

# Lekce 2: Taxonomie počítačových sítí

*Jiří Peterka*

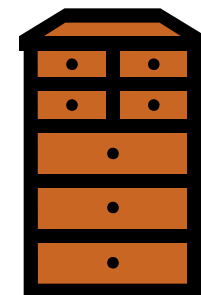
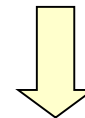
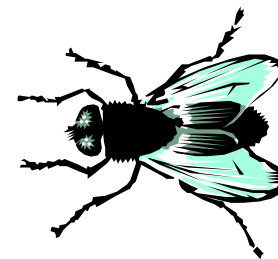
# co je „taxonomie“?

- **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)



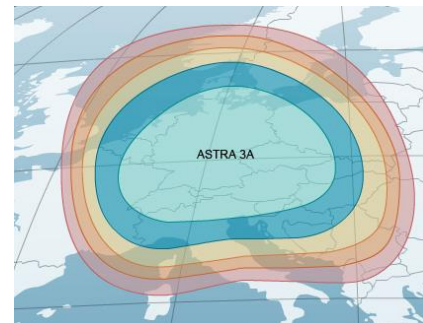
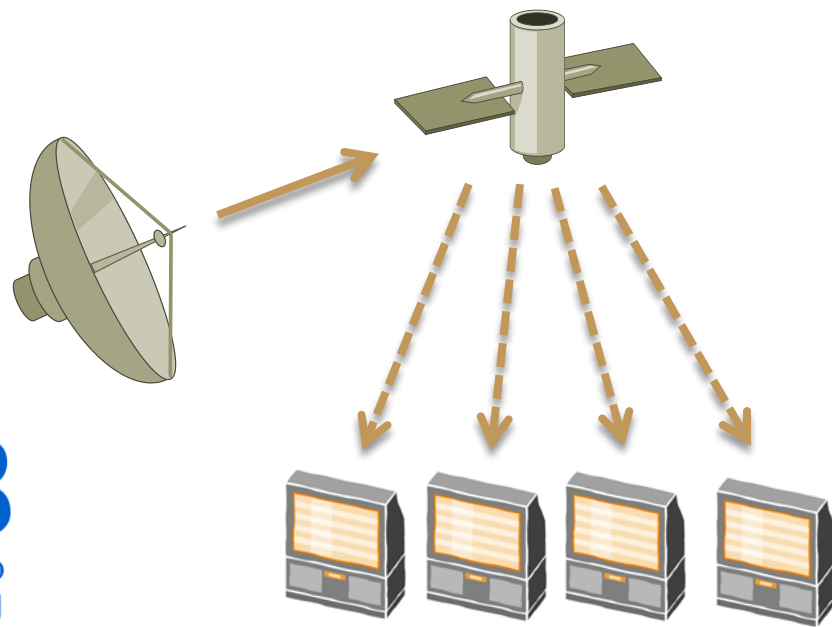
# příklady kritérií

- **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:
  - sítě 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)
  - .....

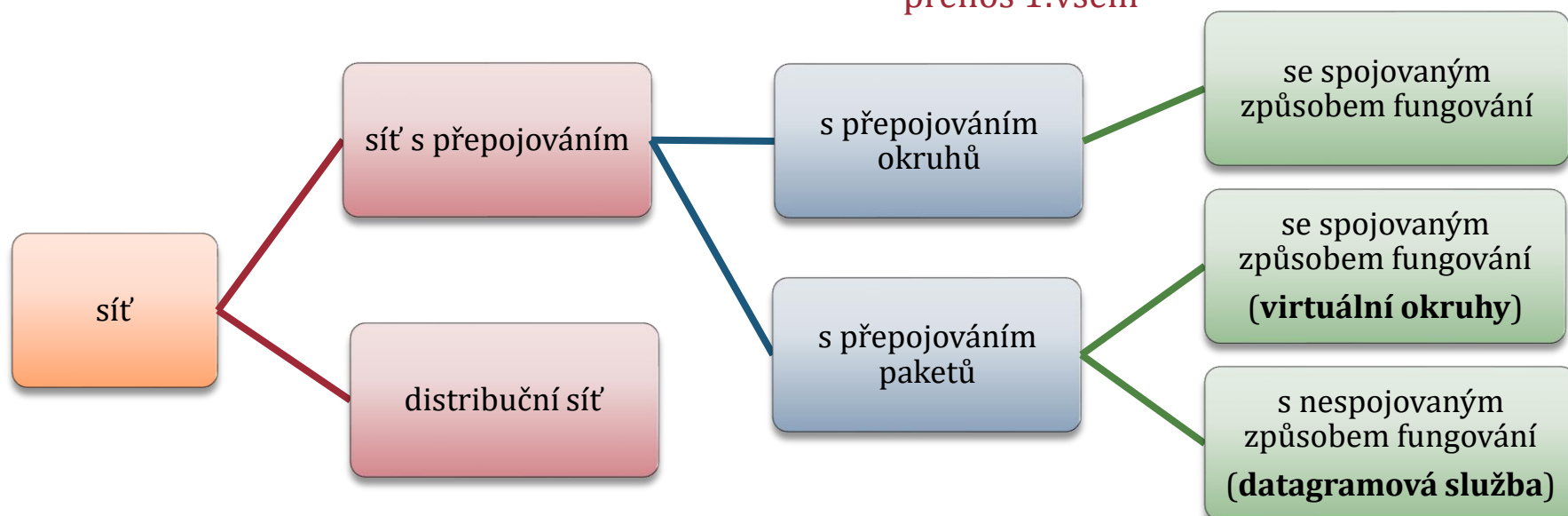


# sítě s přepojováním

- **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 odesílatele k 1 příjemci
  - forma přepojování:
    - přepojování okruhů
    - přepojování paketů

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

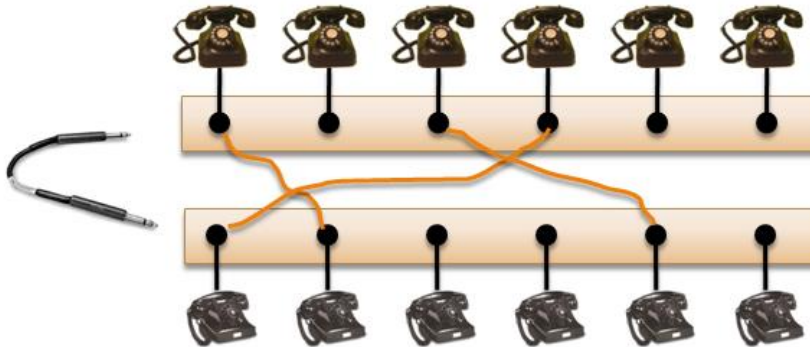


# sítě s přepojováním okruhů a paketů

## • připomenutí:

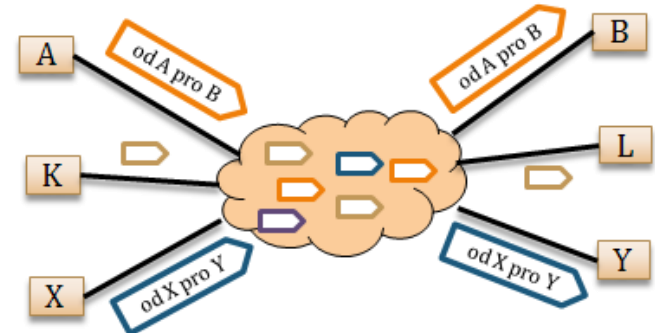
### – sítě s přepojováním okruhů:

- 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 vyhražování 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**

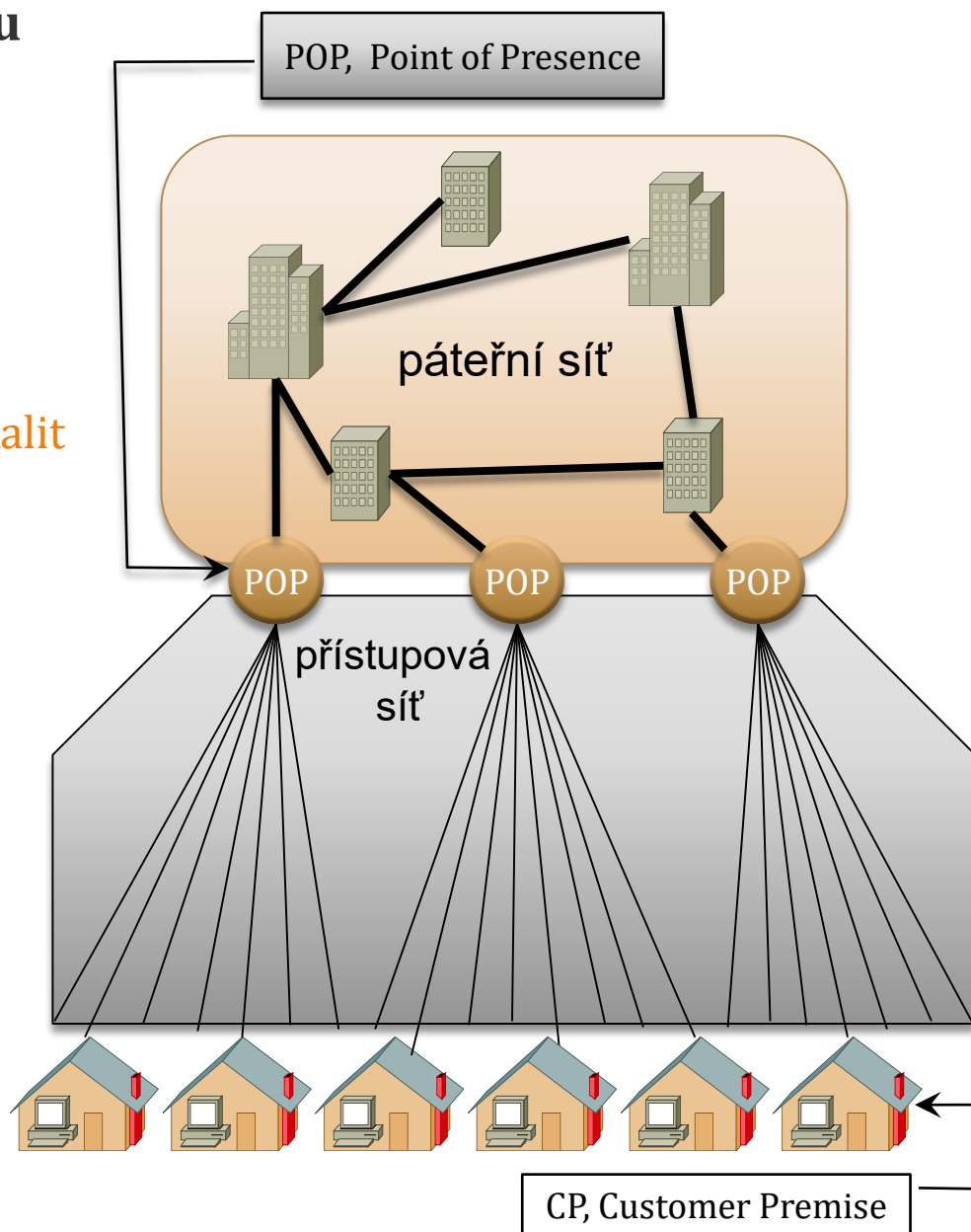
- pouze přenáší data, neřeší účel dat
  - nezajímá je / nezkoumají, které službě data patří
- fungují „nezávisle“
  - na druhu / účelu přenášených dat
- obvykle:
  - na principu přepojování paketů
  - stylem Best Effort
    - negarantovaně
  - spojovaně i nespojovaně
    - záleží na síti
  - spolehlivě 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)
  - "rozvádí" 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 02 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 ústředen
- 138 řídicích ústředen (HOST)
- 2374 předsunutých ústředen

- **jednotek RSU**

- Remote Subscriber Unit

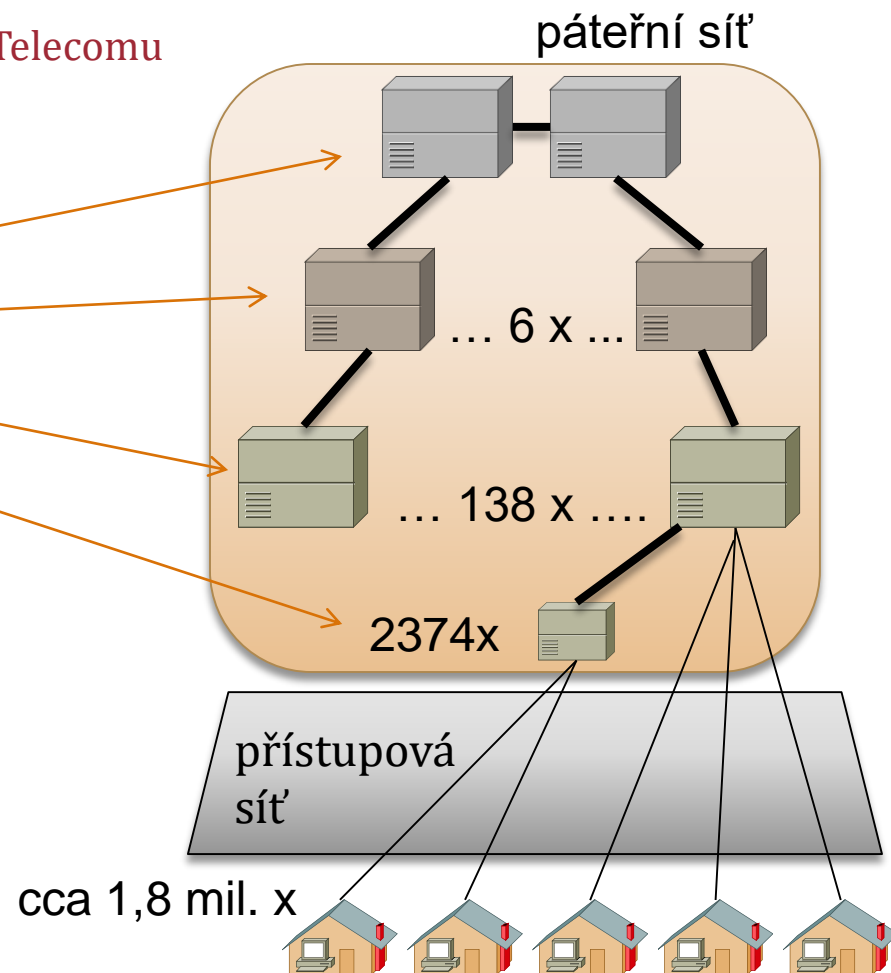
- **přístupová část telefonní sítě**

- **je celoplošná**

- pokrývá celé území ČR

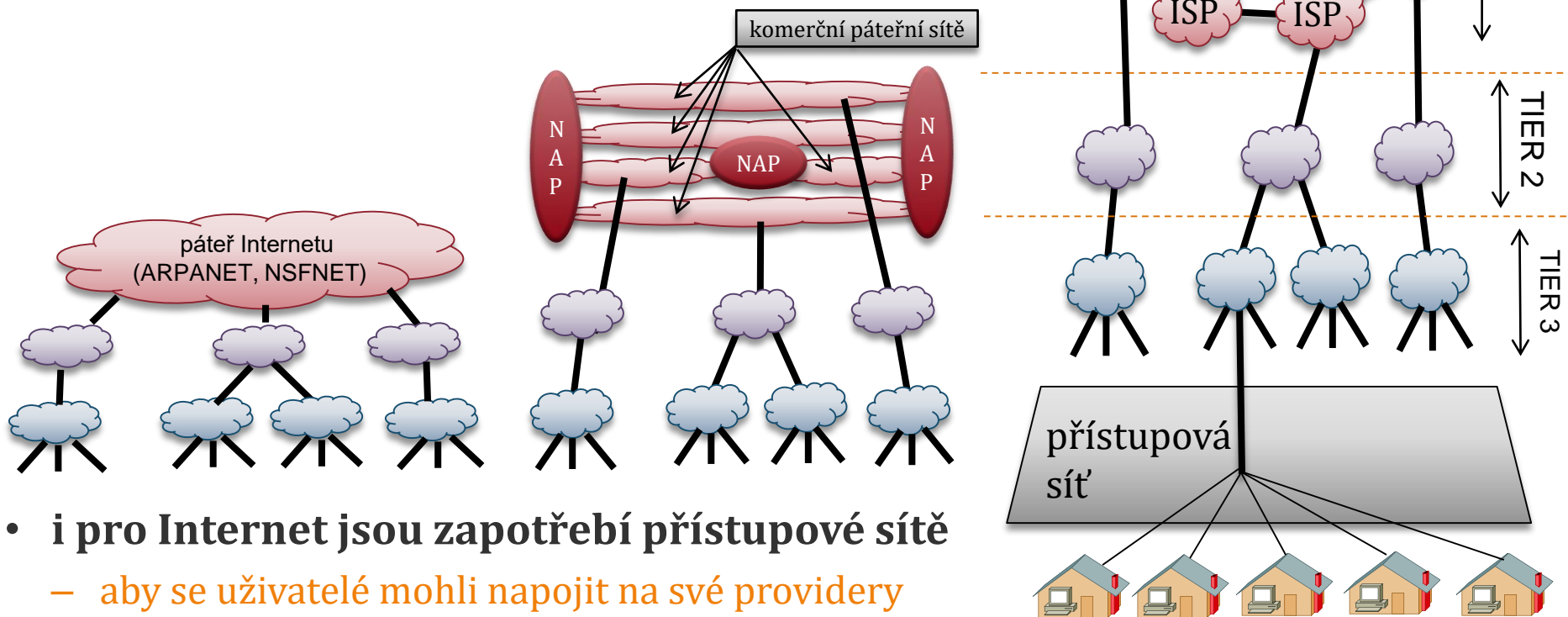
- **je tvořena místními smyčkami**

- metalické kabely (kroucená dvoulinka)



# příklad: páteřní sítě 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

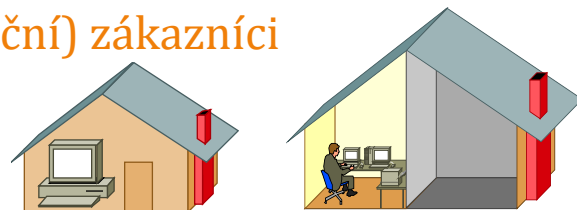


- i pro Internet jsou zapotřebí přístupové sítě
  - aby se uživatelé mohli napojit na své providery

# (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

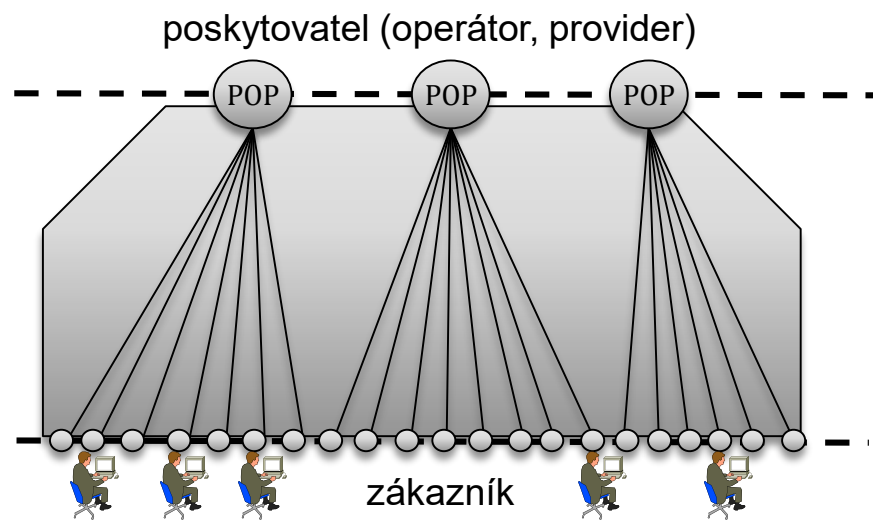
- **musí překonávat veřejné prostory**

- 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)



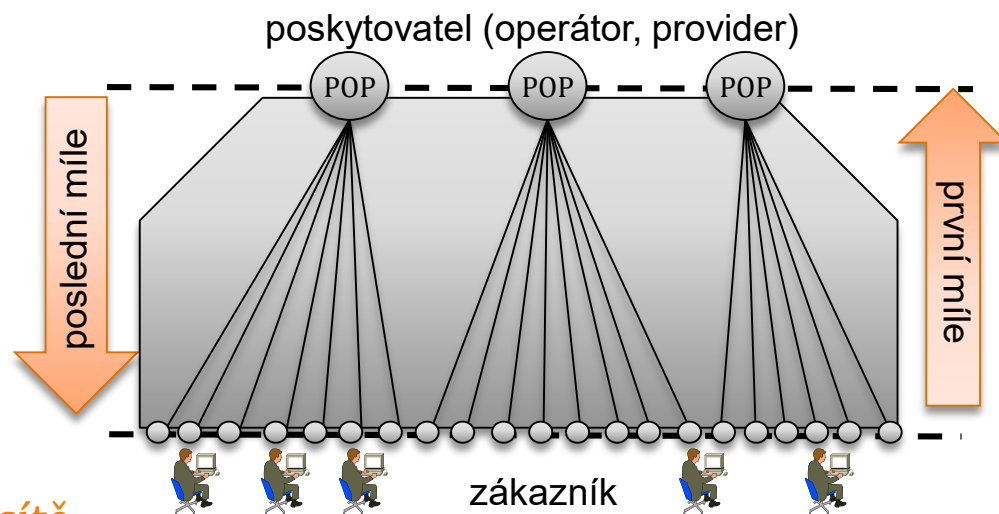
# poslední míle, první míle

## • 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)

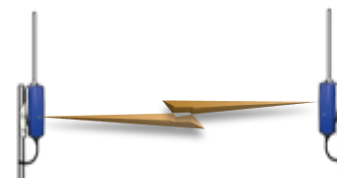
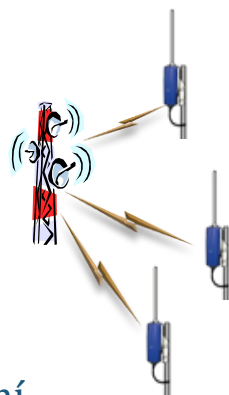
- **příklady**

- 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)



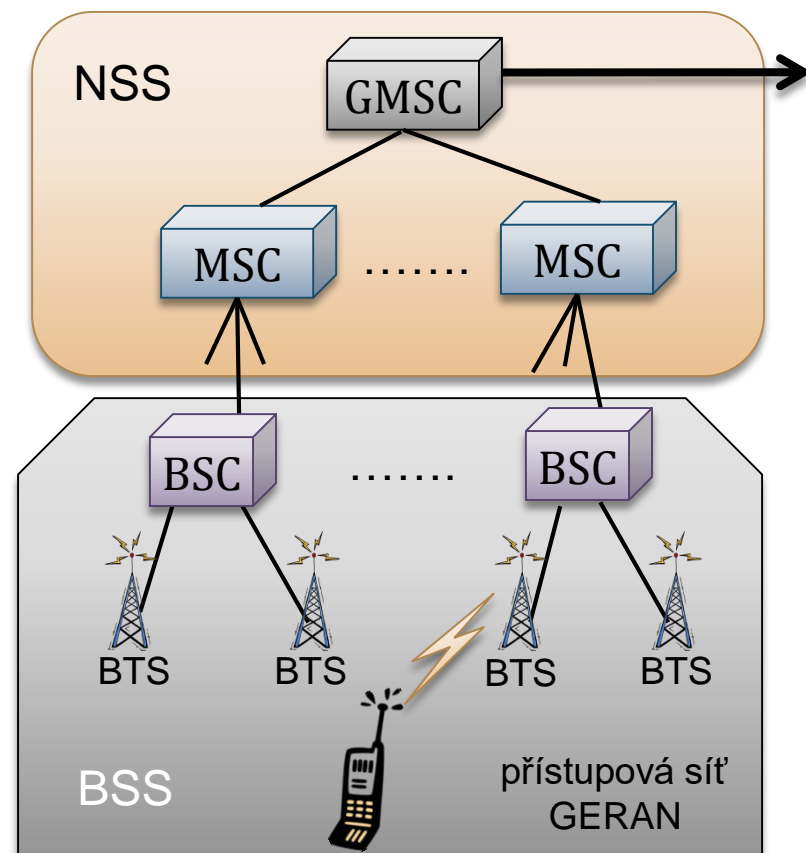
# příklad: mobilní síť GSM

- **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**

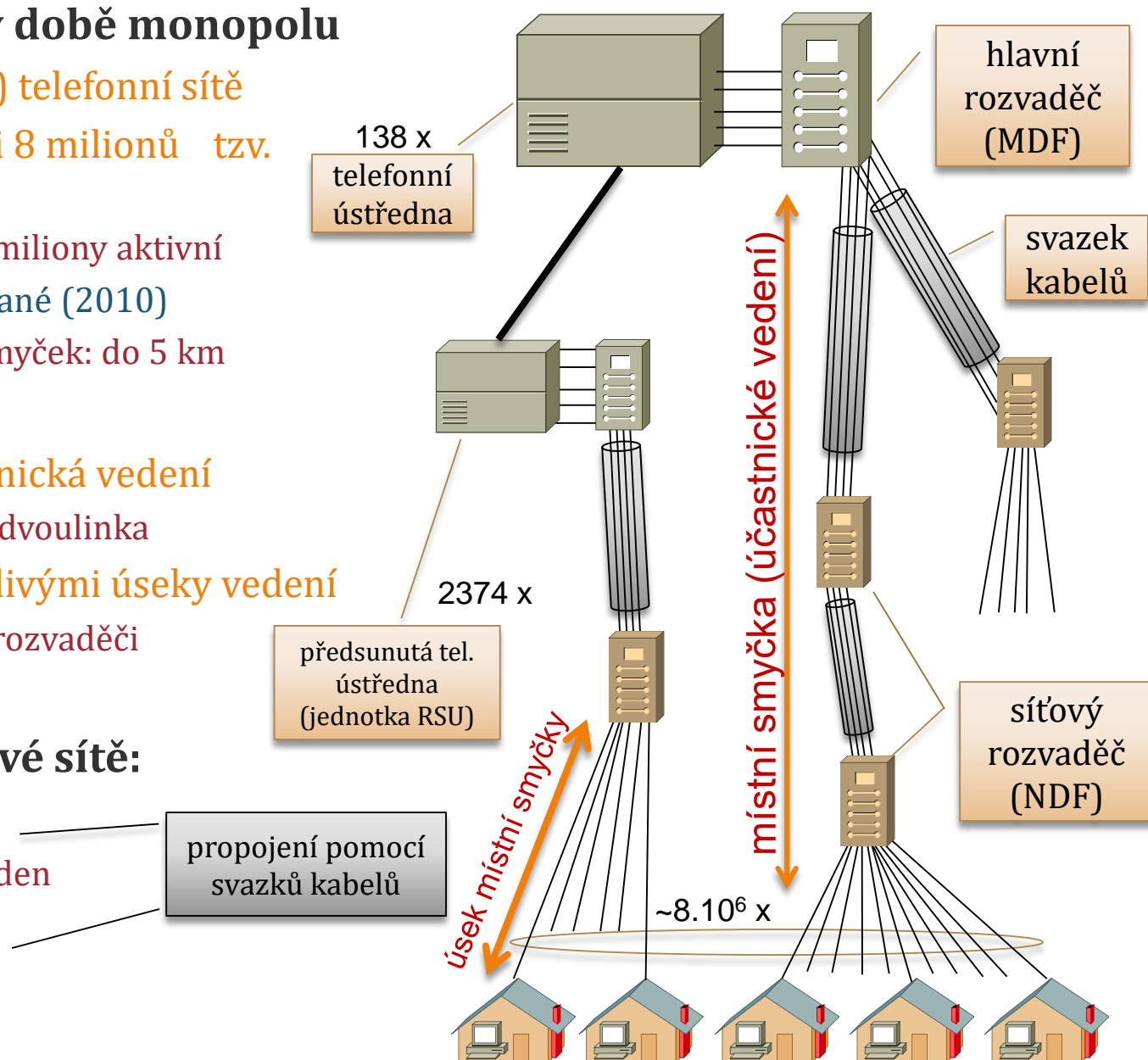
- z toho méně než 2 miliony aktivní
  - skutečně využívané (2010)
- maximální délka smyček: do 5 km

- **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:**

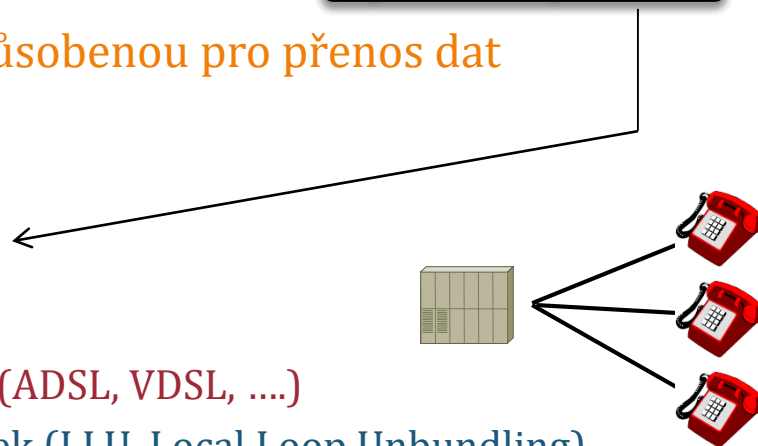
- využít takovou „drátovou“ infrastrukturu, jaká již existuje
  - a která se dá využít i pro přenos dat
- a „nad ní“ vybudovat novou přístupovou síť, uzpůsobenou pro přenos dat
  - jakoby ji „přeložit přes“ již existující síť
  - optimálně se zachováním původní funkčnosti

„překryvná“ síť

již existující síť

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

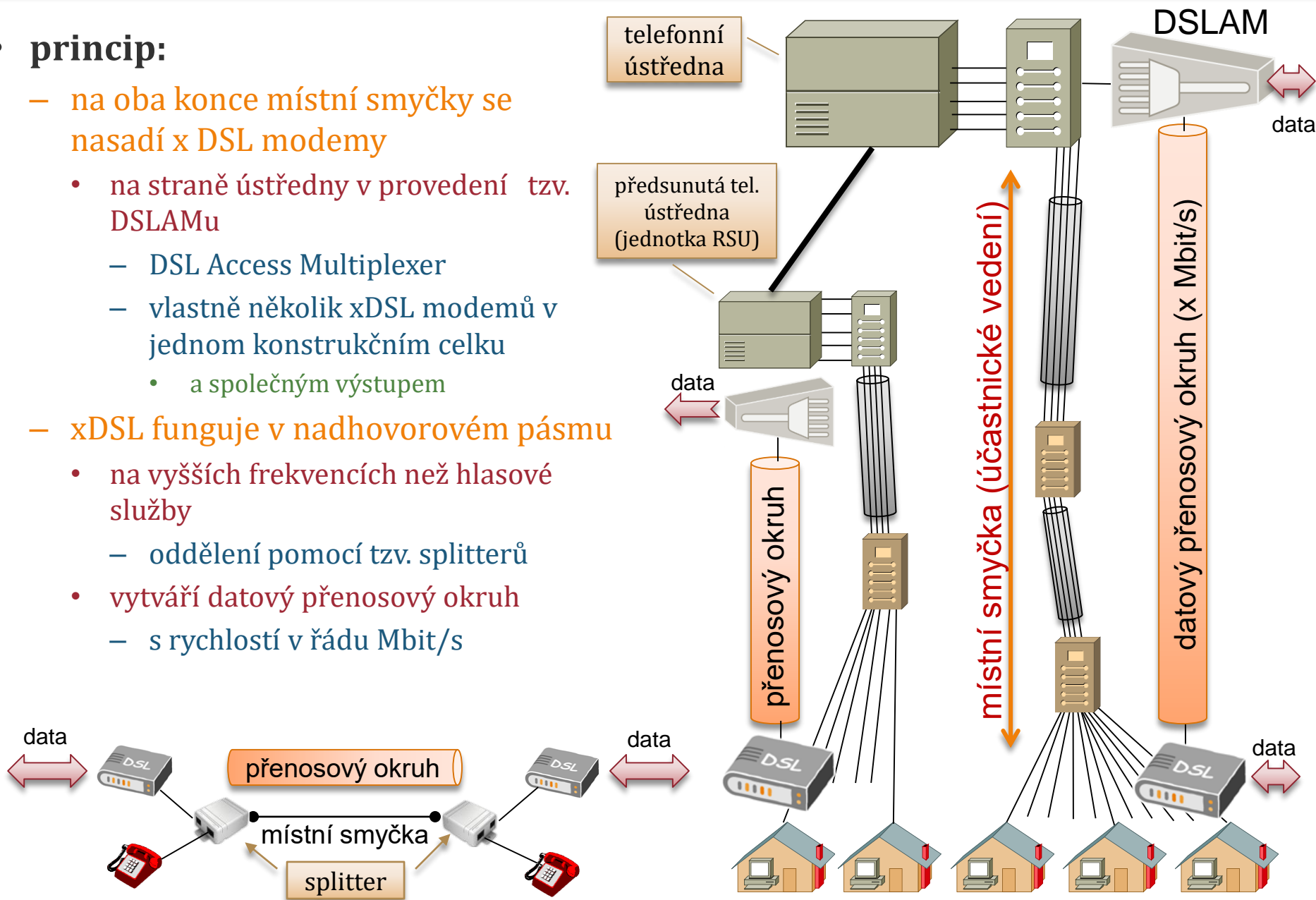
- (metalická, telefonní) přístupová síť Telefoniky
  - „překryvná“ síť se buduje pomocí technologií xDSL (ADSL, VDSL, ....)
    - skrze mechanismus zpřístupnění místních smyček (LLU, Local Loop Unbundling) mají možnost budovat „překryvnou“ síť i alternativní operátoři
      - reálně využívá např. T-Mobile, 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  $\sim 230\text{ V}$

- 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

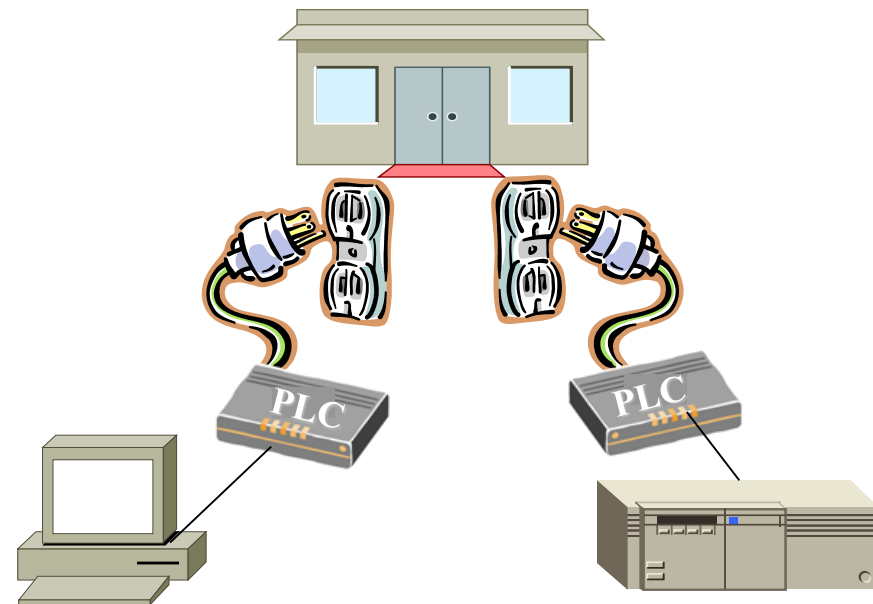
- **problém ad a):**

- 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)**

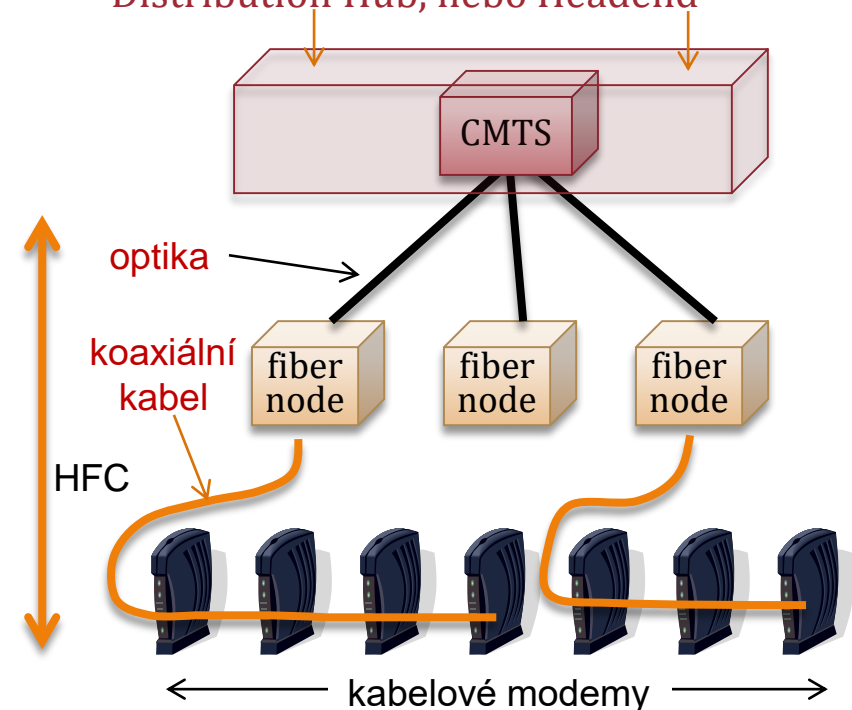
- původně budovány jako jednosměrné a analogové
  - šířka 1 kanálu 8 MHz (systém PAL)
  - resp. 6 MHz (systém NTSC, v USA)
- také mají páteřní a přístupovou část
  - v přístupové části využívají kombinaci optiky a koaxiálních kabelů
    - HFC, Hybrid Fiber Coax

- **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

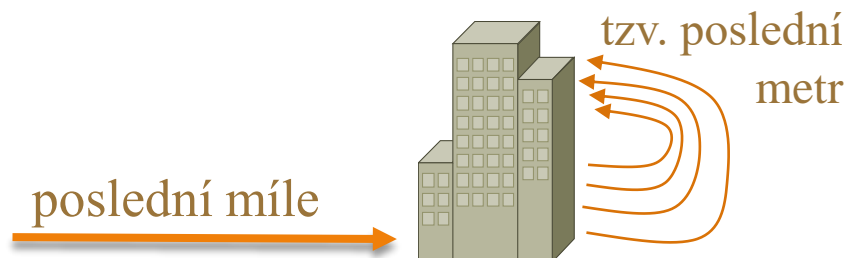
## • překlenutí poslední míle:

- 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 / médiem



## • 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:

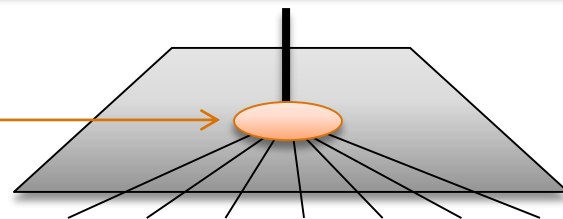
### – aktivní

- 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)



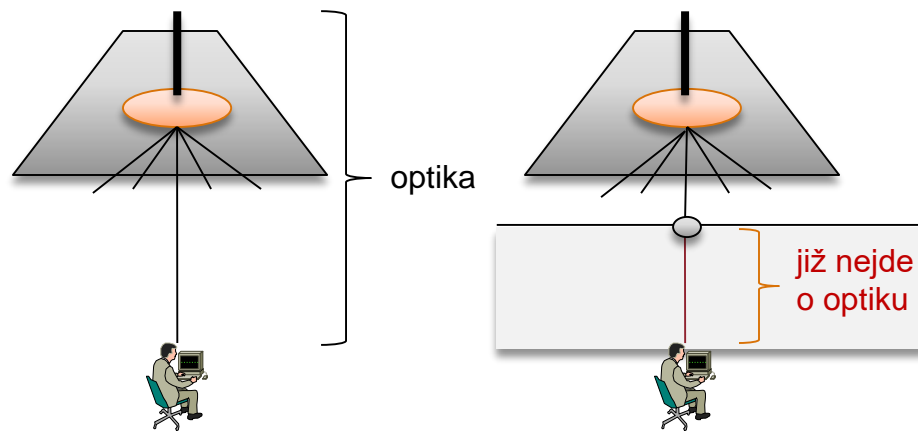
## • otázka:

### – 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)

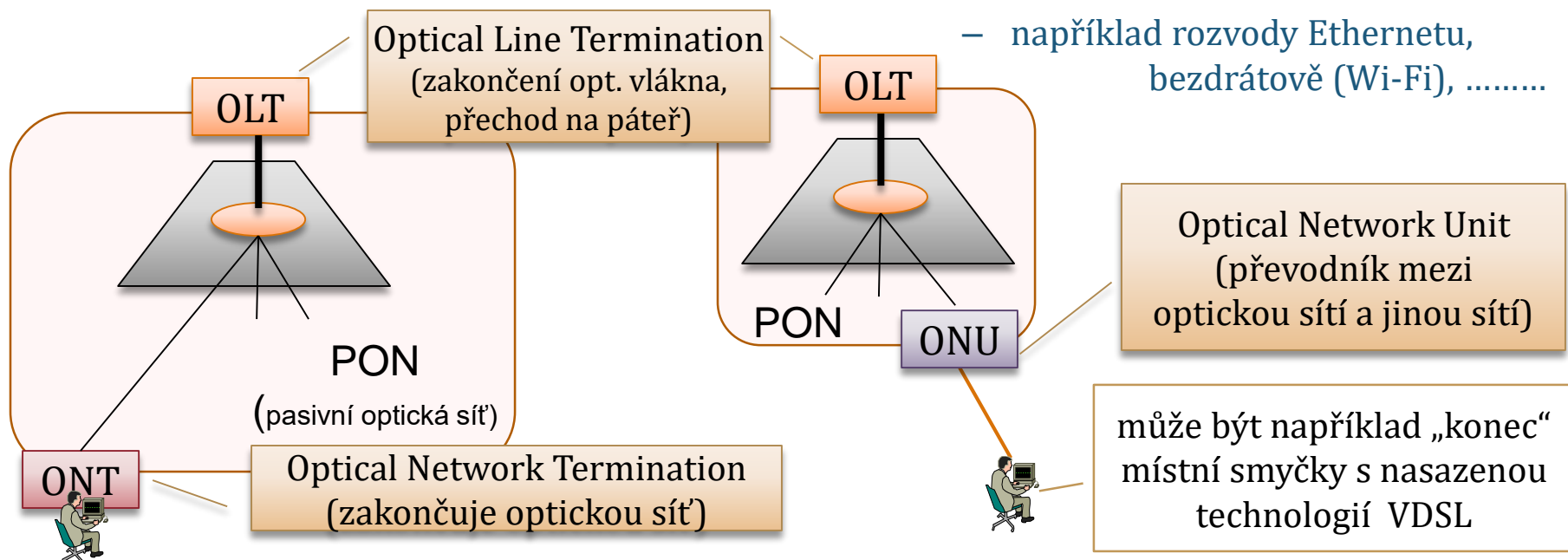
- optika je pouze „někam před“

- 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 síť** slouží k poskytování konkrétních telekomunikačních služeb

- a jsou tomu také plně uzpůsobeny
  - např. telefonní síť a telefonování,
  - distribuční síť pro šíření TV a R vysílání



„chytré“  
síť

- **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)



„hloupé“  
síť

- **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 .....

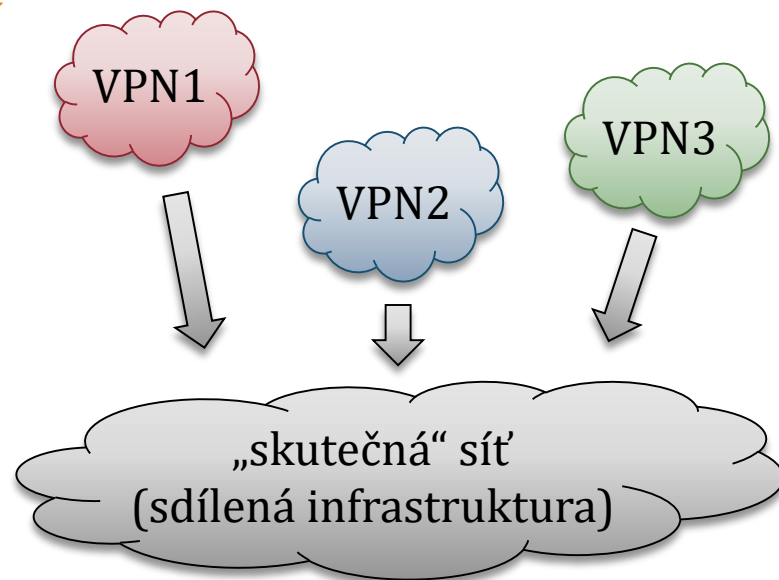
- **ale ve skutečnosti je to jen uměle navozená iluze**

- 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**

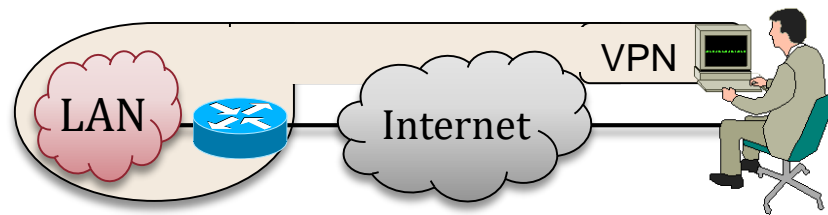
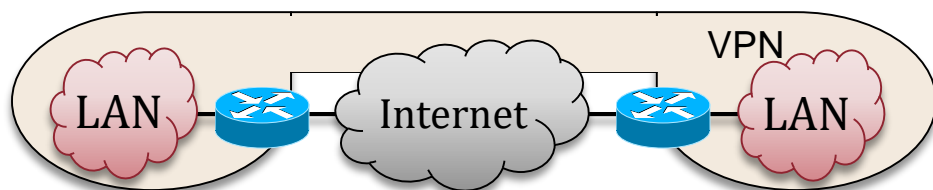
- nejde ani tak o bezpečnost a její zavedení či zvýšení
- jde hlavně o ekonomický efekt – že je to levnější než skutečná privátní síť
- je to řešení „od poskytovatele“, nikoli realizované „vlastními silami“

**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

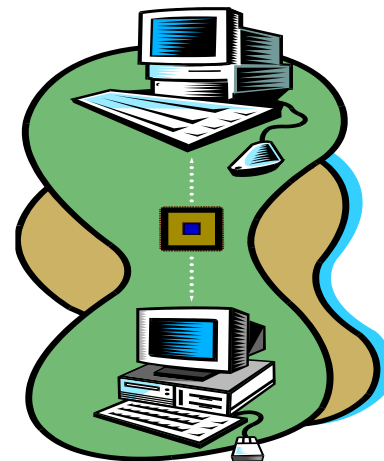
- **datové sítě a počítačové sítě mají mnoho společného**

- 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

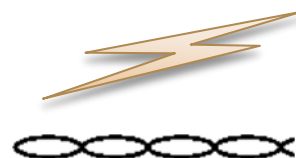
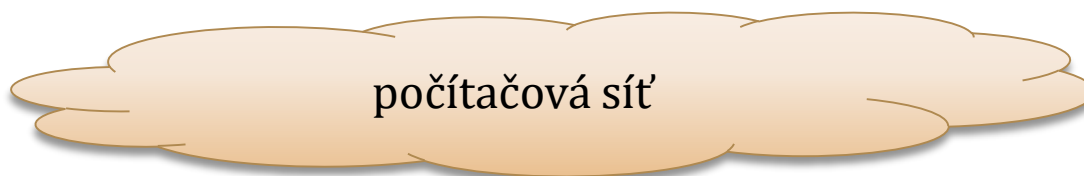


- **počítačové sítě**

- 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)	<b>PAN</b>
10 - 1000 m	místnost, budova, areál	<b>LAN</b>
1 - 100 km	kampus, město, aglomerace	<b>MAN</b>
100 km a více	stát, kontinent, planeta	<b>WAN</b>

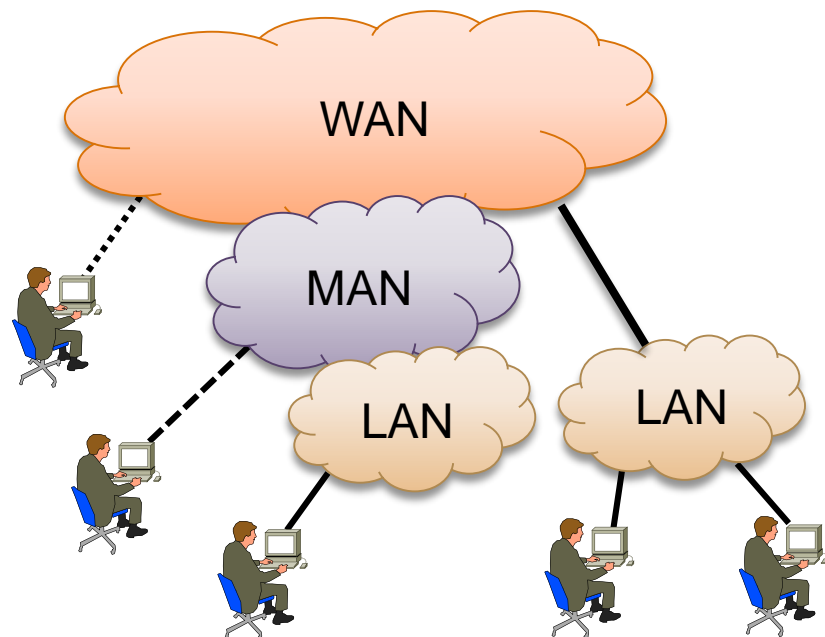
obvyklá klasifikace, podle „rozlehlosti“

další charakteristické rozdíly mezi LAN a WAN

hranice nejsou ostré

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

## představa vztahu WAN/MAN/LAN



- **příklad: akademické sítě v ČR**

- **WAN: síť CESNET**

- celorepubliková síť, "rozvádí" Internet do všech měst s vysokými školami

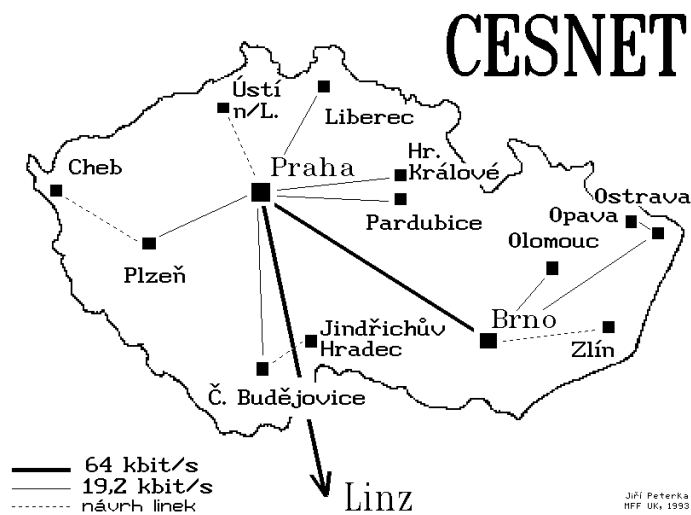
- **MAN: metropolitní akademické sítě v jednotlivých městech**

- 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, periférií ....
- **na krátkou vzdálenost**
  - POS, Personal Operating Space
    - obvykle: do 10 metrů
- **slouží potřebám jednoho uživatele**
  - proto "personální"

- **příklady:**

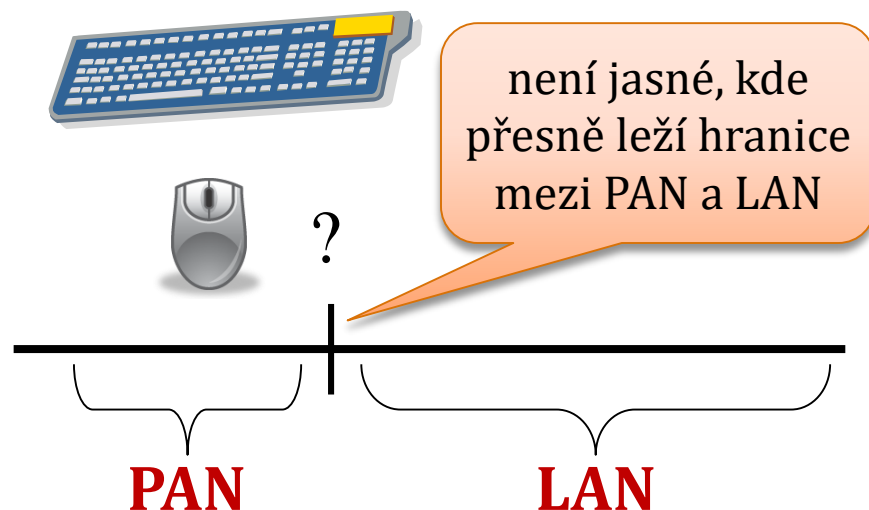
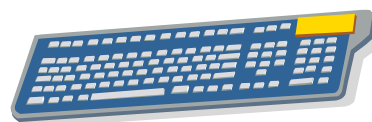
- **propojení "stacionárních" zařízení**
  - typu počítačů, klávesnic, myší, tiskáren
- **propojení "mobilních" zařízení**
  - např. mobilních telefonů, bezdrátových telefonů, PDA, tabletů, hands-free sad, ...

- **někdy se hovoří také o:**

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

- **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)

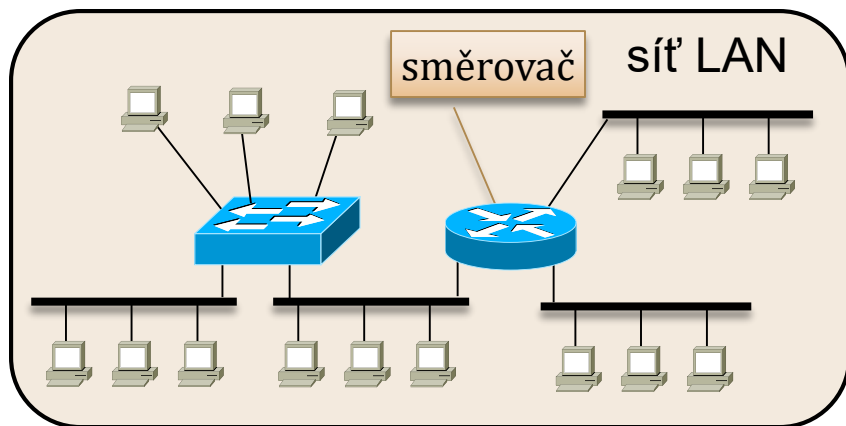
- „drátové“ sítě LAN dnes nejčastěji využívají technologii Ethernet
- „bezdrátové“ sítě LAN nejčastěji využívají Wi-Fi

je „geograficky soustředěná“

- v praxi má pojem LAN dva poněkud odlišné významy

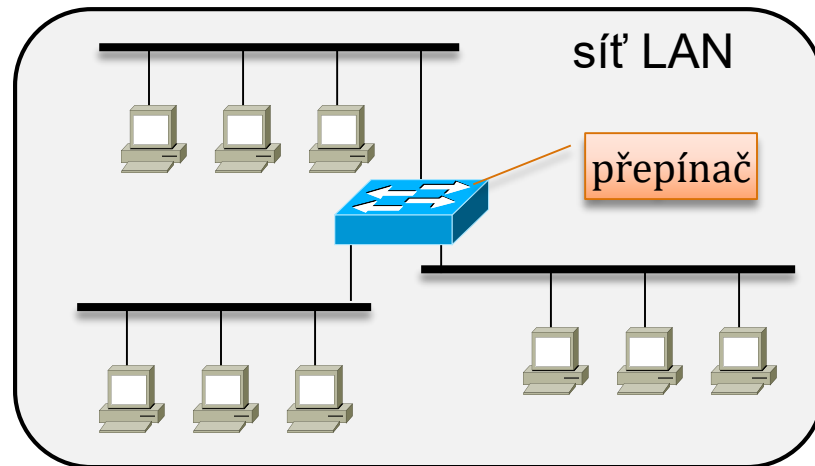
- LAN v širším slova smyslu

- 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?



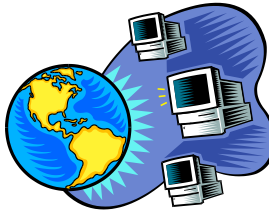
- **sít' MAN:**

- 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 sít' MEPNET (hl.m. Praha).

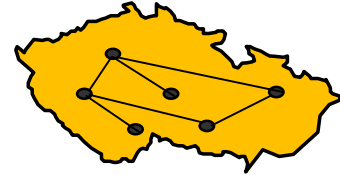
# sítě WAN (Wide Area Network)

- **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
    - sítě 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:**
  - buď 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, .....

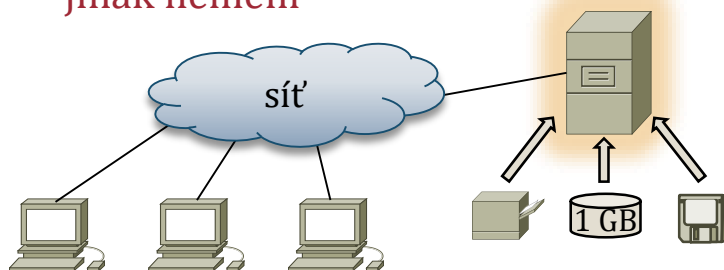
# sítě serverového typu a P2P

- 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

