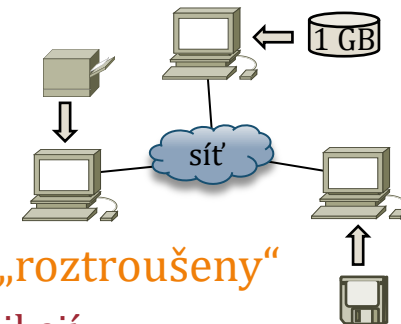
dnes: prostřednictvím Internetu

- **technologicky**
 - mezi intranetem a extranetem může, ale nemusí být rozdíl
 - mohou se používat stejné protokoly (TCP/IP), stejné aplikace a služby (mail, WWW, FTP, Instant Messaging,

sítě serverového typu a P2P

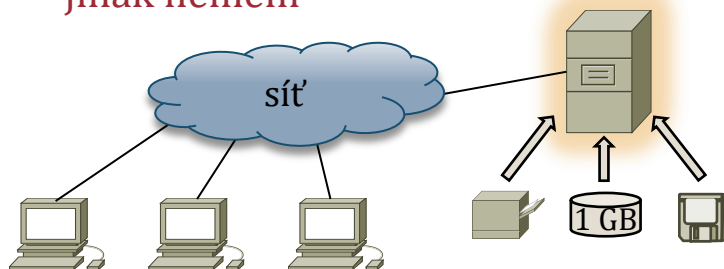
- další možné dělení počítačových sítí je založeno na tom, kde se nachází různé zdroje

- „obsahového charakteru“: datové soubory, aplikace,
- periferie: tiskárny, plottery, modemy,



- síť serverového typu:

- všechny zdroje jsou na jednom centrálním místě
 - na serveru
 - který nabízí své zdroje těm, kteří o ně mají zájem
- ostatní uzly zdroje nemají
 - jsou v roli klientů
 - pokud nějaké zdroje potřebují, požádají o ně servery
 - role klientů a serveru se nestřídají ani jinak nemění



- síť peer-to-peer

- jednotlivé zdroje jsou „roztroušeny“
 - zůstávají tam, kde vznikají
 - zůstávají u toho, kdo je vytváří, komu patří, kdo se o ně stará,
- každý uzel sítě se chová současně jako server i jako klient
 - jako server: nabízí ostatním ty zdroje, které má u sebe
 - jako klient: získává požadované zdroje od těch uzlů (serverů), které je mají
- v praxi:
 - síť peer-to-peer může být realizována pomocí specializovaných SW nástrojů
 - dříve existovaly operační systémy pro takovýto druh sítí
 - Lantastic, Novell Personal Netware