



VYSOKÉ UČENÍ FAKULTA
TECHNICKÉ INFORMAČNÍCH
V BRNĚ TECHNOLOGIÍ



1

Počítačové sítě a Internet IPK/2020L

Obsah

- . Internet
- . Komunikace
- . Připojení k Internetu
- . Páteřní sítě
- . Struktura Internetu
- . Model TCP/IP

INTERNET

Internet



internet

/'ɪntənet/

noun

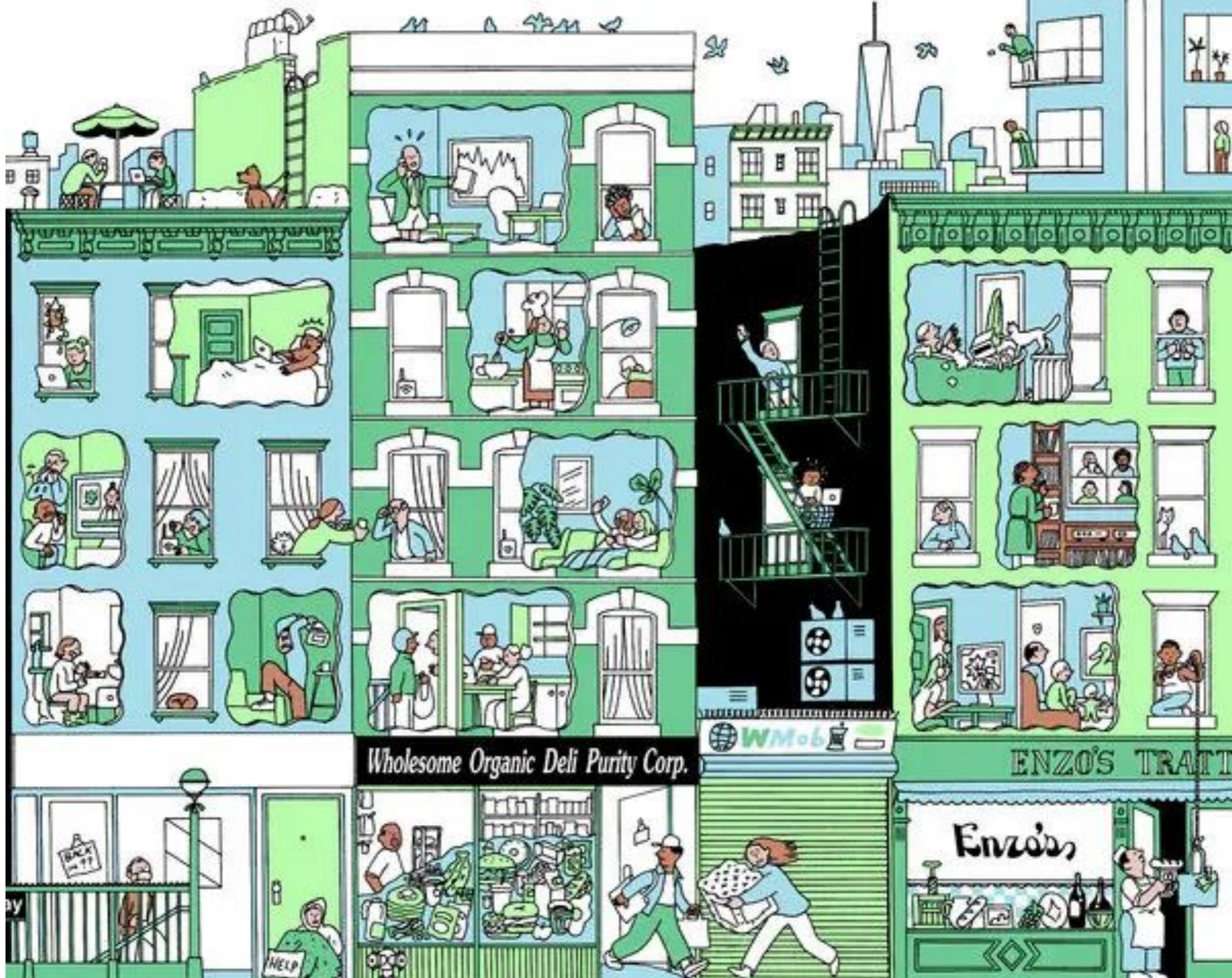
a global computer network providing a variety of information and communication facilities, consisting of interconnected networks using standardized communication protocols.

"the guide is also available **on the internet**"

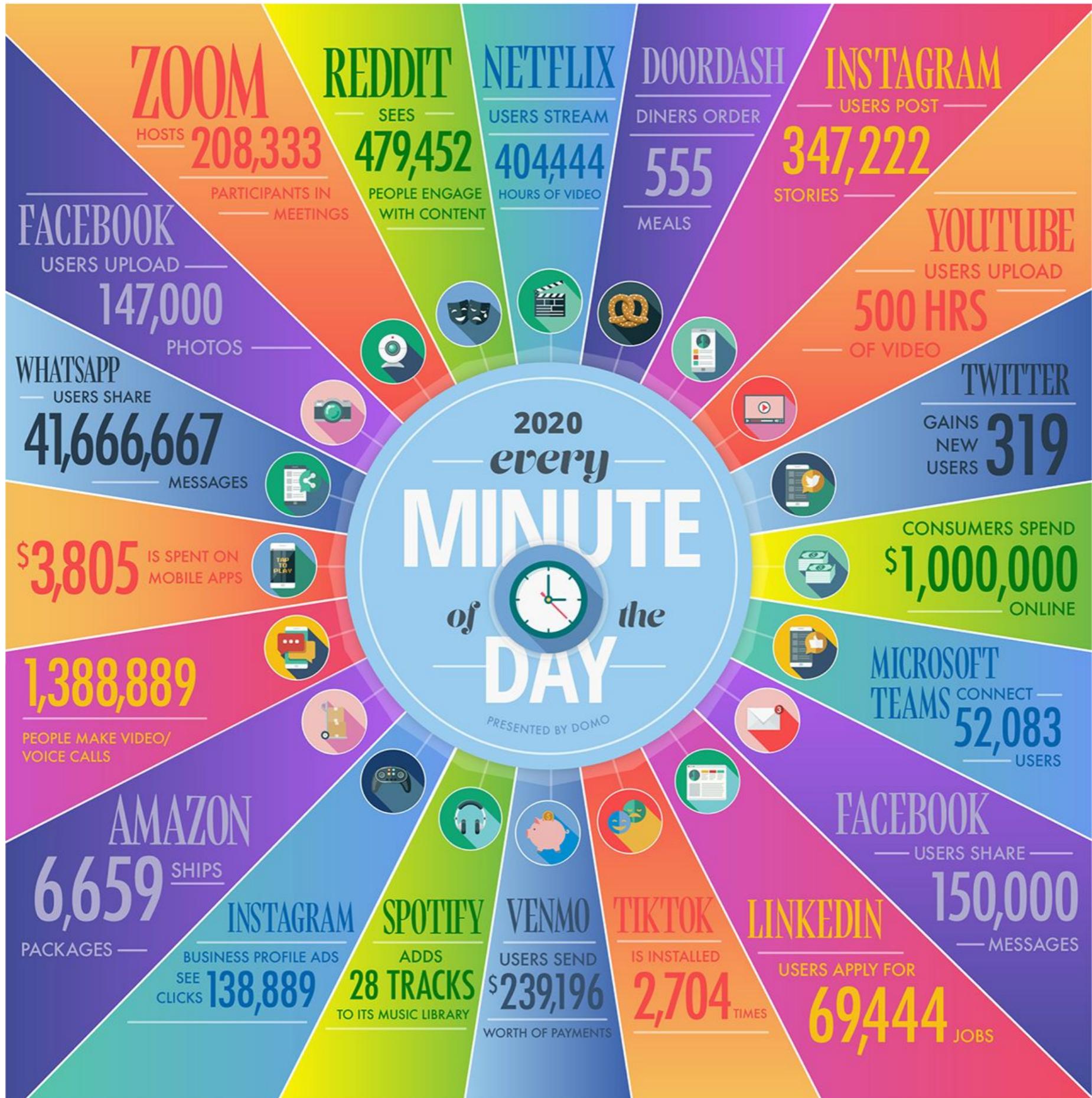
Definitions from Oxford Languages

Feedback





Zdroj: NY Times





Soutěž

Pošlete mi zajímavé obrázky s tématikou INTERNET.



Vybrané obrázky se objeví v IPK/2021L.
Nezapomeňte uvést zdroj.

KOMUNIKACE

Přenos dat



Source

!?

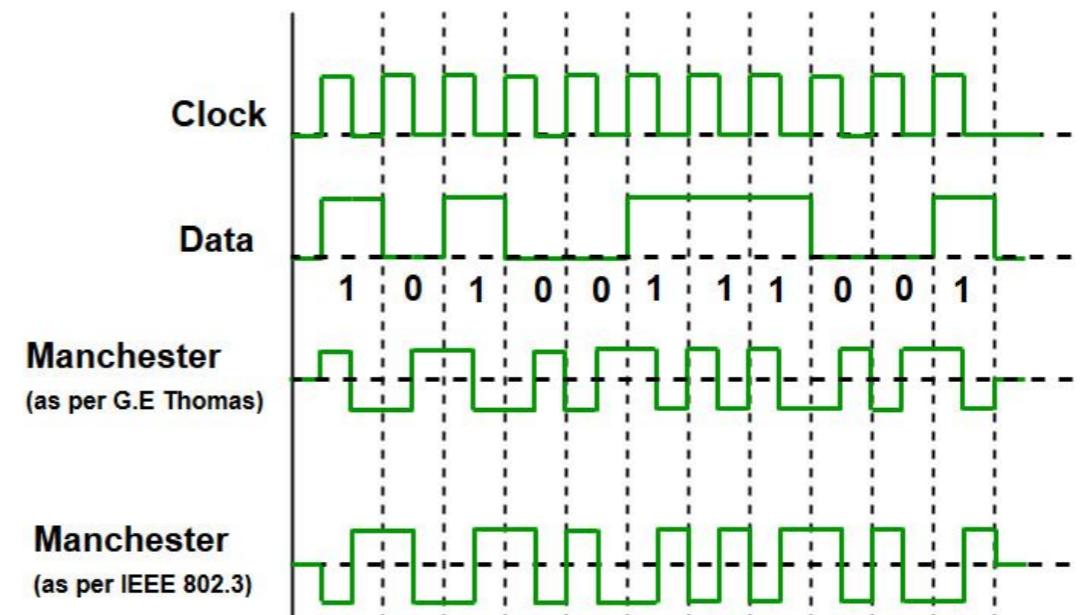
A large red exclamation mark followed by a question mark, indicating a process or action between the source and destination.

Destination

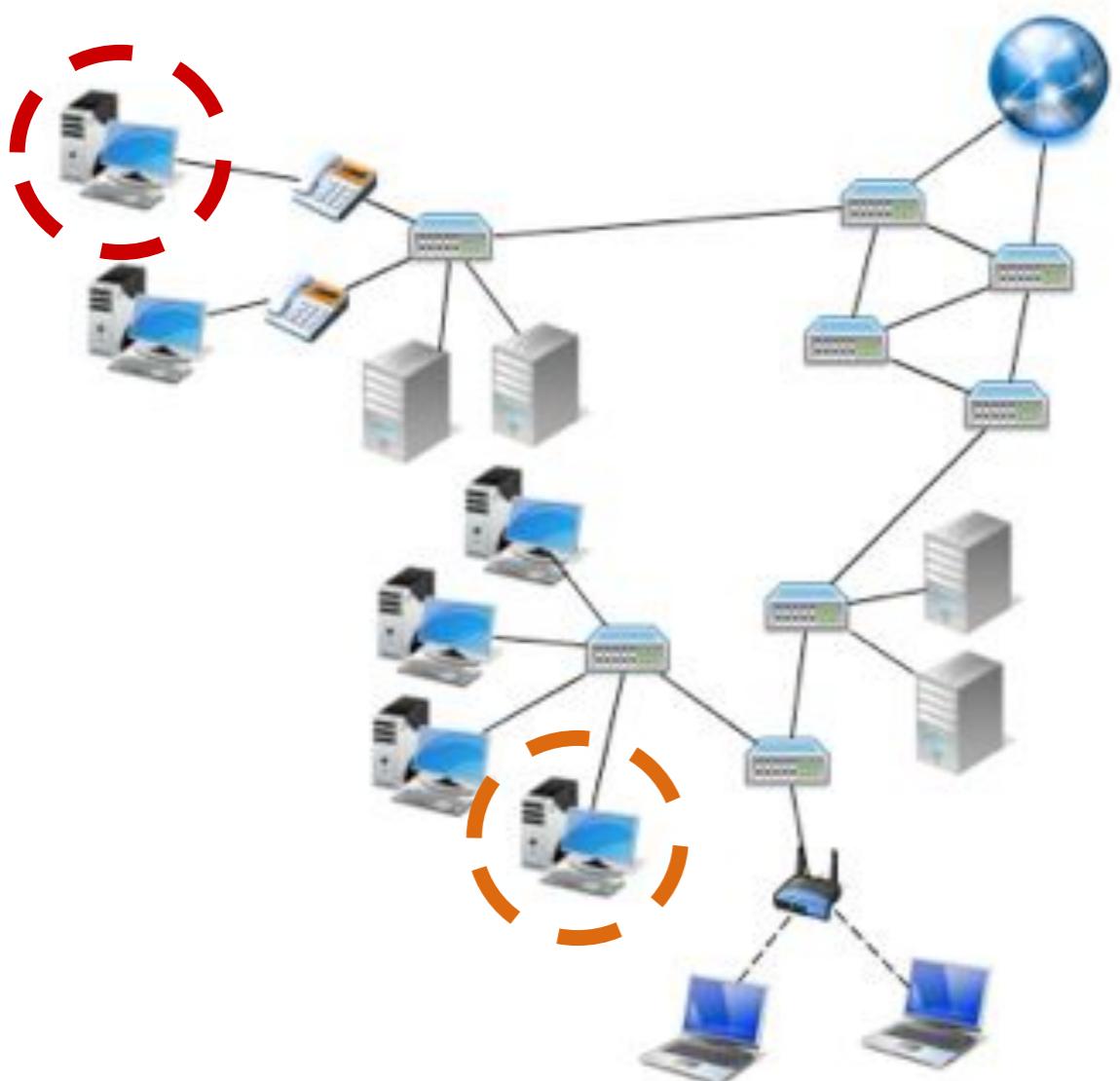
Přenos dat



- Jak reprezentovat zprávy?
FORMÁT DAT
- Jak přenést zprávy po médiu?
KÓDOVÁNÍ DAT
- Jak zajistit správný přenos?
DETEKCE CHYB

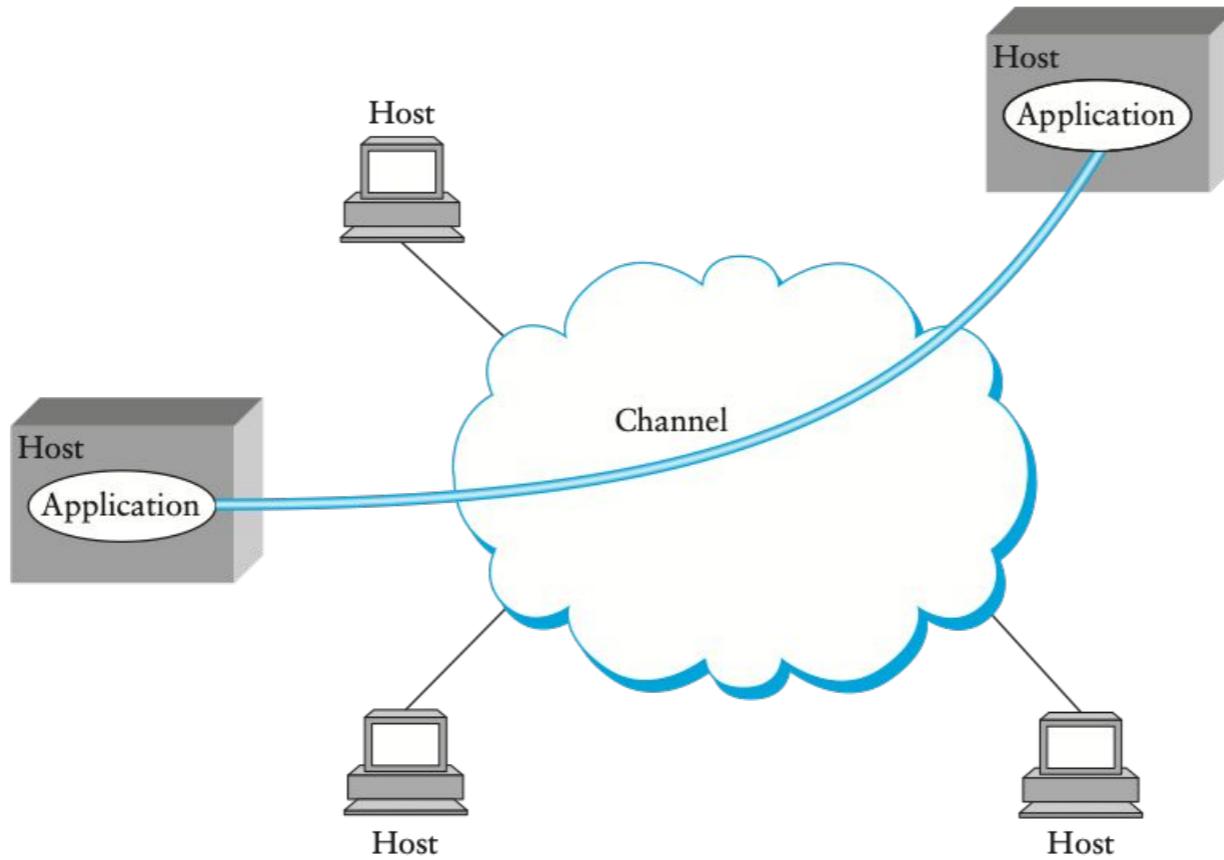


Komunikace - zařízení



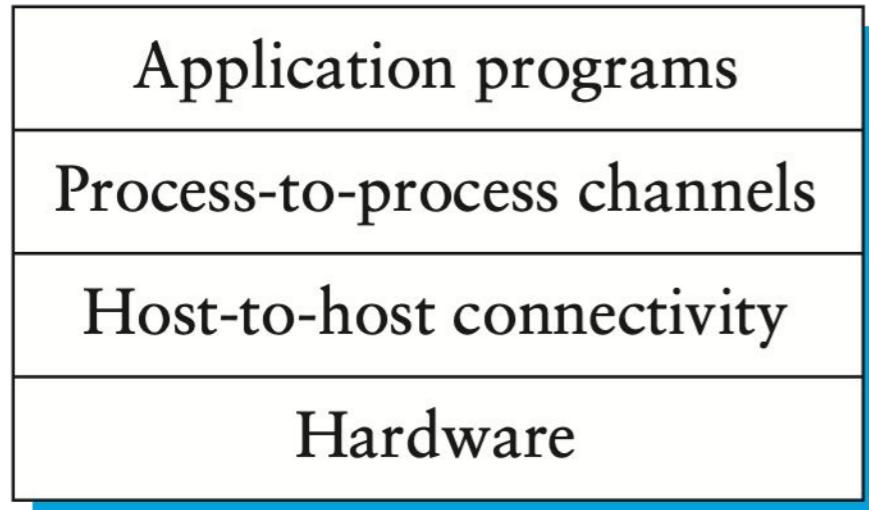
- Jak identifikovat cílové zařízení?
ADRESOVÁNÍ
- Jak nalézt cestu k cílovému zařízení?
SMĚROVÁNÍ
- Jak dostat data na cílové zařízení?
PŘEPÍNÁNÍ

Komunikace - aplikace



- Jak zajistit spolehlivý přenos dat?
- Jak efektivně využívat dostupných zdrojů?
- Jak řídit (rychlost) komunikace mezi aplikace?

Síťová architektura



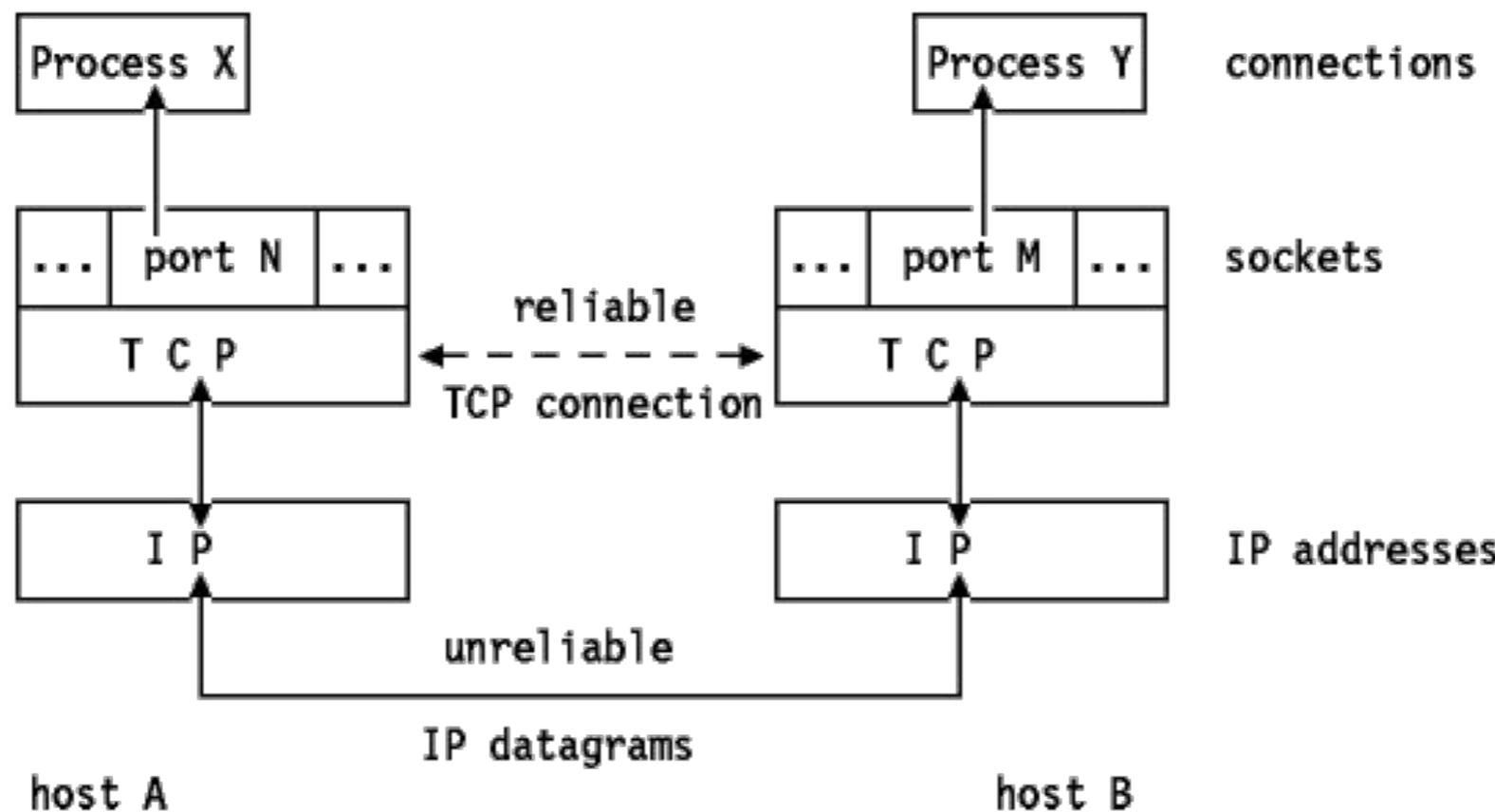
Spolehlivá komunikace

Ztráta

Zpoždění

Poškození dat

Změna pořadí zpráv



Připojení k ISP

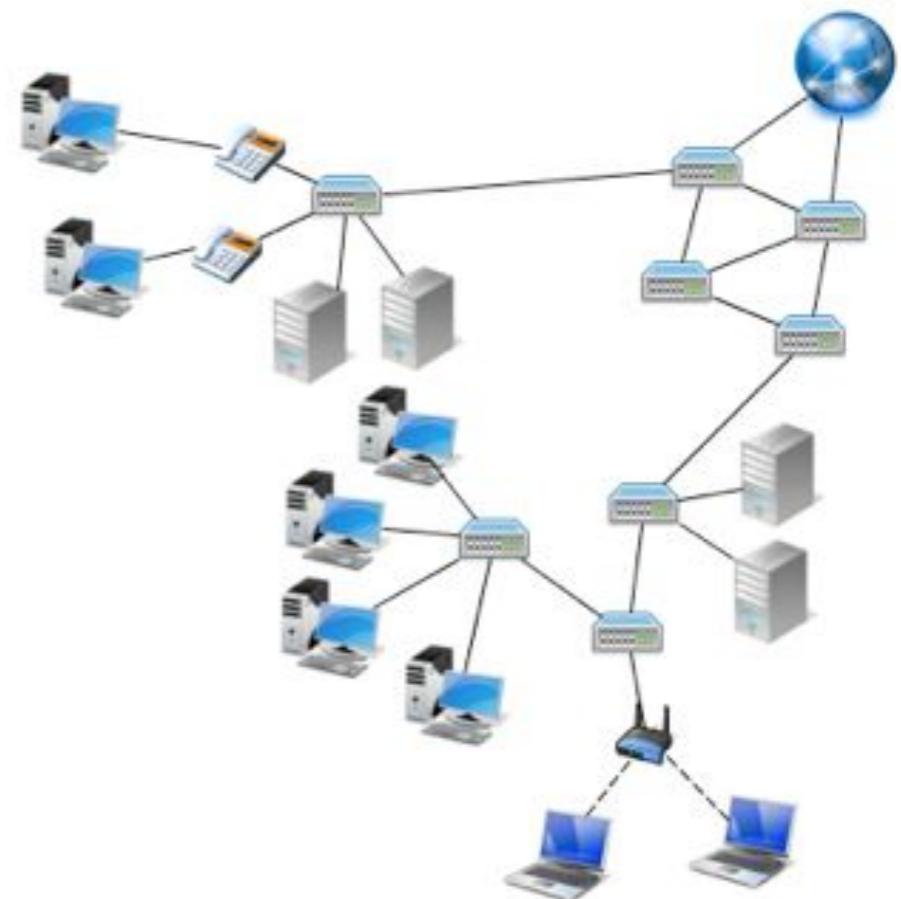
Typ připojení

TYP

- sítě pro přístup domácností
- sítě pro přístup institucí (školy, firmy)
- sítě pro mobilní přístup

KRITÉRIA

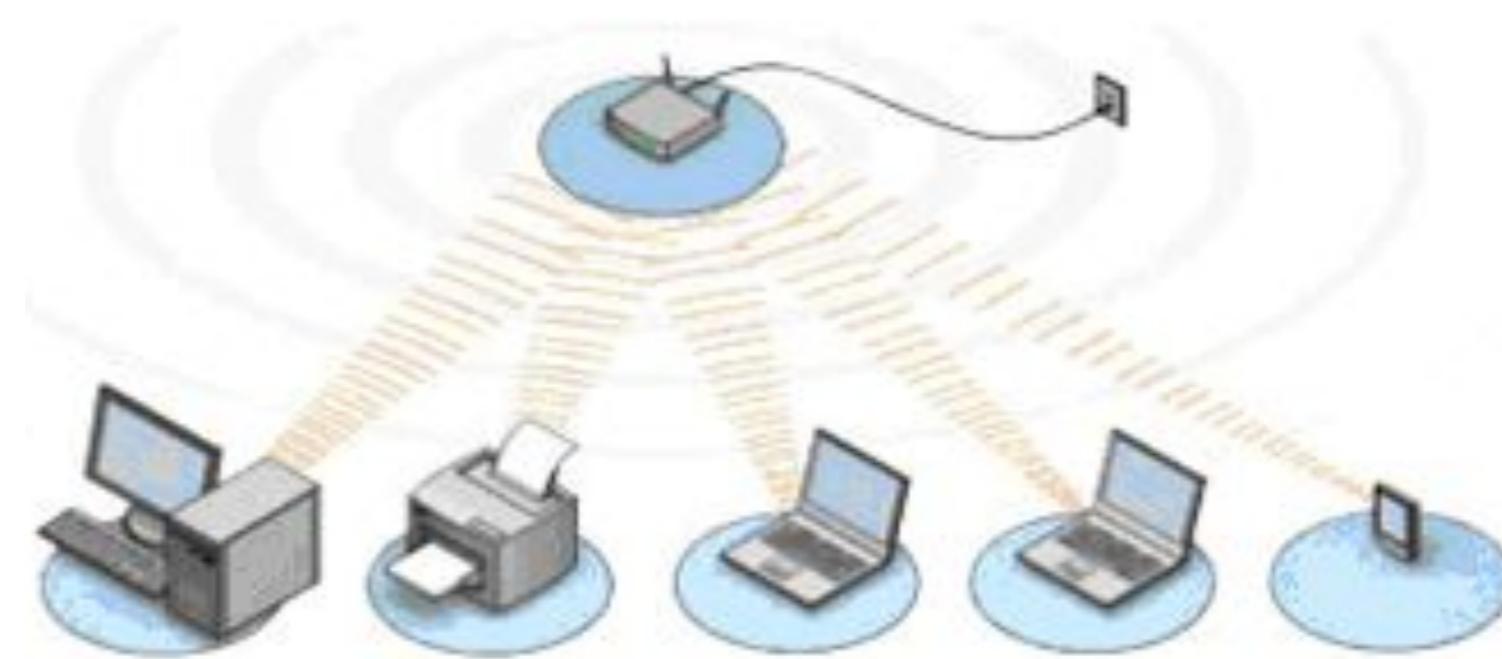
- šířka pásma (bps) přístupové sítě
- sdílená nebo vyhrazená
- cena



Domácí sítě

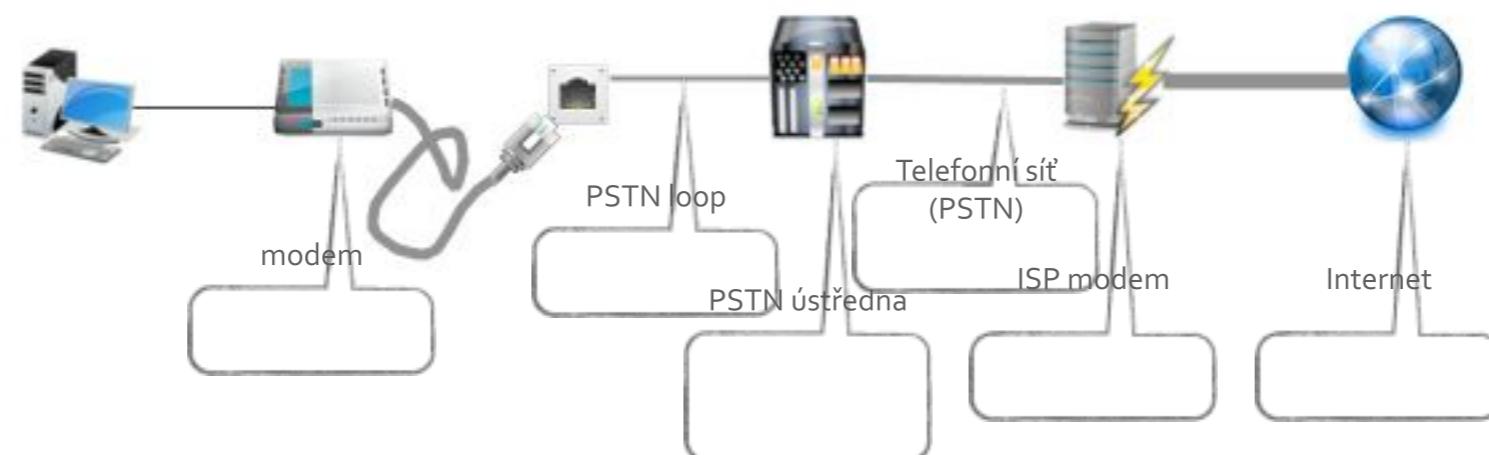
SOHO Router

- Připojení domácnosti přes ADSL, kabelový modem, FTTH, bezdrátové pojítko
- Směrovač/firewall/NAT
- Ethernet
- Bezdrátový přístupový bod



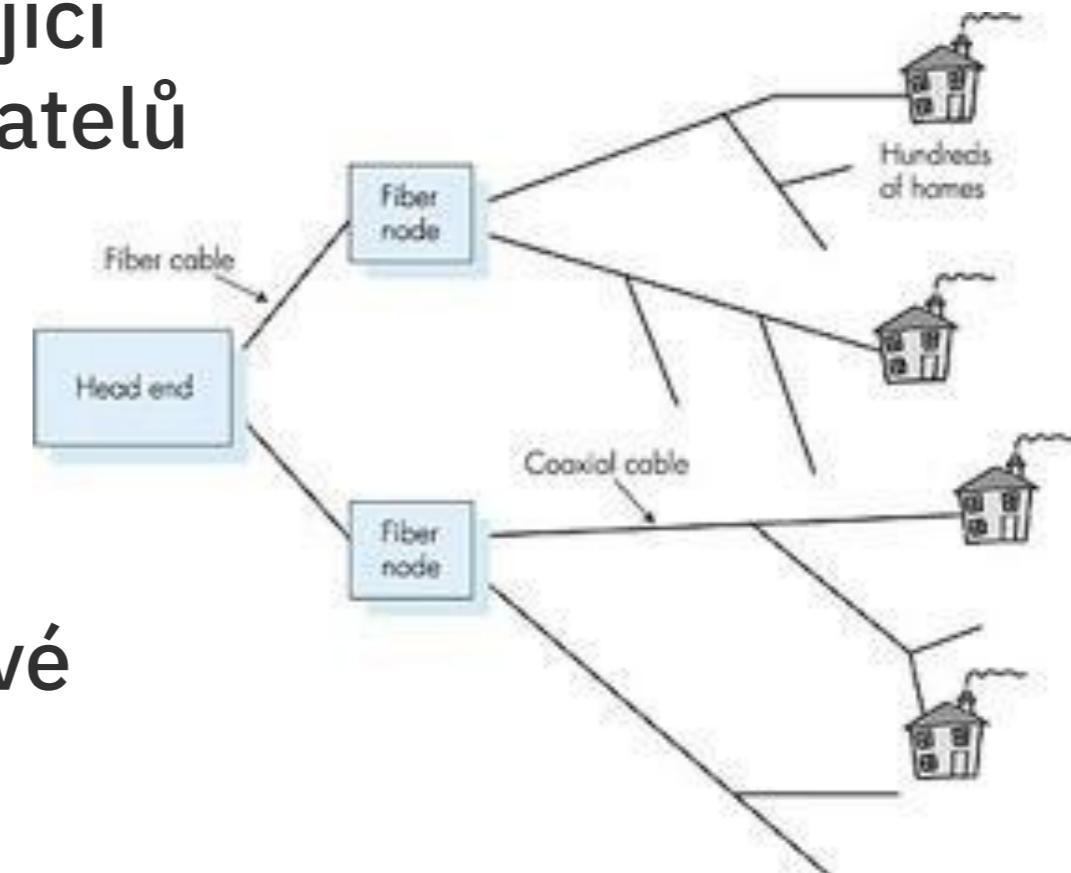
Modem

- V devadesátých letech nejrozšířenější připojení
- V roce 2008 ještě 10% uživatelů v USA
- Až 56Kbps přístup ke směrovači (občas méně)
- Nemohu používat internet a zároveň telefonovat (řeší až ISDN)
- Komunikační linku poskytuje Telco

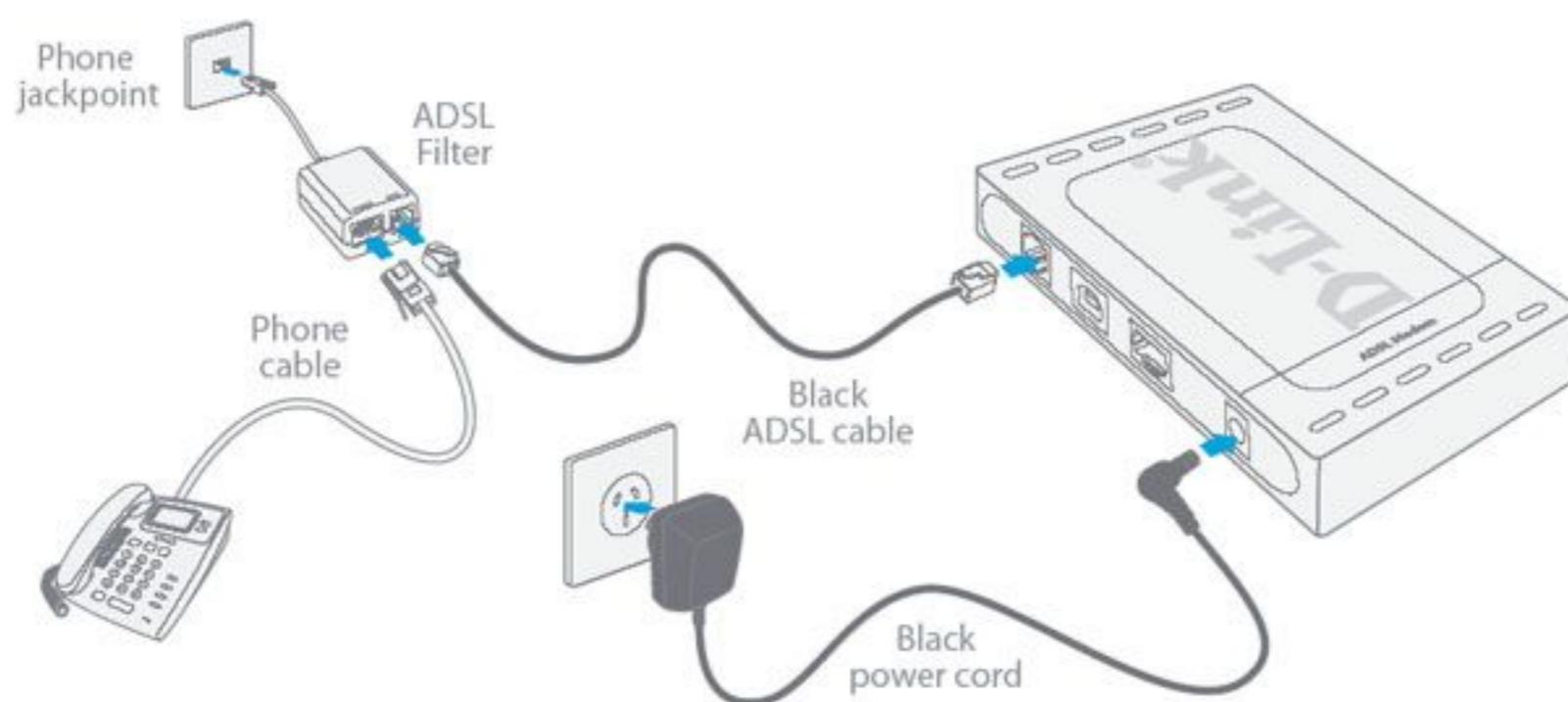
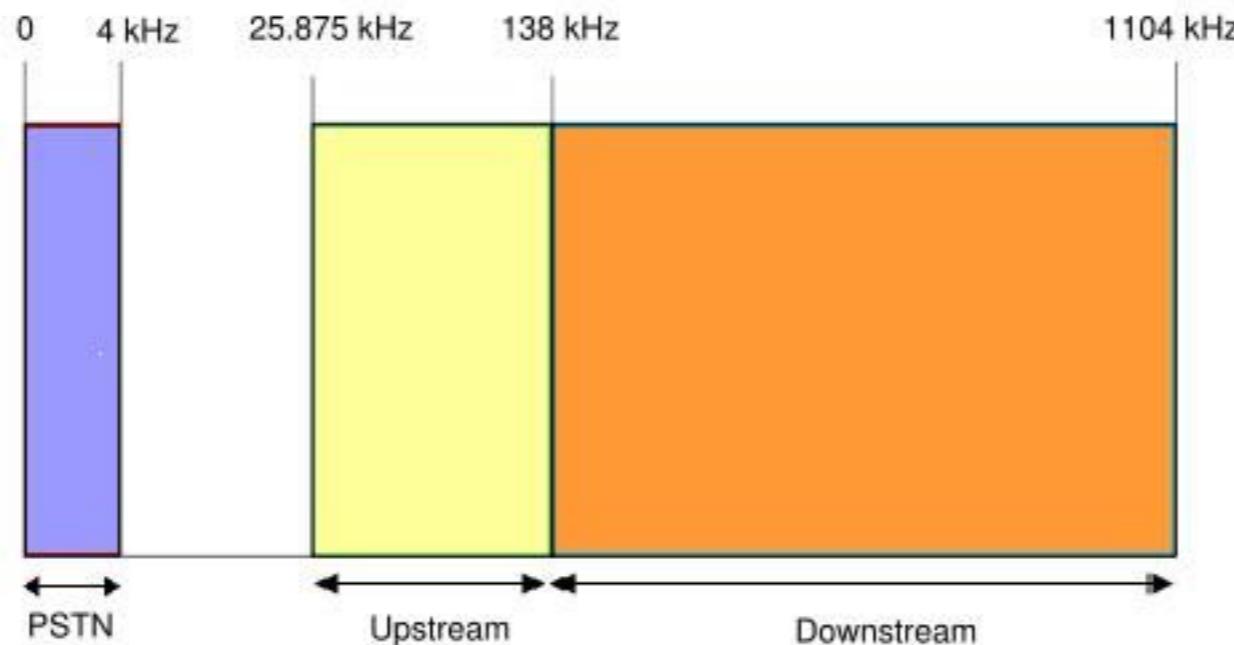


Kabelové modemy

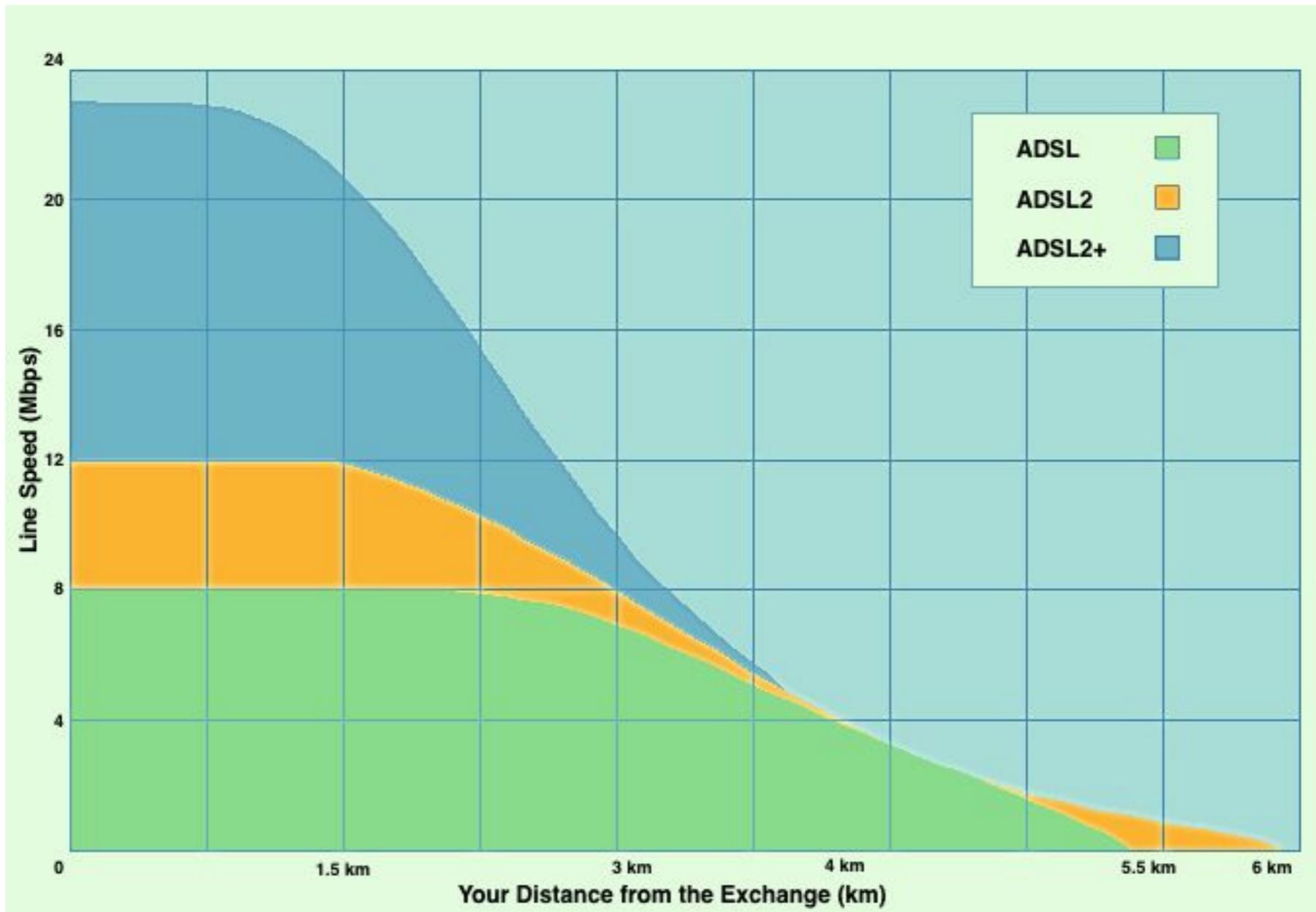
- HFC: hybrid fiber coax
- Asymetrický: až 30Mbps příchozí datový tok, 2 Mbps odchozí datový tok
- Síť kabelů a optických vláken spojující domácnosti se směrovači poskytovatelů (provider) internetu
- Sdílený přístup k celému médiu
- Problém: zahlcení, dimenzování
- Dostupné od poskytovatelů kabelové televize
- Potřeba kabelového modemu



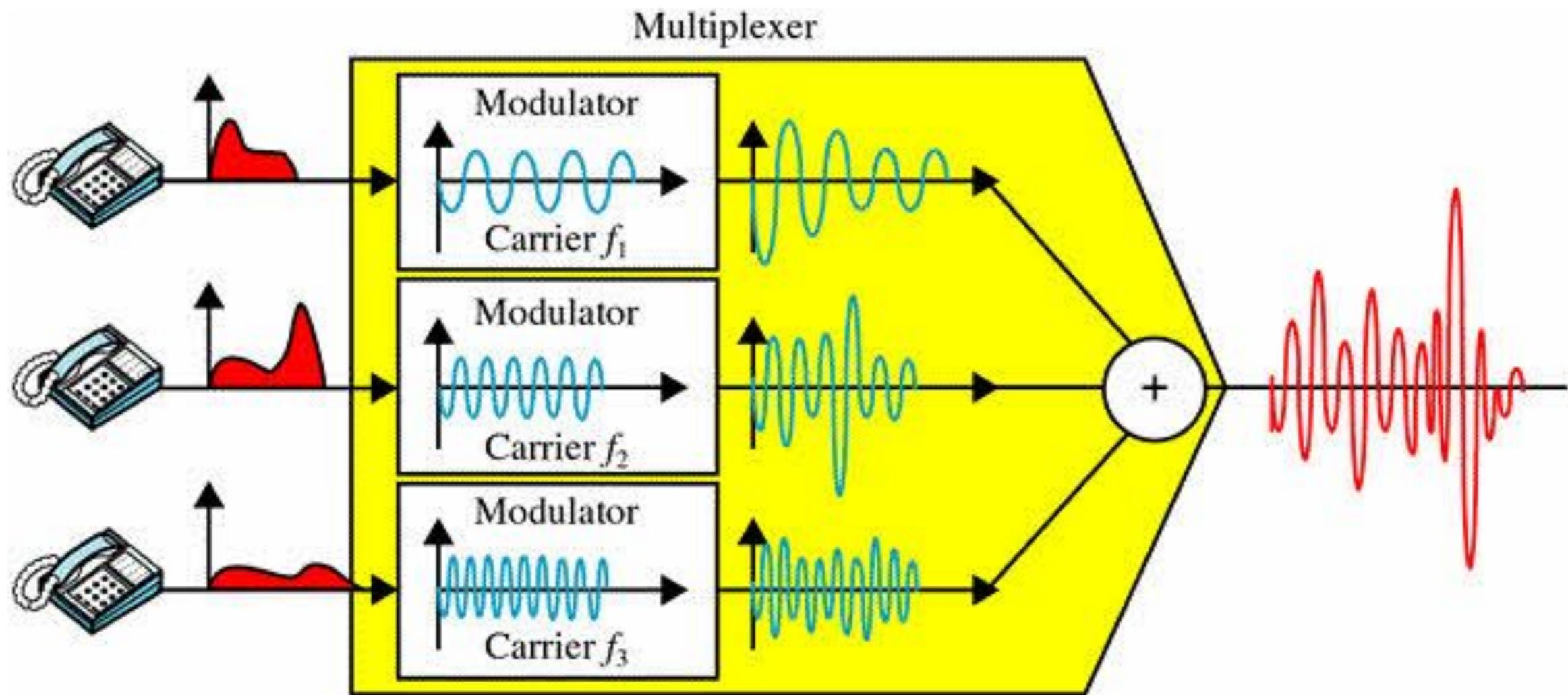
ADSL



ADSL Speed



FDM



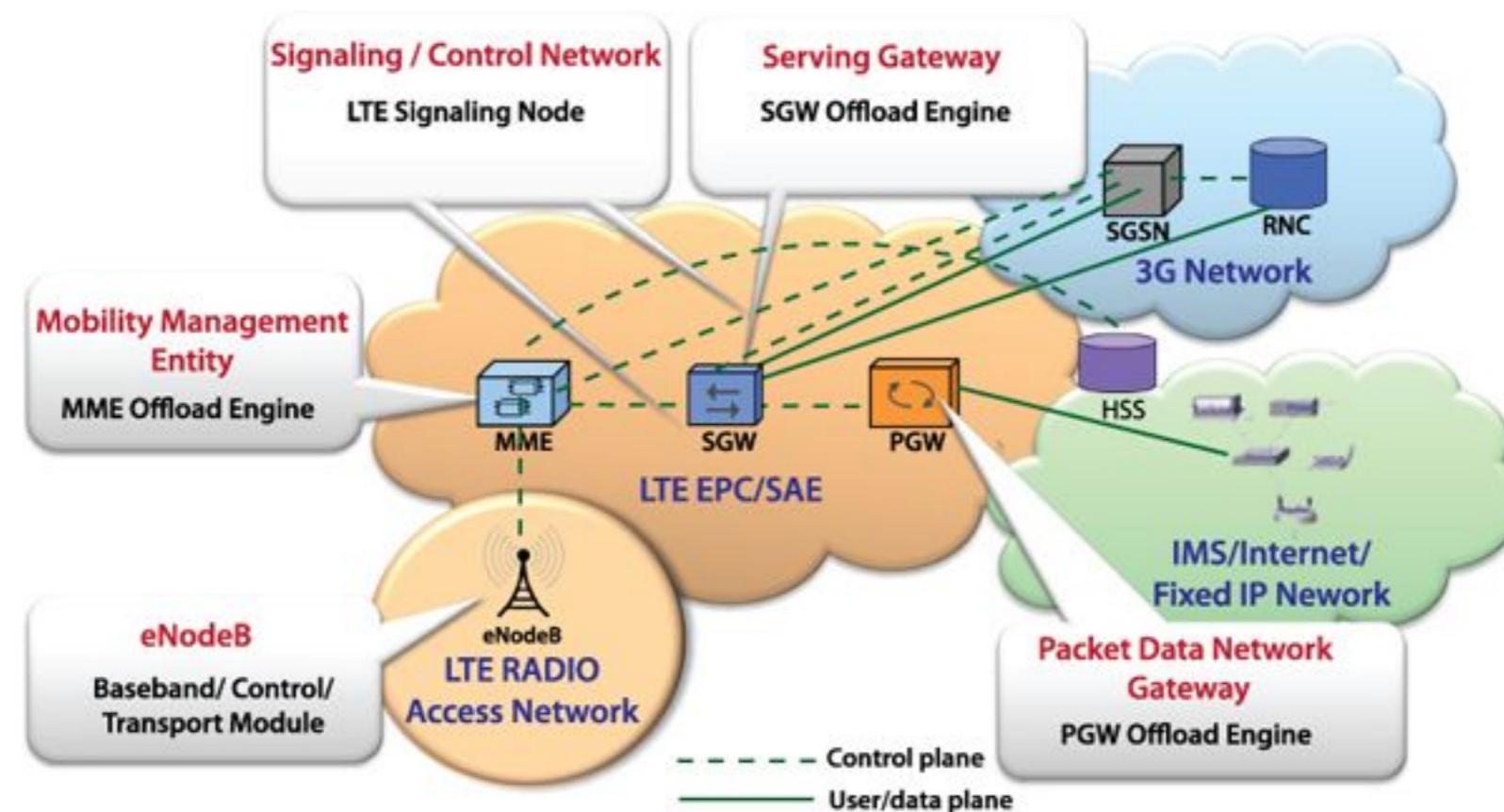
Bezdrátové připojení

Wireless ISP



Base Station with 3 Sector Panel + Backhaul

LTE Internet



Mobilní sítě

Table 11.1 Characteristics of Different Cellular Networks

	2.5G		3G		3.5G		4G
	EDGE	cdma2000	UMTS ¹	EV-DO ²	HSDPA	EV-DV	LTE
Channel bandwidth (MHz)	0.2	1.25	5	1.25	5, 10	1.25, 3.75	5, 10, 15, 20
Duplexing	FDD	FDD	FDD	FDD	FDD	FDD	FDD/TDD
Multiplexing	TDMA	TDMA	WCDMA	TD-CDMA	WCDMA	TD-CDMA	OFDMA SCFDMA
Modulation	GMSK/8PSK	GMSK/8PSK	QPSK	QPSK/8PSK /16QAM	QPSK/ 16QAM	QPSK/8PSK /16QAM	QPSK/ 16QAM/ 64QAM
Coding	C	CTC	CTC	CTC	CTC	CTC	CTC
Maximum data rate (Mbps)	(UL) 0.04	(UL) 0.05	(UL) 0.14	(UL) 1.8	(UL) 2	(UL) 1	(UL) 50
	(DL) 0.18	(DL) 0.38	(DL) 0.38	(DL) 3.1	(DL) 7.2	(DL) 3.5	(DL) 100 ³

1: Universal Mobile Telecommunications Systems R99

2: Evolution data optimized (EV-DO) REV A

3: No MIMO

GMSK: Gaussian minimum shift keying

QPSK: Quadrature phase shift keying

QAM: Quadrature amplitude modulation

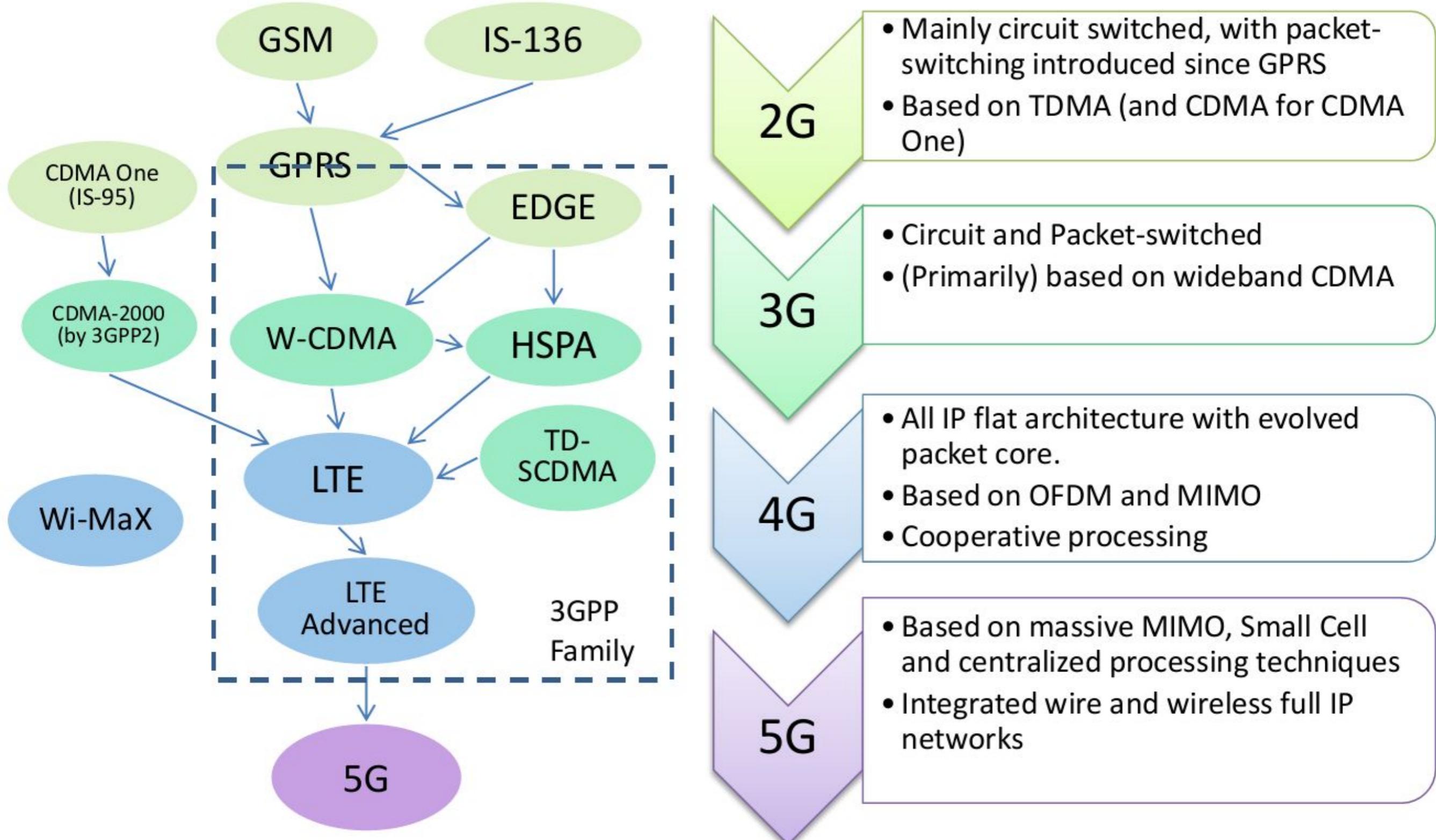
TD-CDMA: Time division-synchronous CDMA

OFDMA: Orthogonal frequency division multiple access

SC-FDMA: Single carrier frequency division multiple access

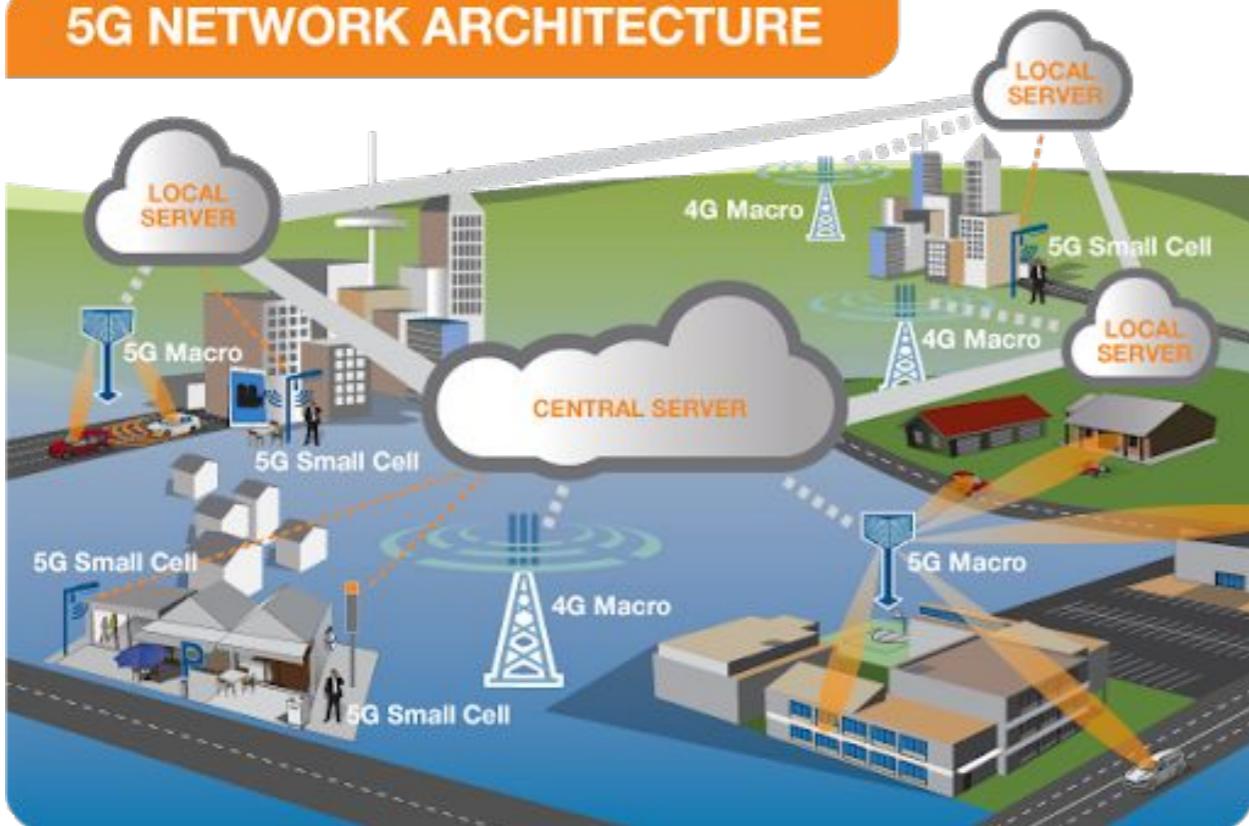
CTC: Convolutional/Turbo coding

GSM Evoluce

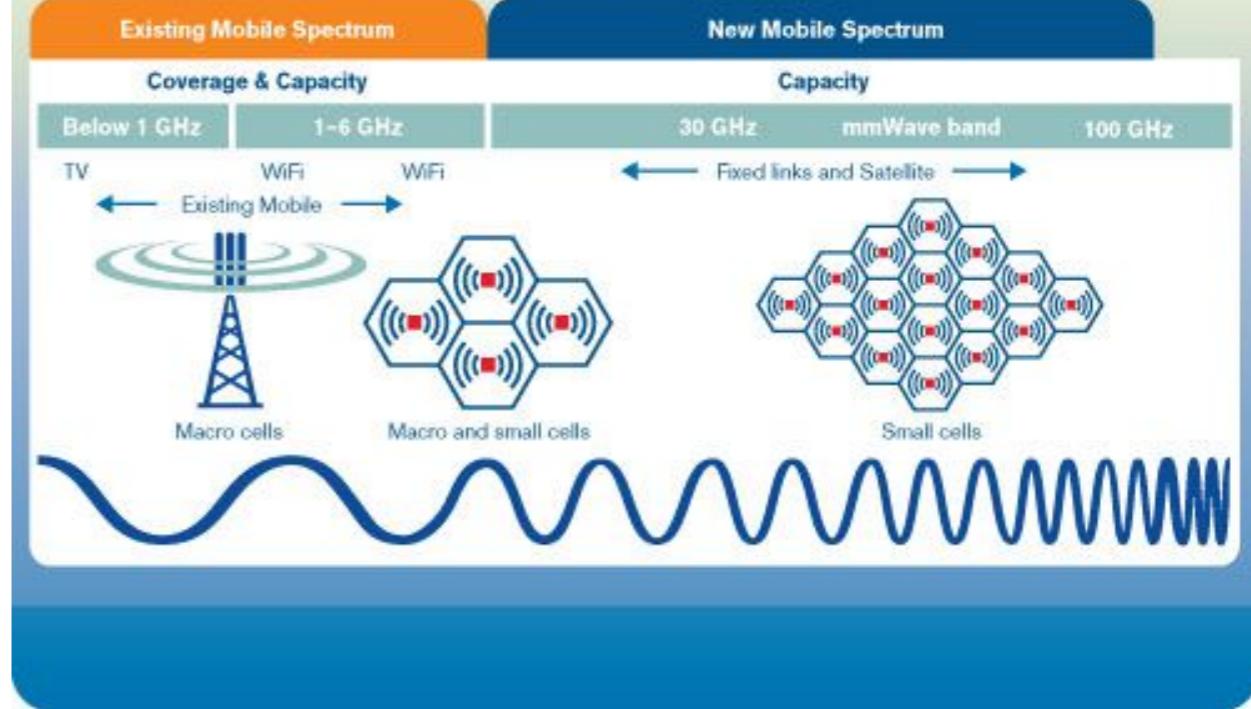


5G sítě

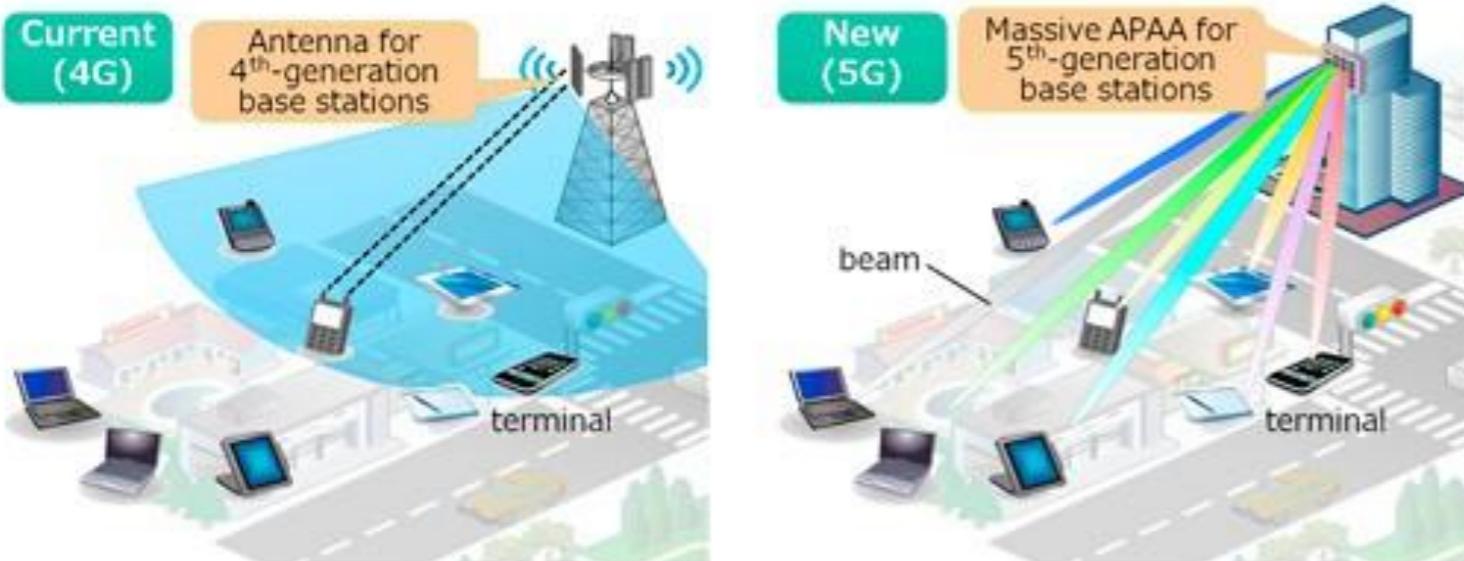
5G NETWORK ARCHITECTURE



5G SPECTRUM

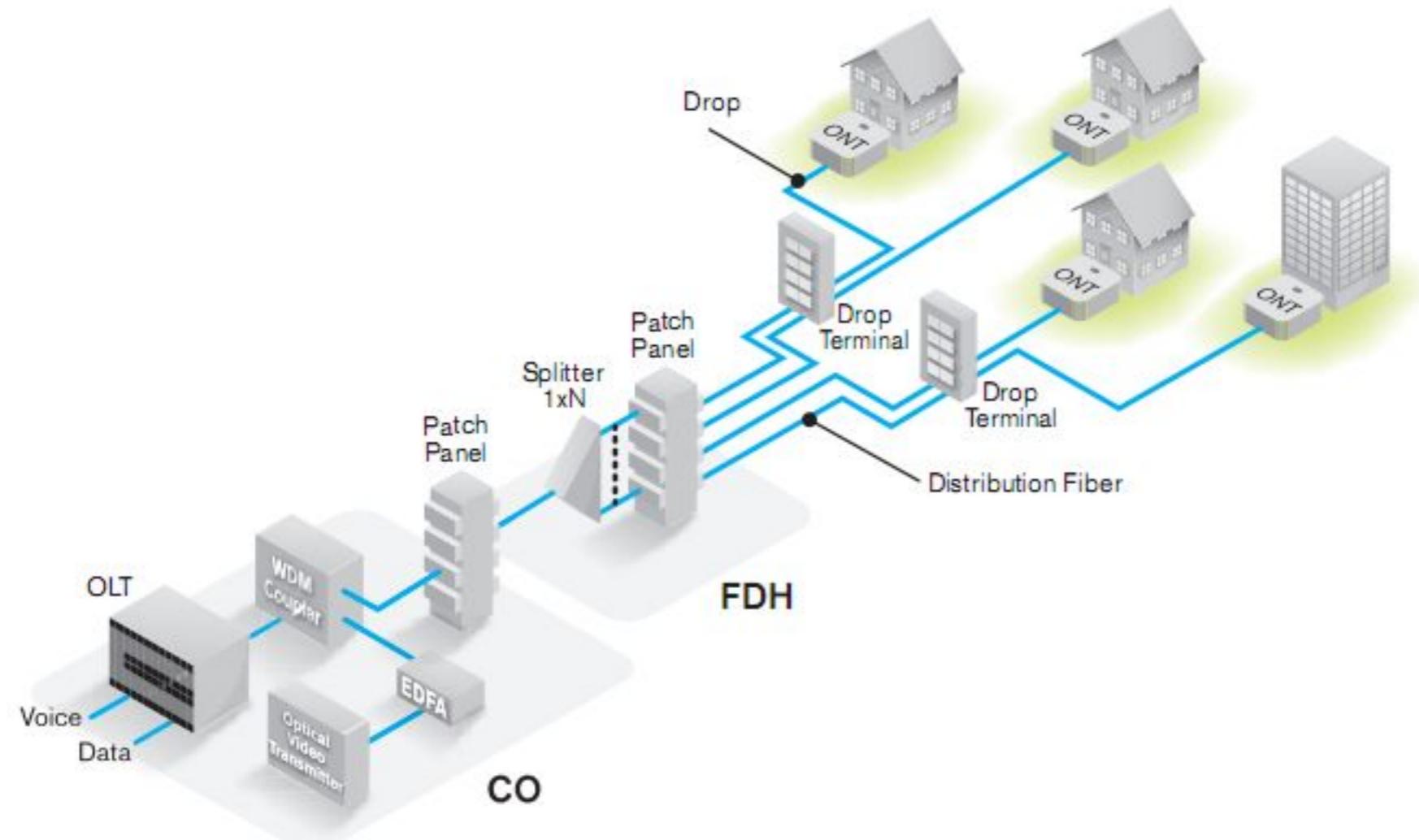


Zdroj: <http://www.emfexplained.info/?ID=25916>



Zdroj: <https://www.ni.com/cs-cz/innovations/white-papers/14/5g-massive-mimo-testbed--from-theory-to-reality--.html>

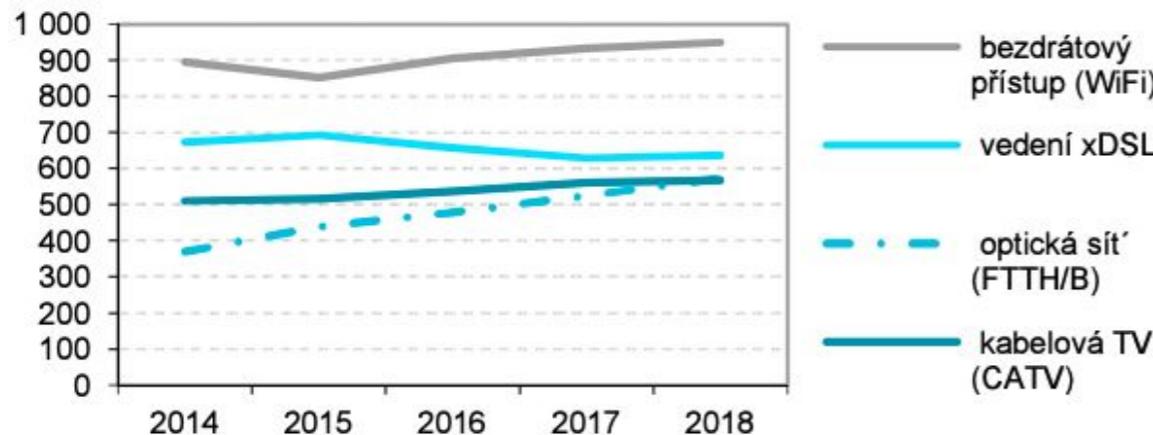
Fiber to the Home



Jak jsme na tom?

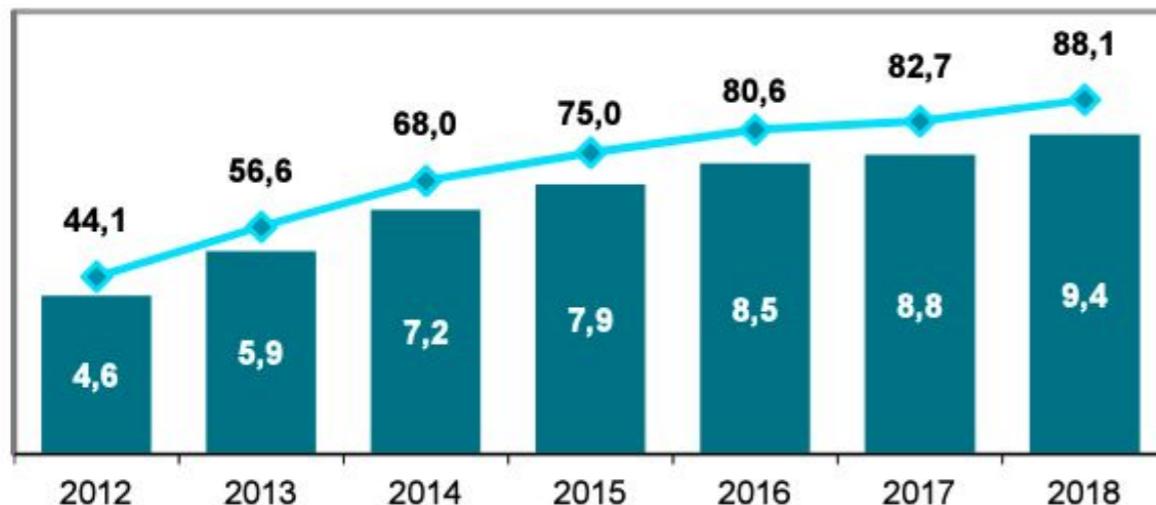
<https://www.czso.cz/csu/czso/informacni-spolecnost-v-cislech-2020>

Graf A19 Připojení používané domácnostmi pro přístup k internetu v pevné síti (tis. aktivních připojek/přístupů)

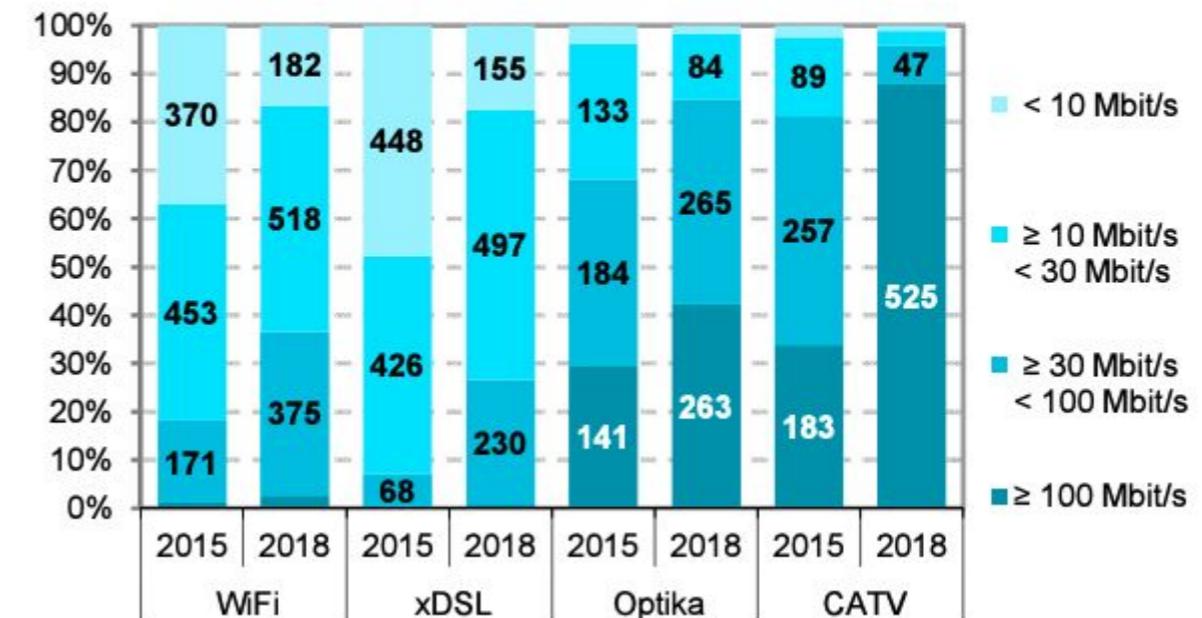


Graf A26 Internet v mobilní síti - počet účastníků

v milionech na 100 obyvatel

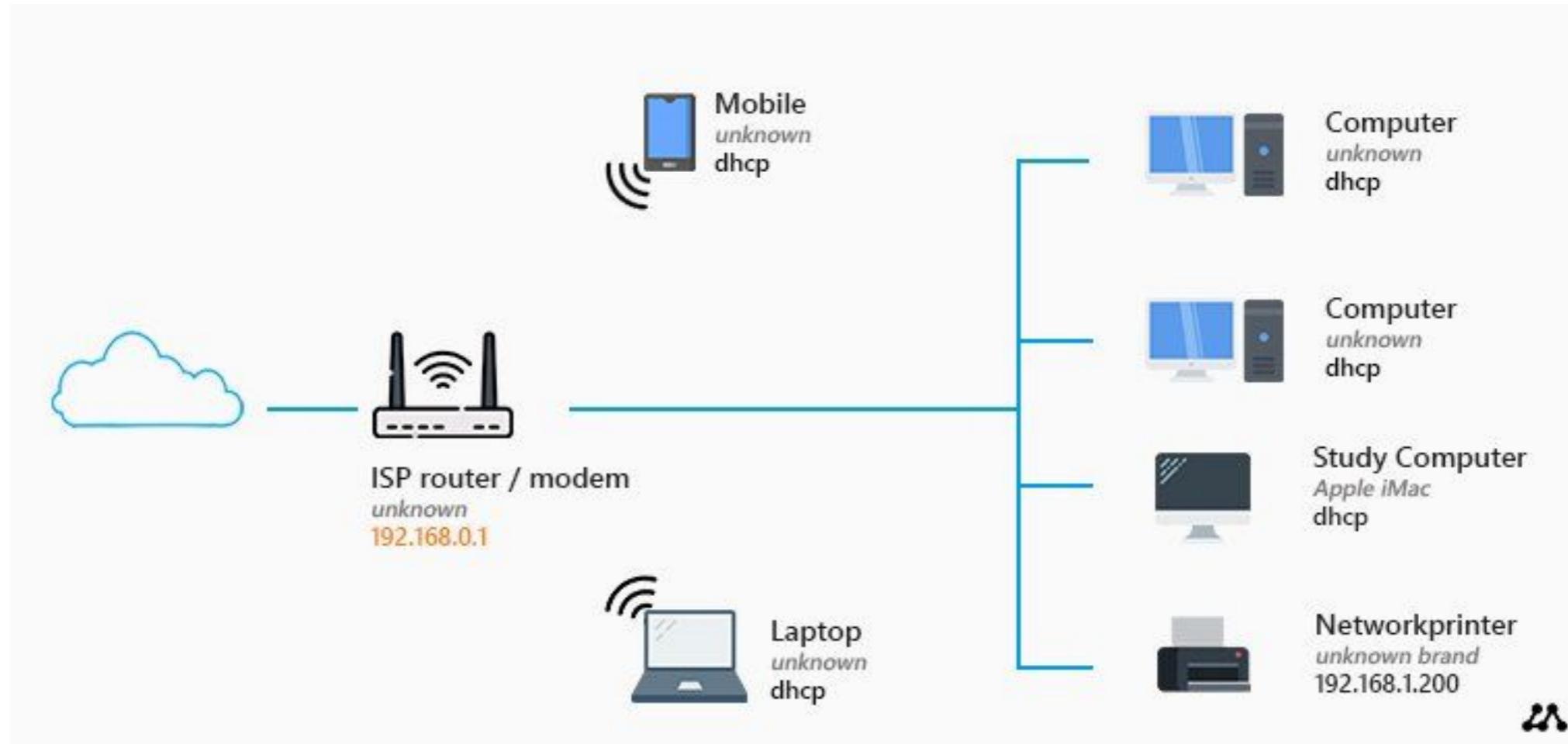


Graf A23 Nabízená rychlosť připojení k internetu v pevné síti vybraných technologií (tis. aktivních připojek/přístupů; %)



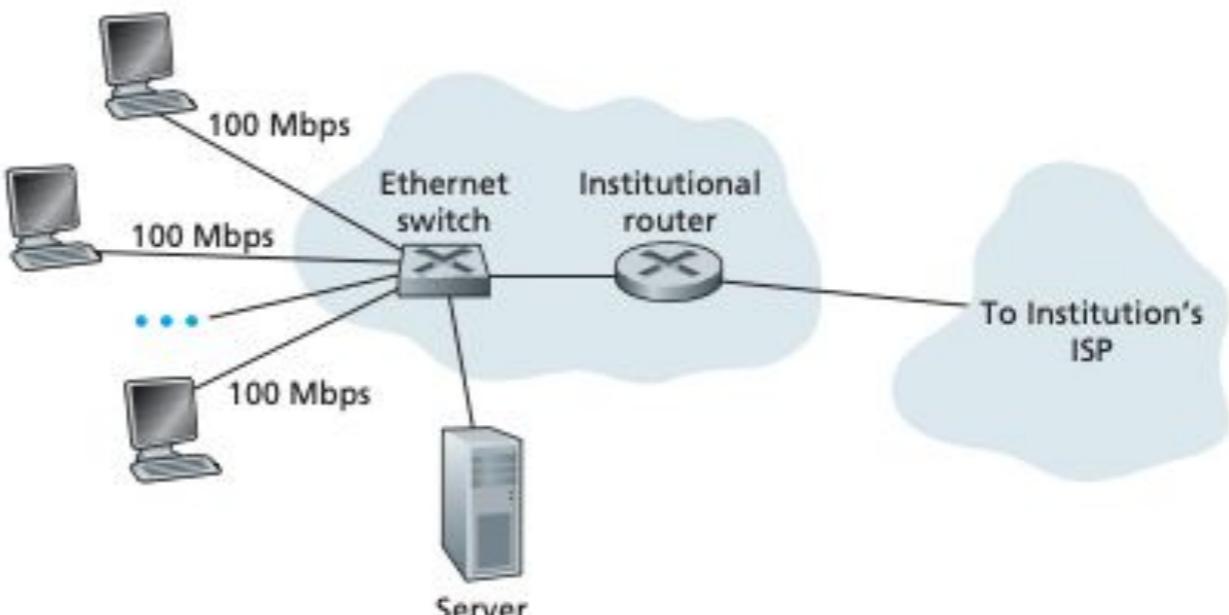
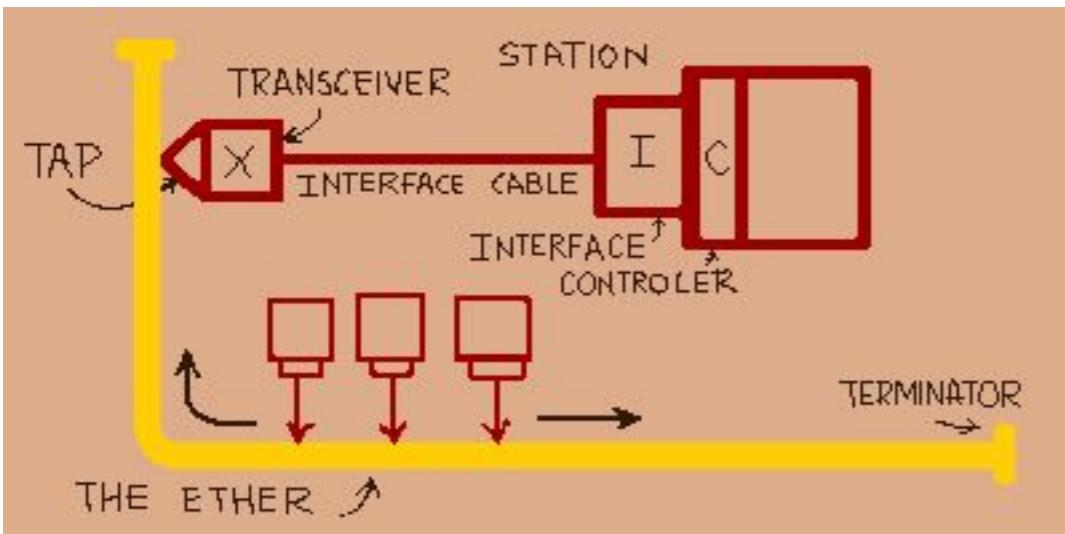
Domácí síť

Malá domácí síť



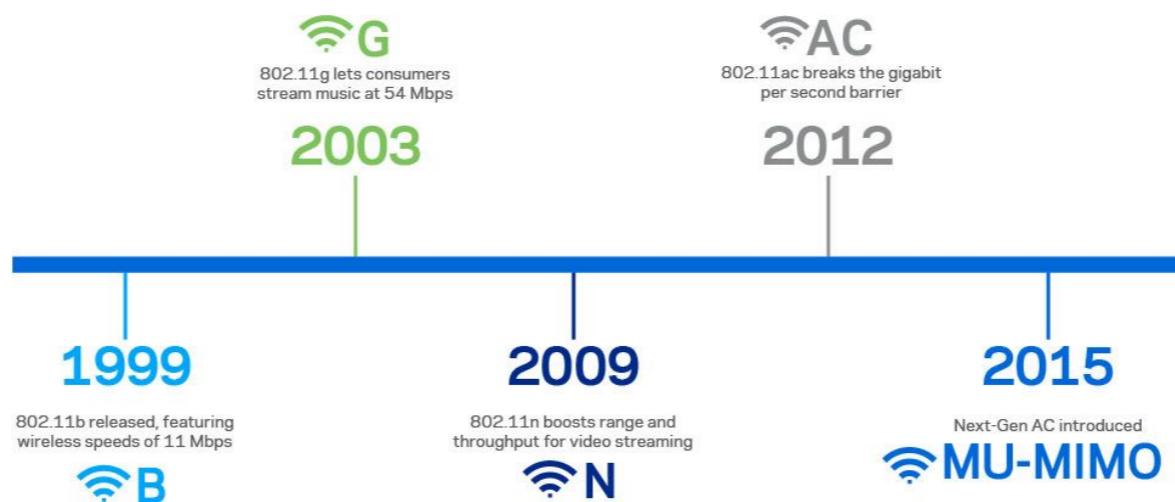
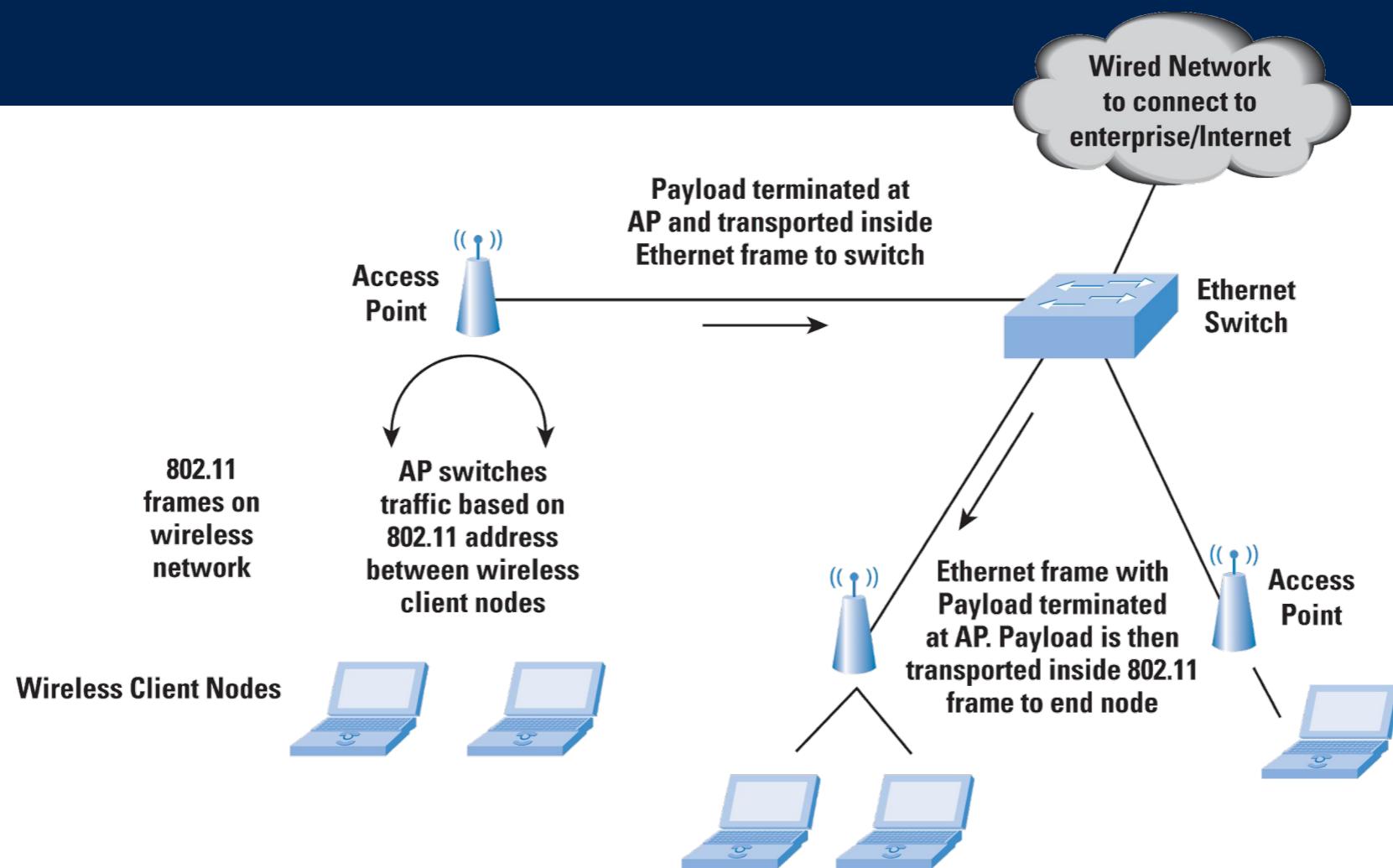
Zdroj: <https://lazyadmin.nl/home-network/home-network-diagram/>

Ethernet



Name	IEEE standard	Data rate	Media type	Maximum distance
Ethernet	802.3	10 Mbps	10Base-T	100 meters
Fast Ethernet/100Base-T	802.3u	100 Mbps	100Base-TX	100 meters
			100Base-FX	2,000 meters
Gigabit Ethernet/GigE	802.3z	1000 Mbps	1000Base-T	100 meters
			1000Base-SX	275/550 meters
			1000Base-LX	550/5000 meters
10 Gigabit Ethernet	IEEE 802.3ae	10 Gbps	10GBase-SR	300 meters
			10GBase-LX4	300m MMF/ 10km SMF
			10GBase-LR/ER	10km/40km
			10GBase-SW/LW/EW	300m/10km/40km

Wifi



Wifi Standards

IEEE 802.11 PHY Standards

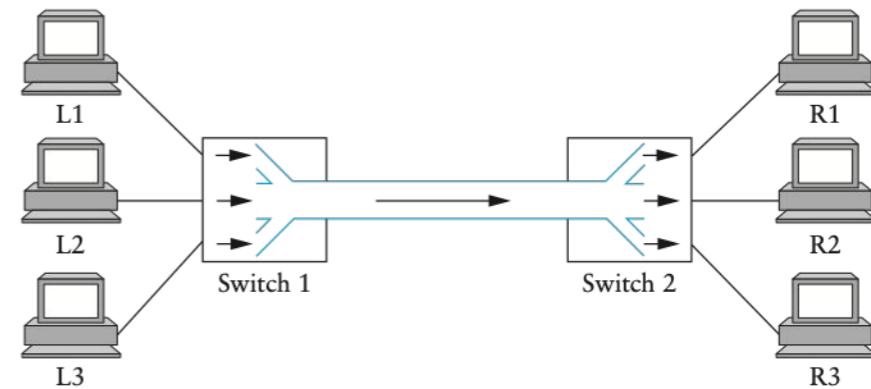
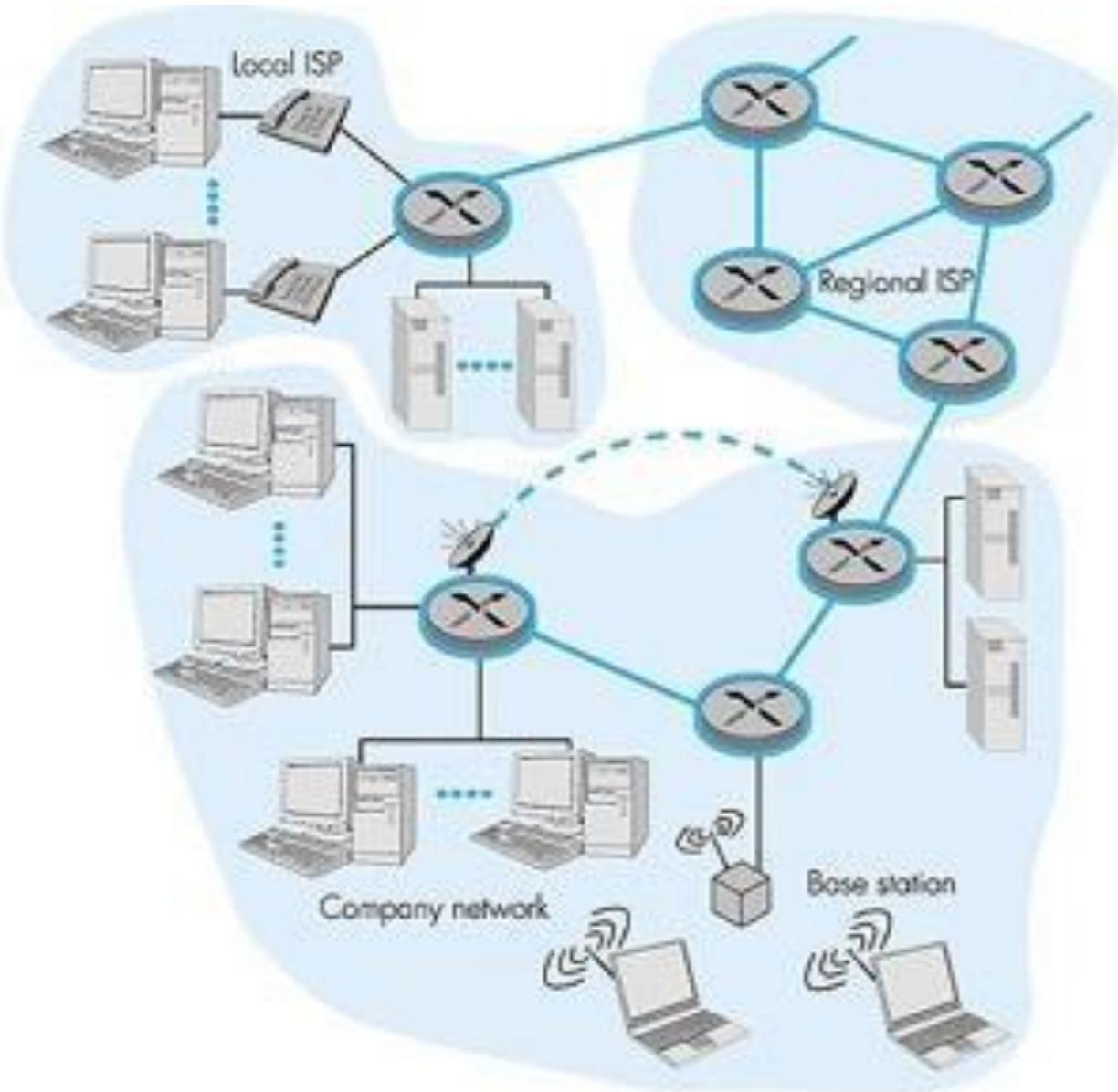
Standard	Band(GHz)	Bandwidth (MHz)	Modulation	Advanced Antenna Technology	Maximum data Rate
802.11	2.4	20	DSSS,FHSS	N/A	2 Mbps
802.11b	2.4	20	DSSS	N/A	11 Mbps
802.11a	2.4	20	OFDM	N/A	54 Mbps
802.11g	5	20	DSSS,OFDM	N/A	54 Mbps
802.11n	2.4	20,40	OFDM	MIMO up to four spatial streams	600 Mbps
802.11ad	60	60	SC,OFDM	Beamforming	7 Gbps
802.11ac	5	40,80,160	OFDM	MIMO, MU-MIMO, upto eight spatial streams	7 Gbps

Zjistěte si...

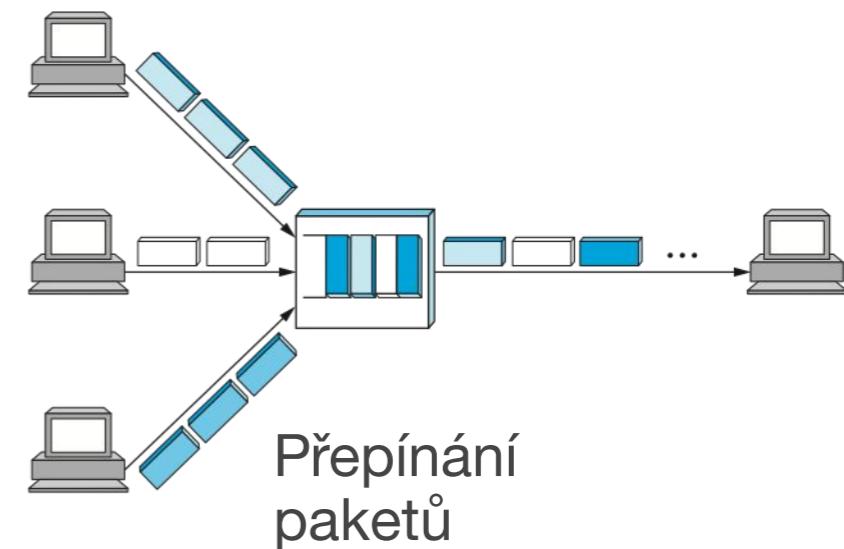


Páteřní síť

Páteřní síť

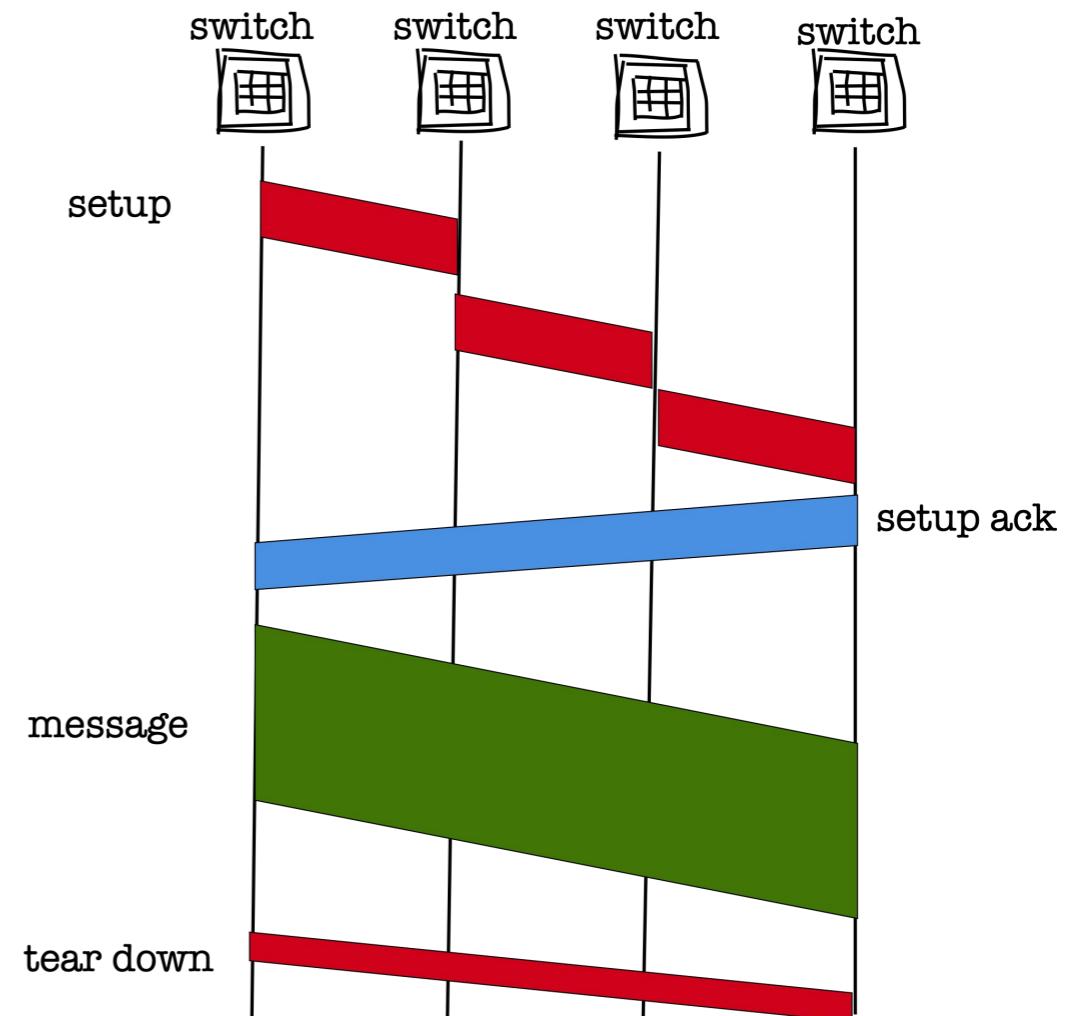
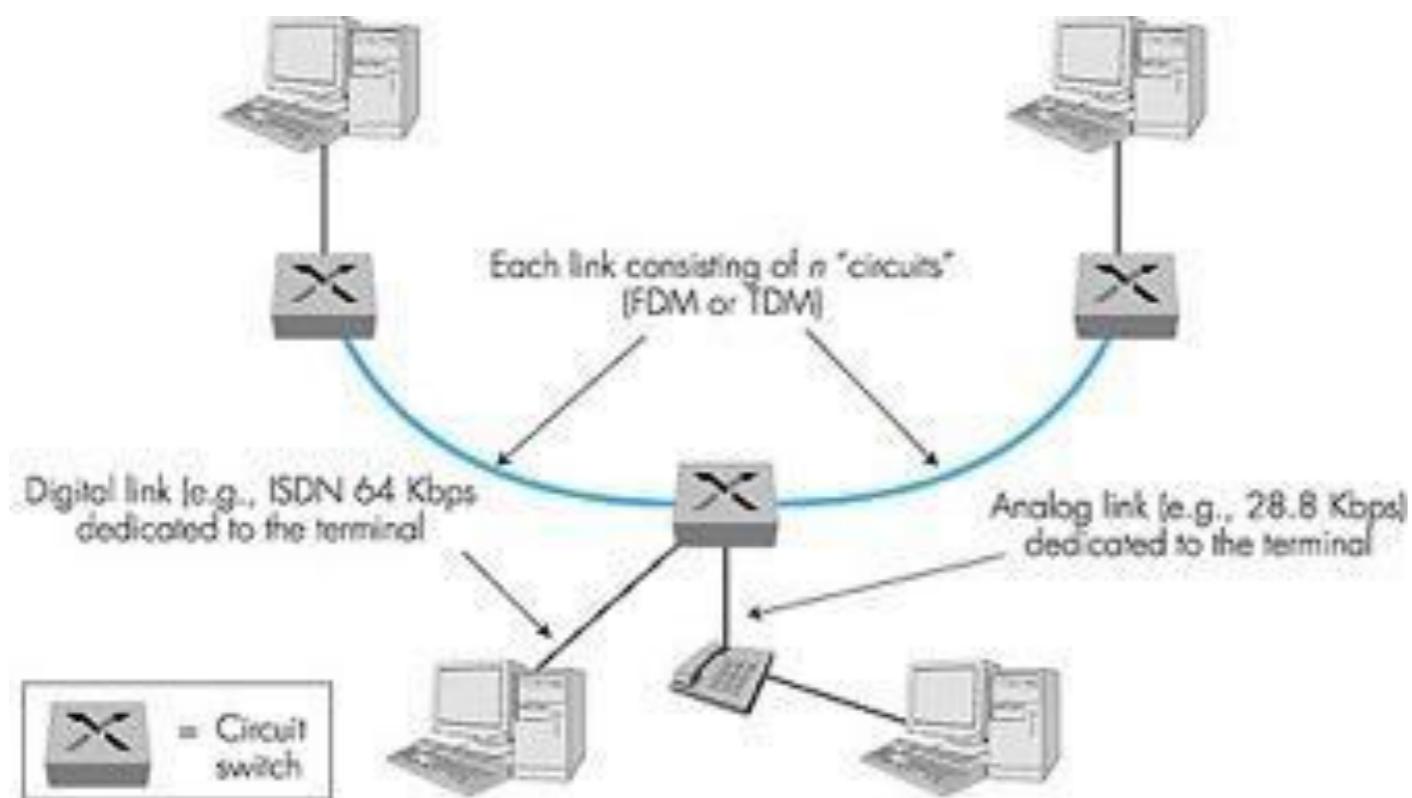


Přepínání
okruhů

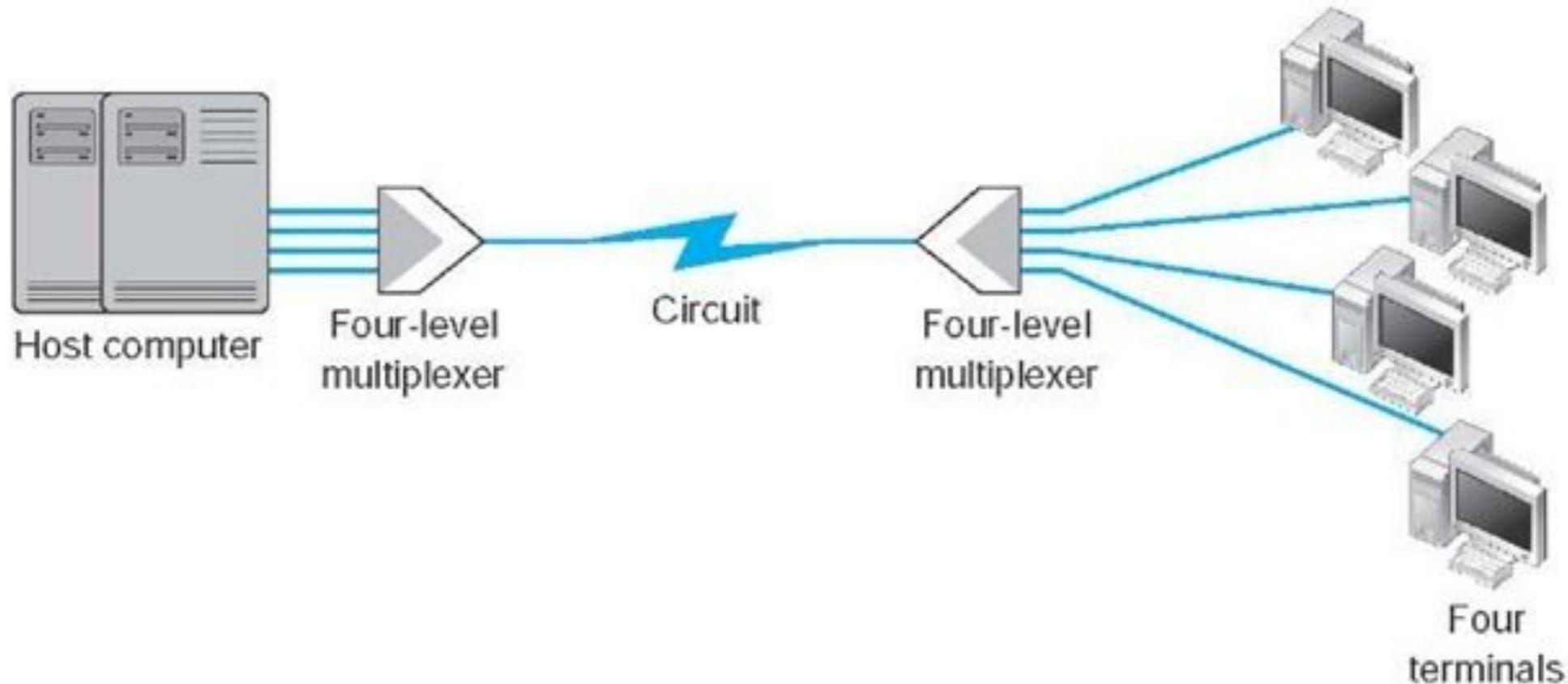


Přepínání
paketů

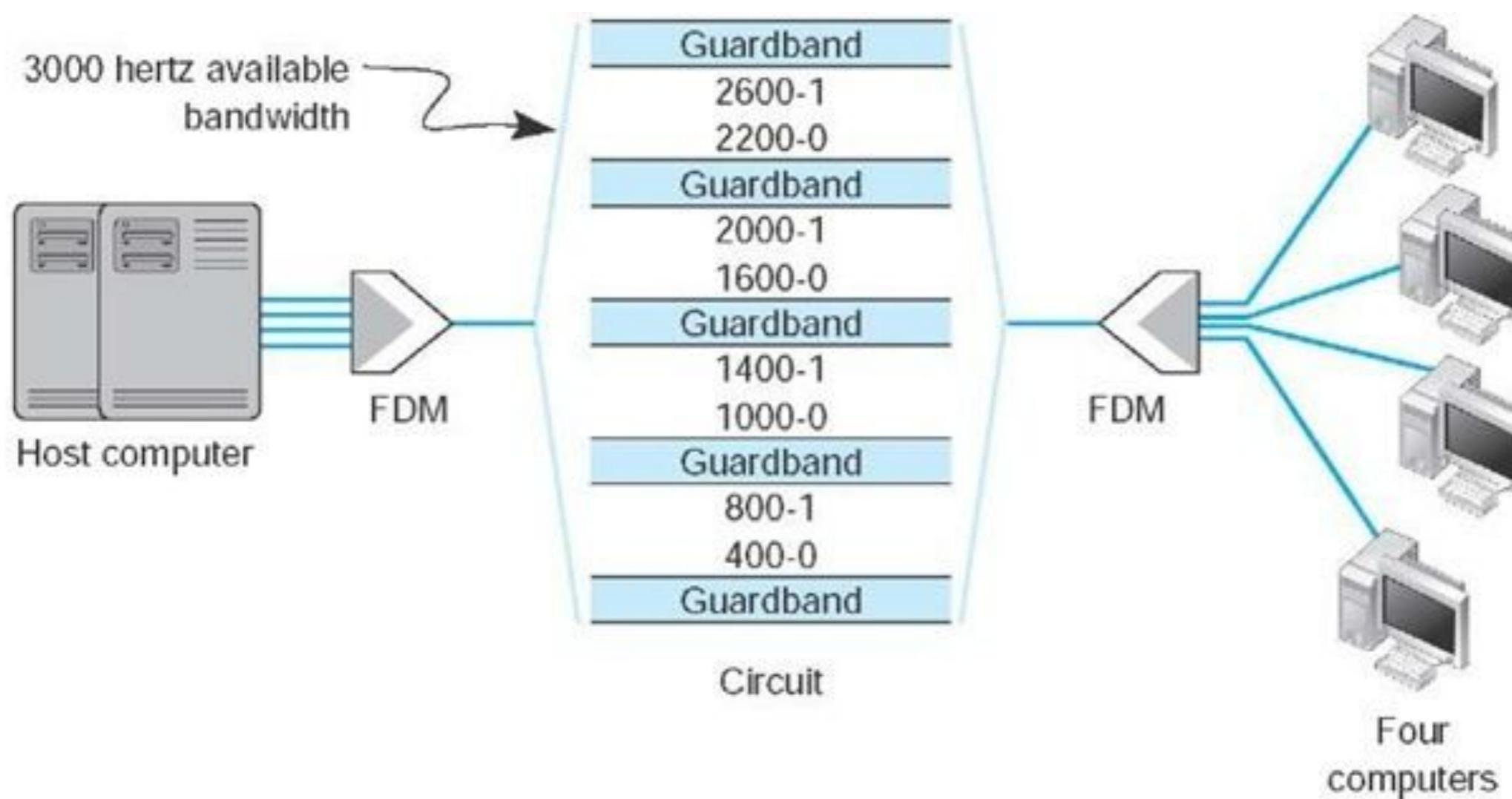
Přepínání okruhů



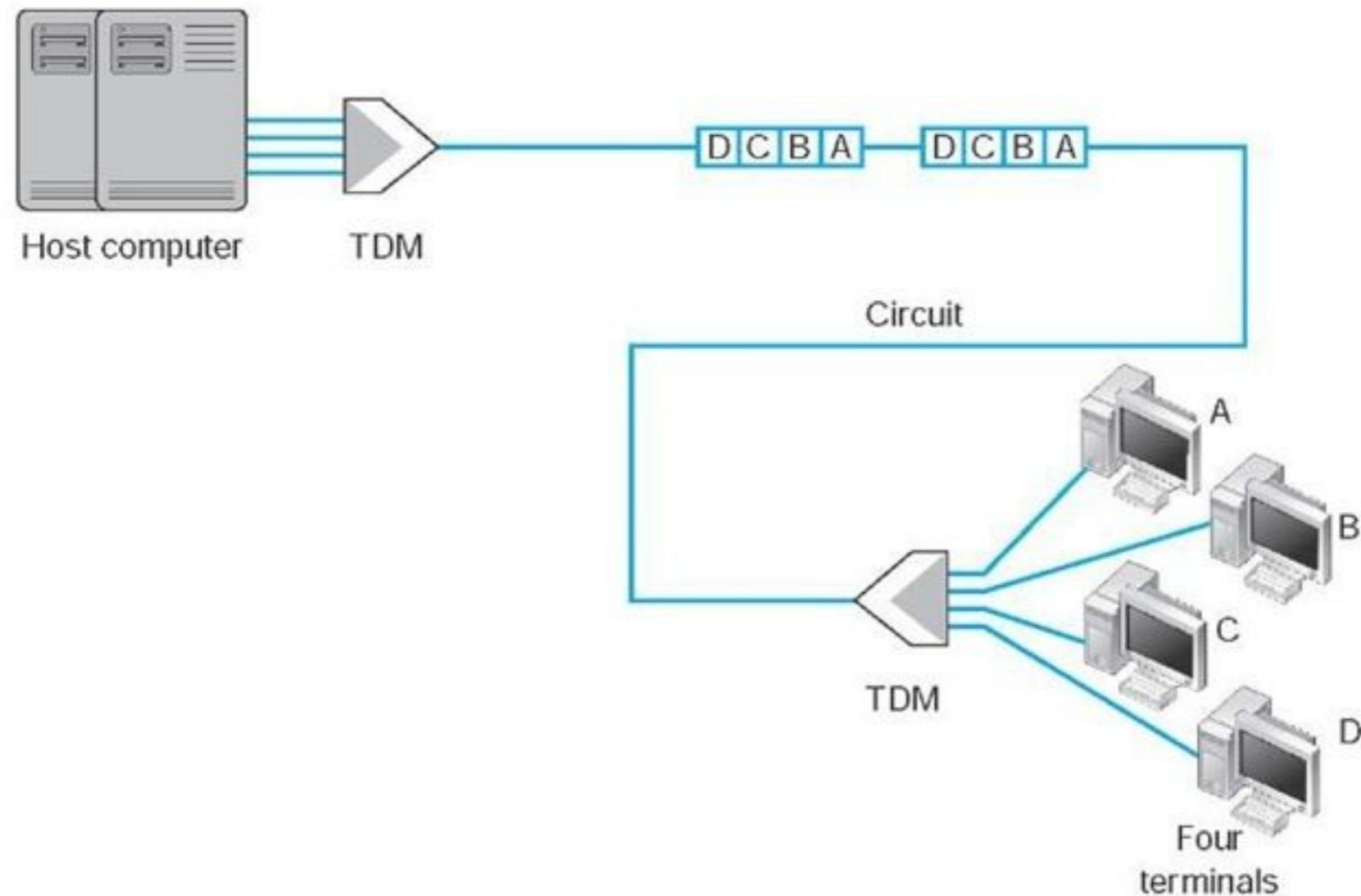
Multiplexing



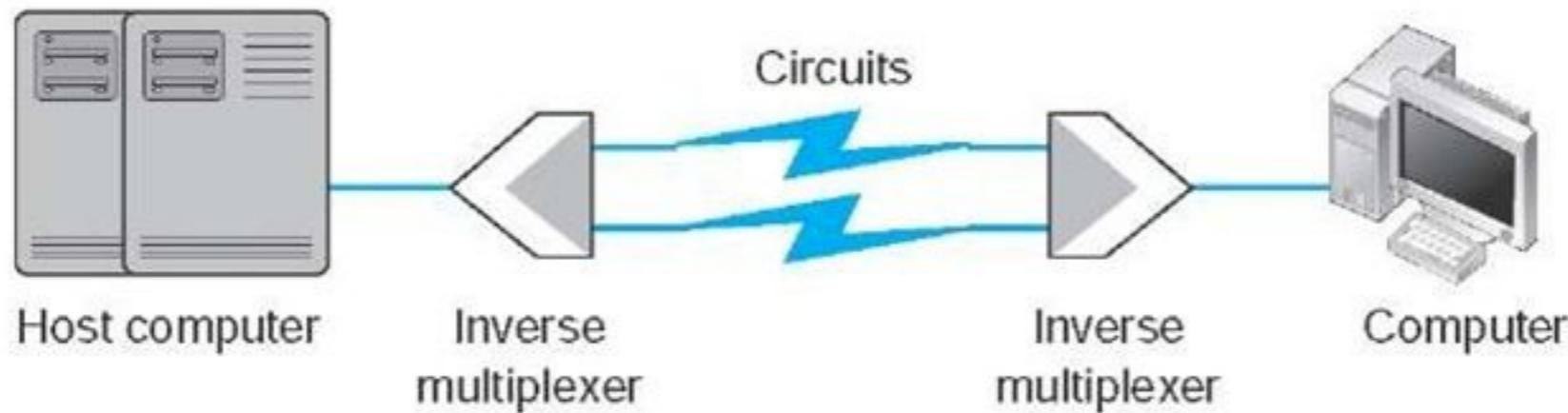
FDM



TDM



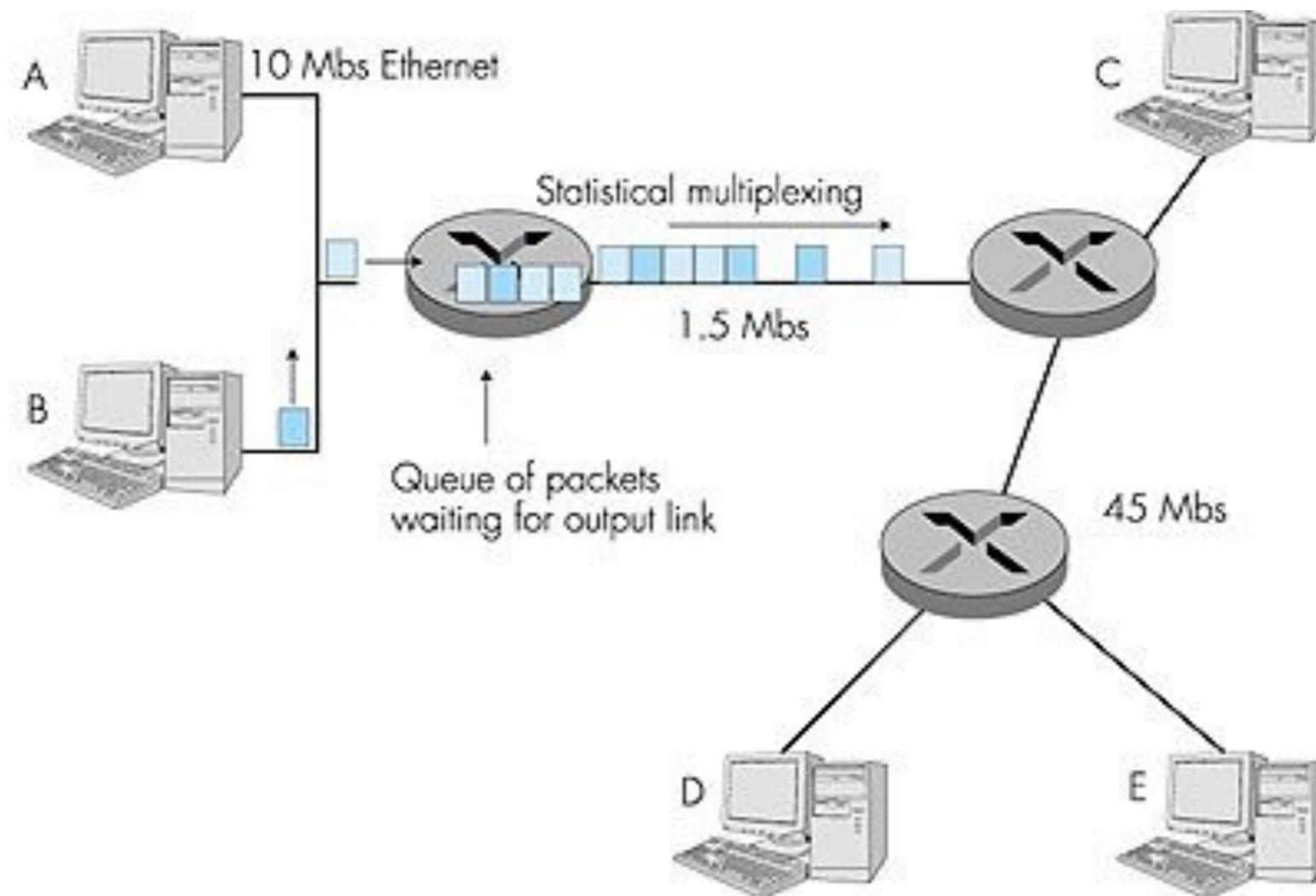
Bonding



Příklad

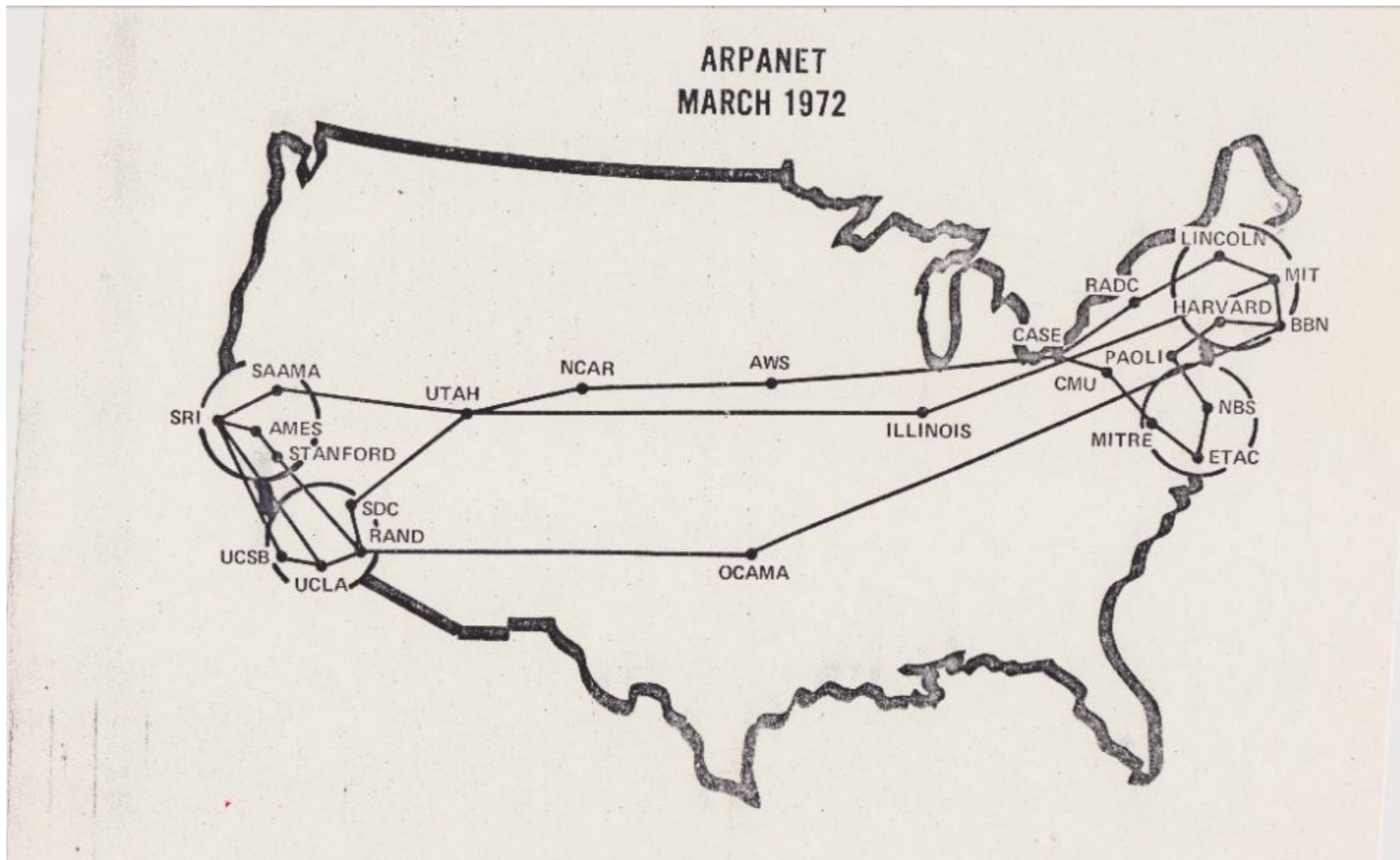
Pro TDM o 24 slotech vypočtěte dobu potřebnou pro přenos bloku dat o velikosti 640 000 bitů. Přenosová rychlosť okruhu je 1 536Mbps. Zahájení spojení trvá 500ms. Zpoždění přenosu zanedbejte.

Přepínání paketů



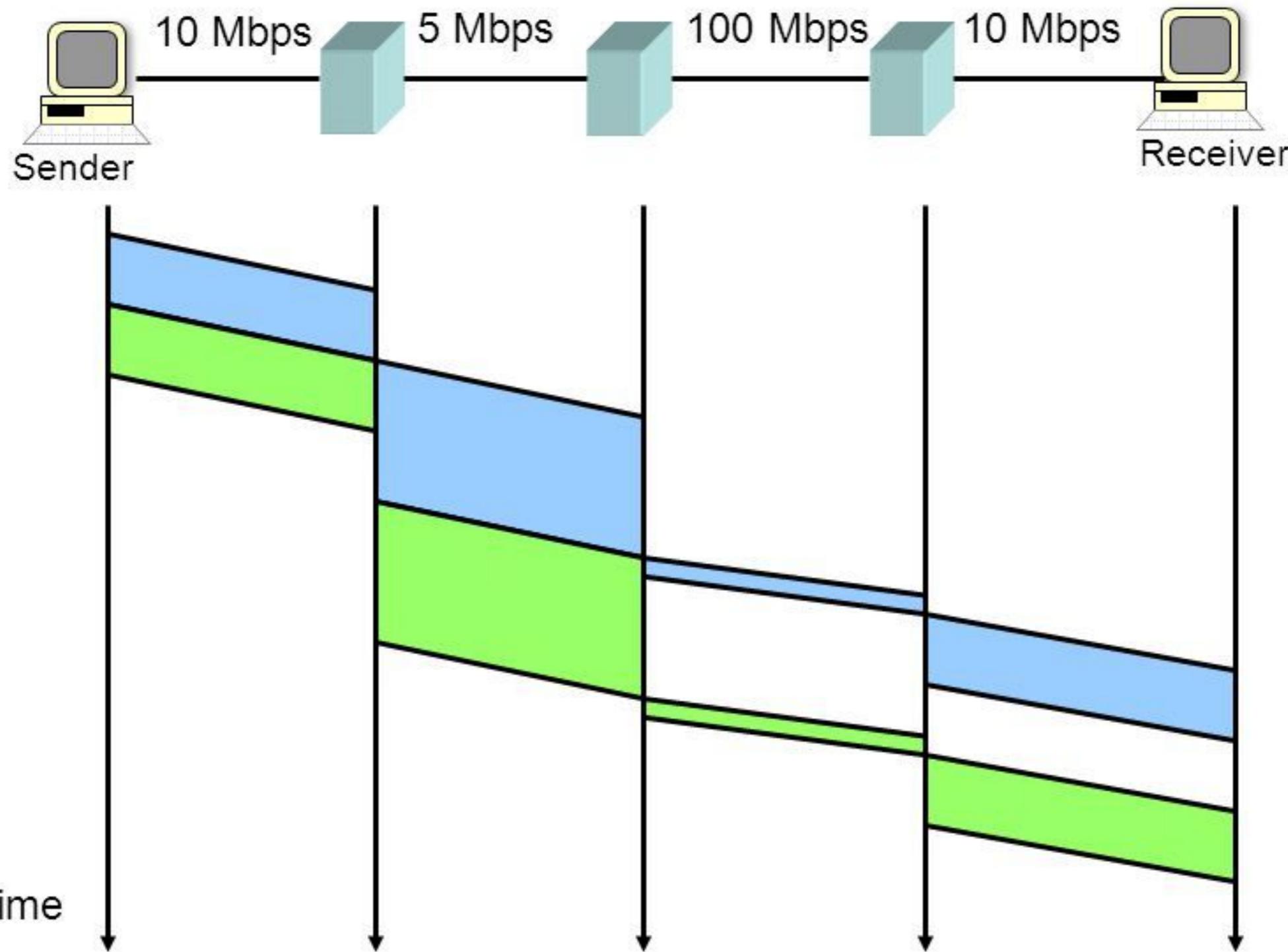
ARPANET

1969 první přenesený paket - vznik ARPANETu.

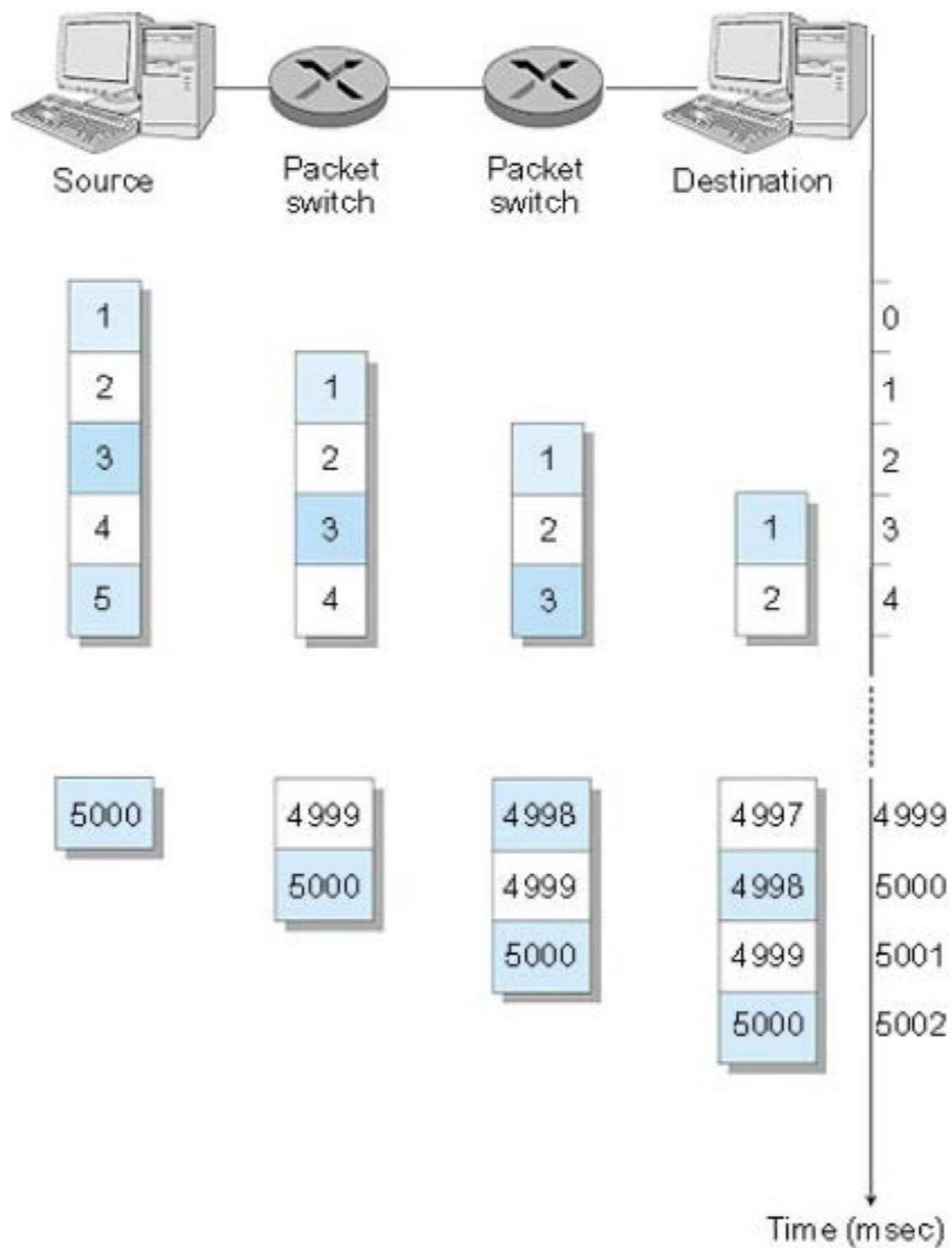


Zdroj: UCLA

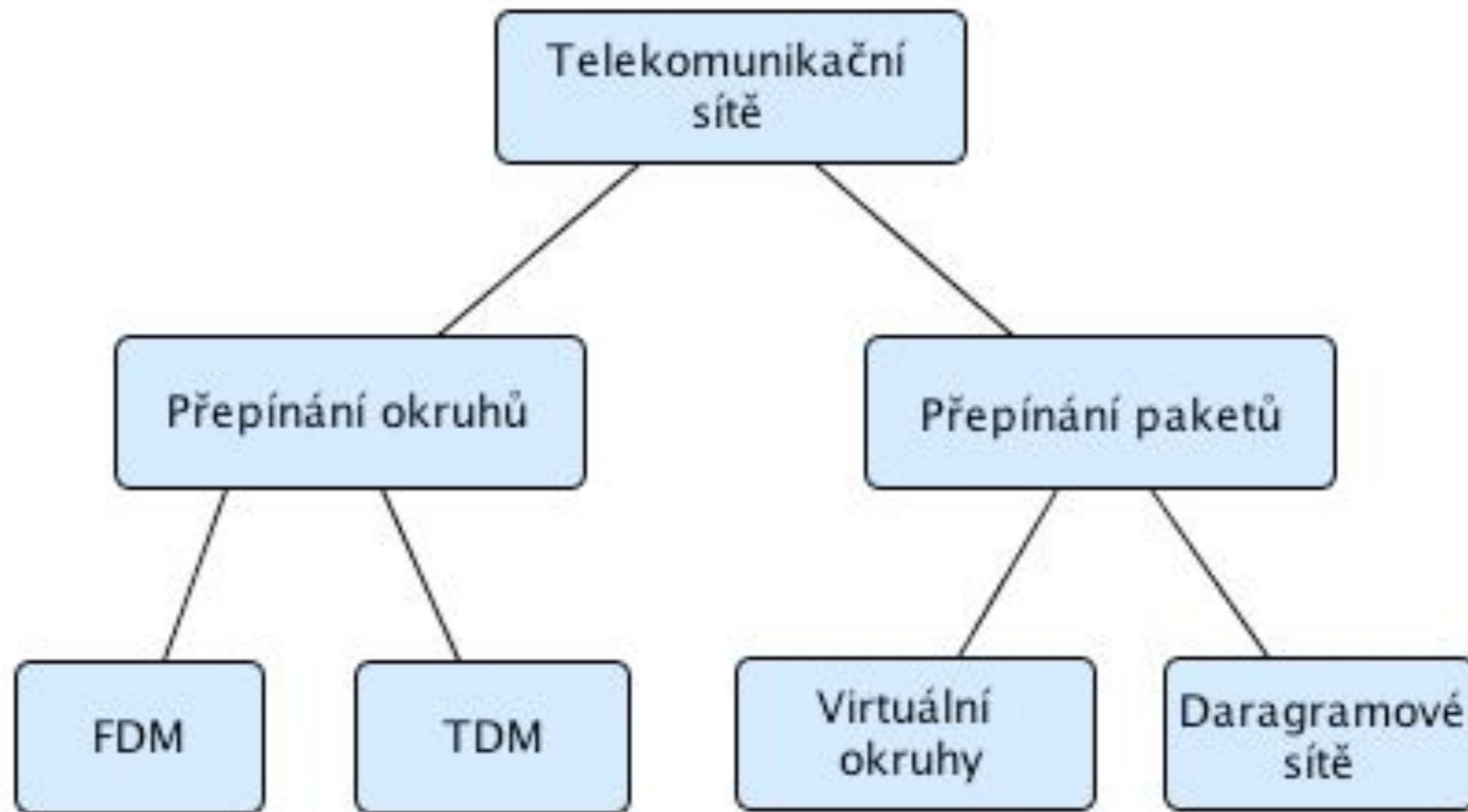
Přenos paketů



Segmentace

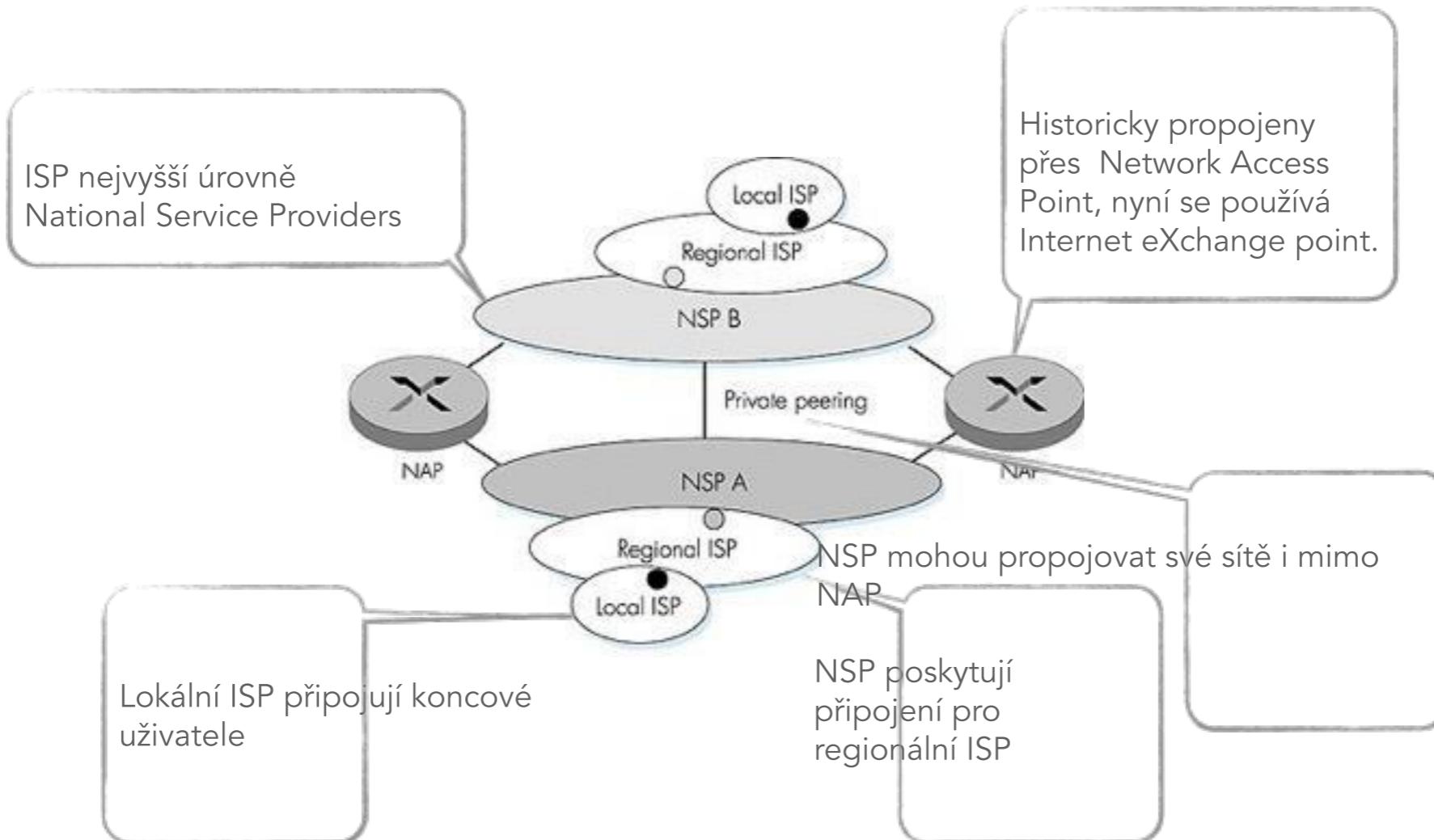


Taxonomie

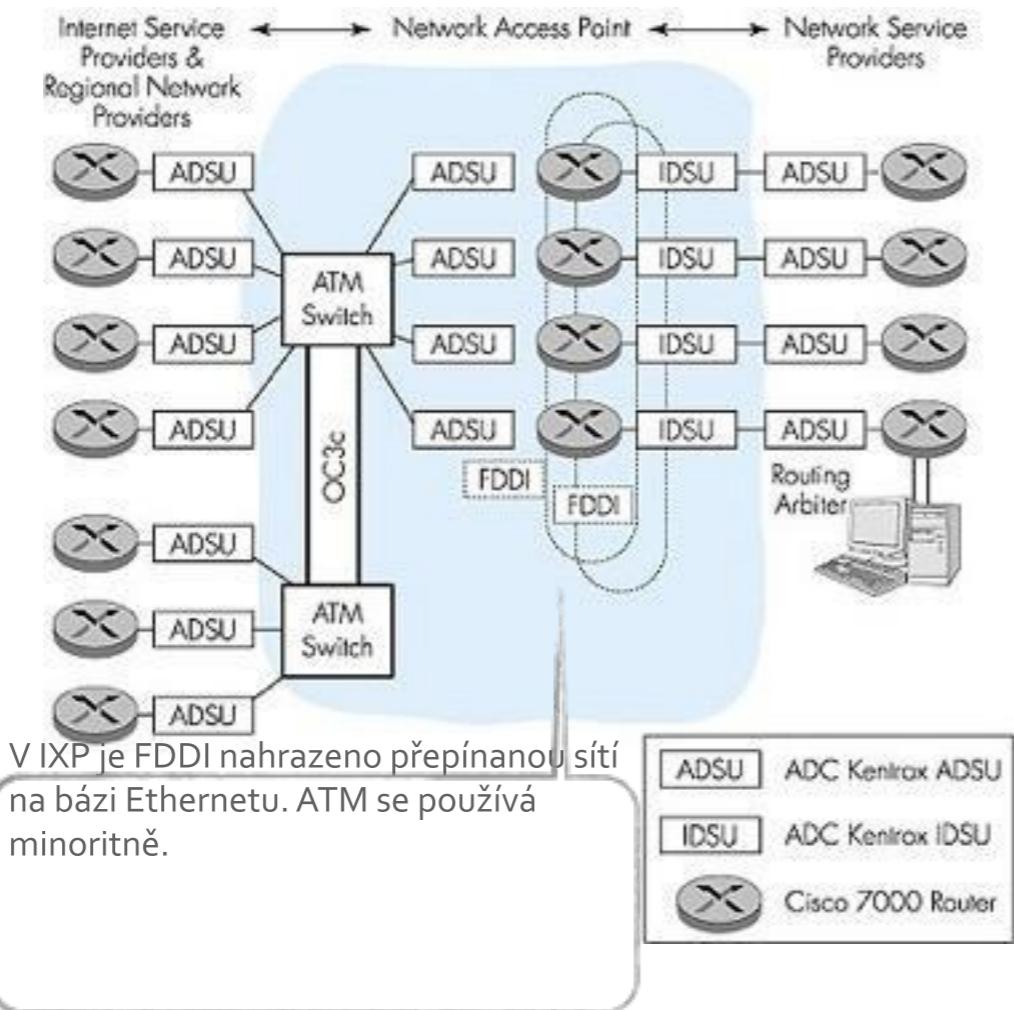


Struktura Internetu

ISP



NAP, IXP

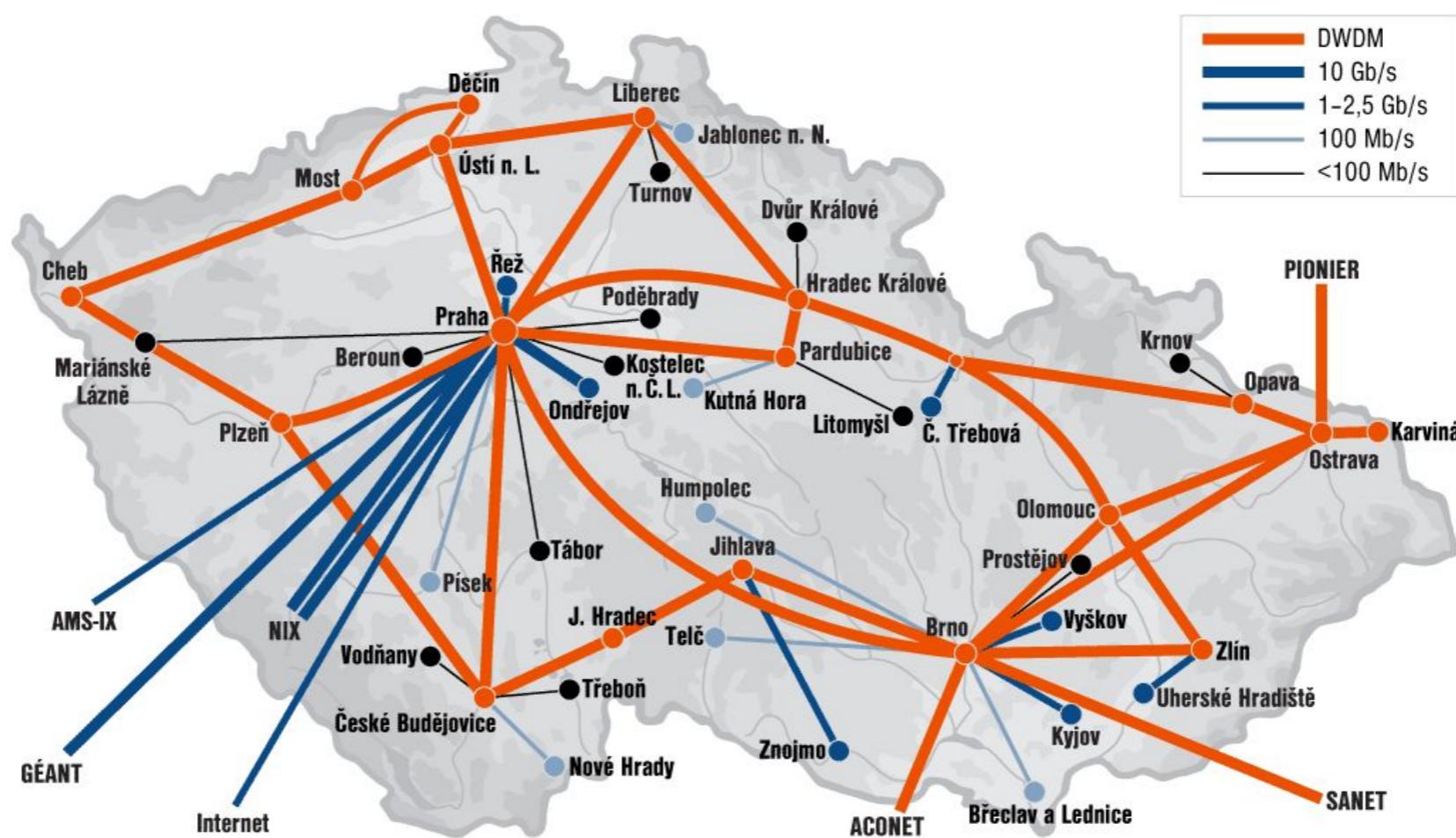


IXP nahrazuje NAP

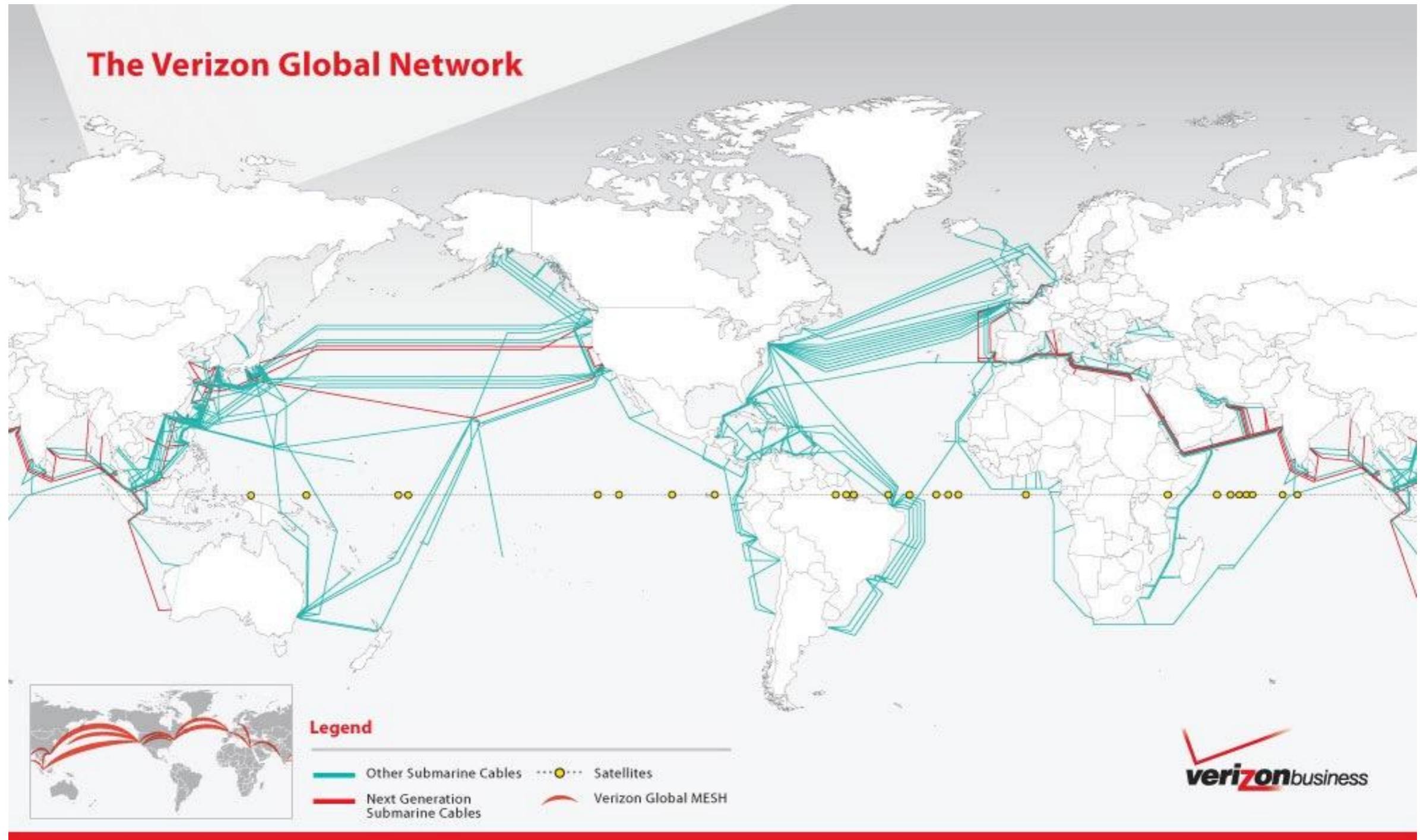


Budova LINX (Londýn)

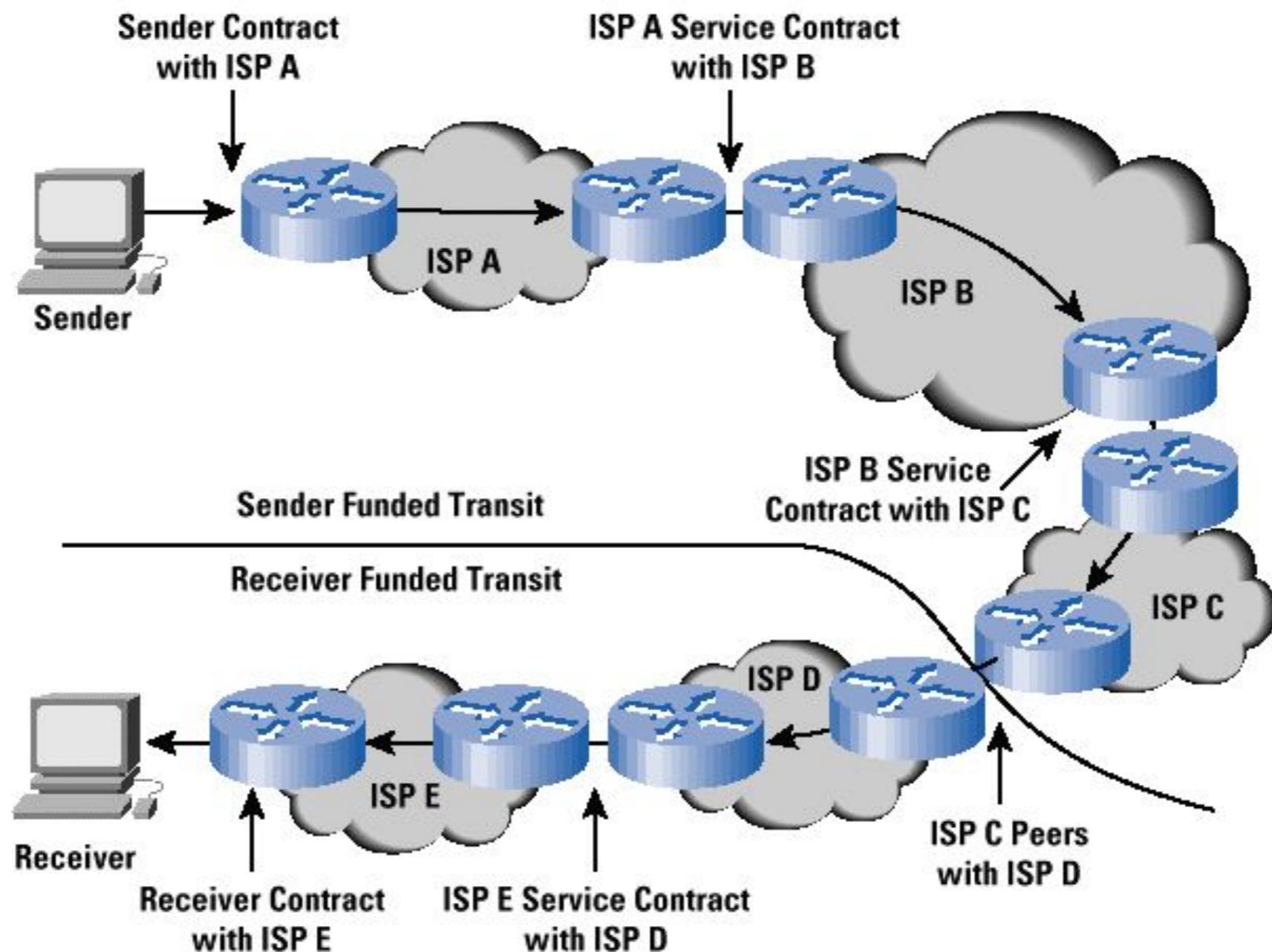
CESNET 2



Verizon

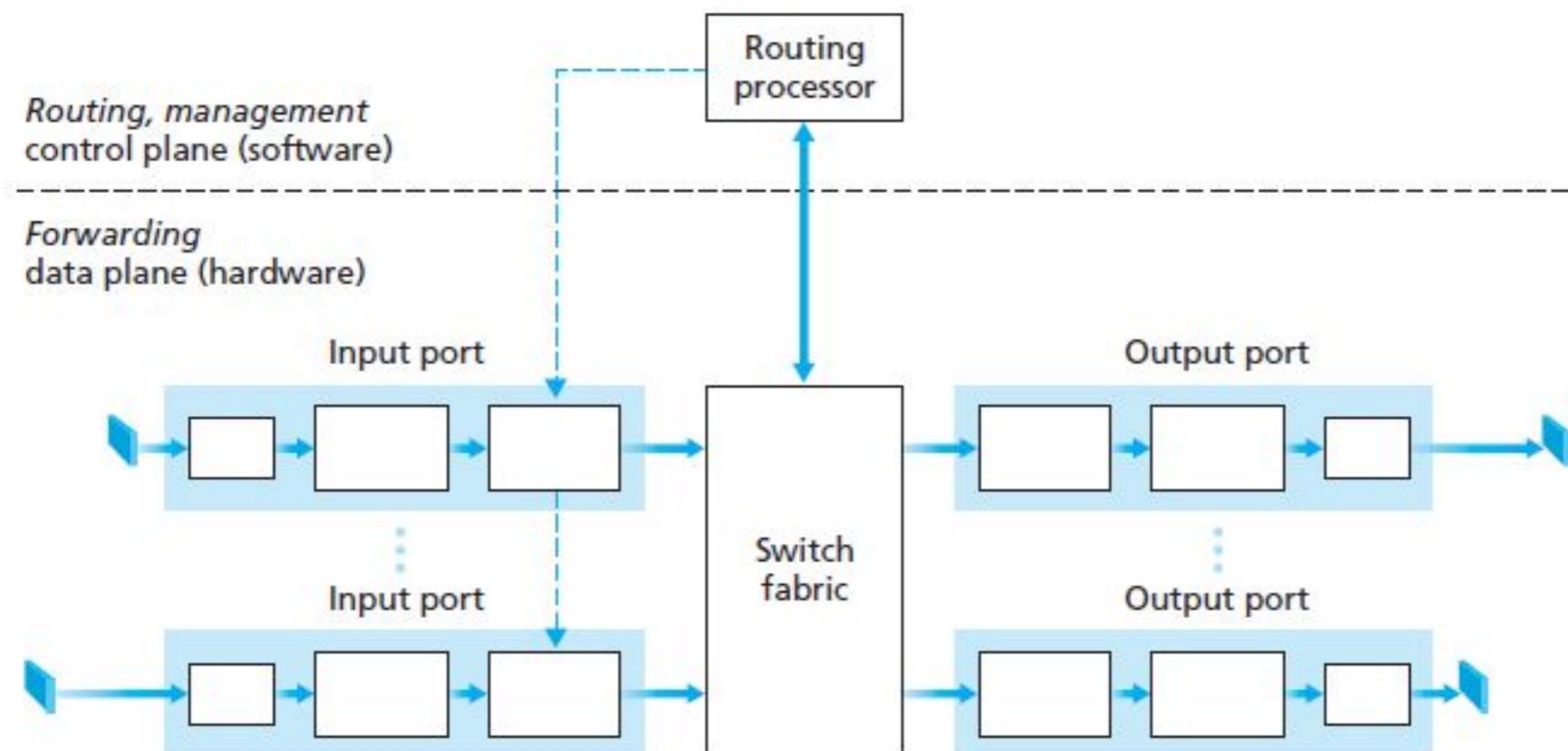


Přenos dat v sítích ISP



Zpoždění, ztráta a
propustnost

Model směrovače



Zpoždění

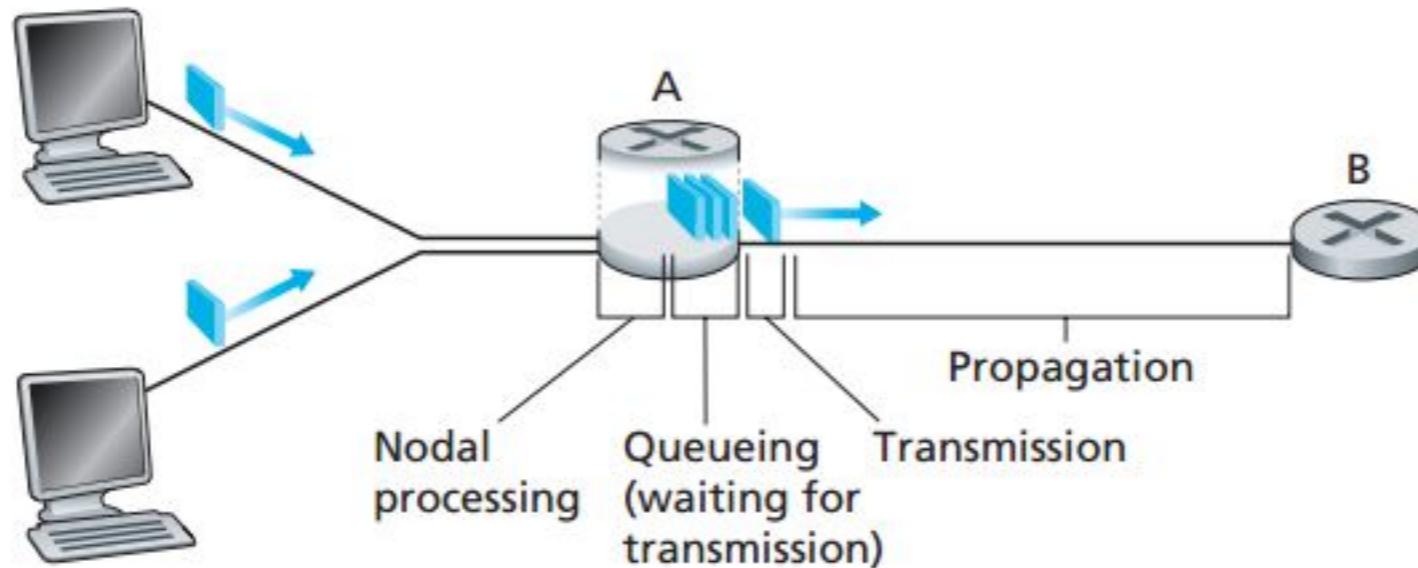
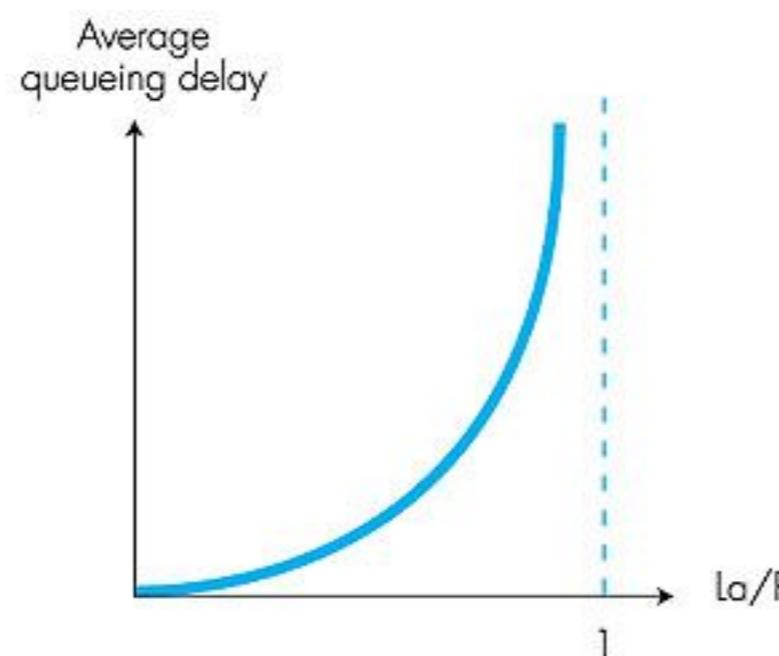
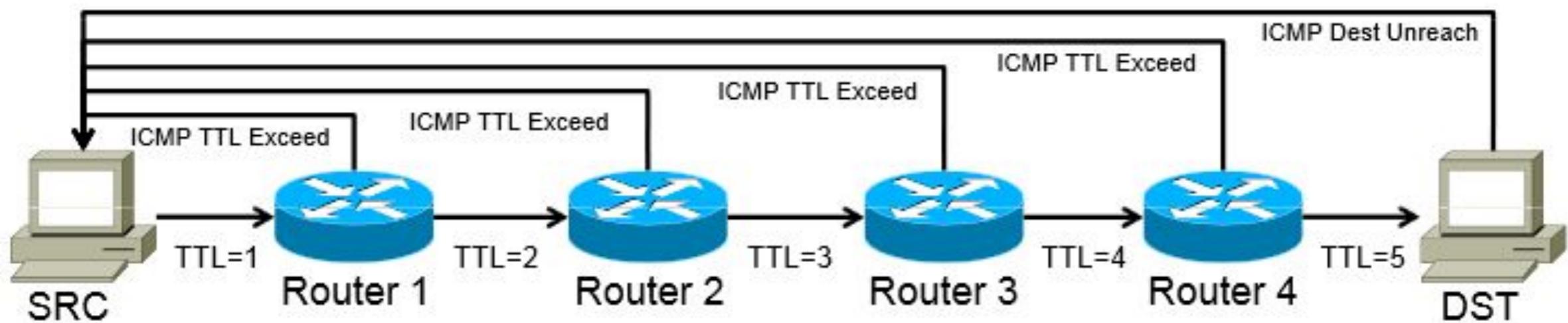


Figure 1.16 ♦ The nodal delay at router A



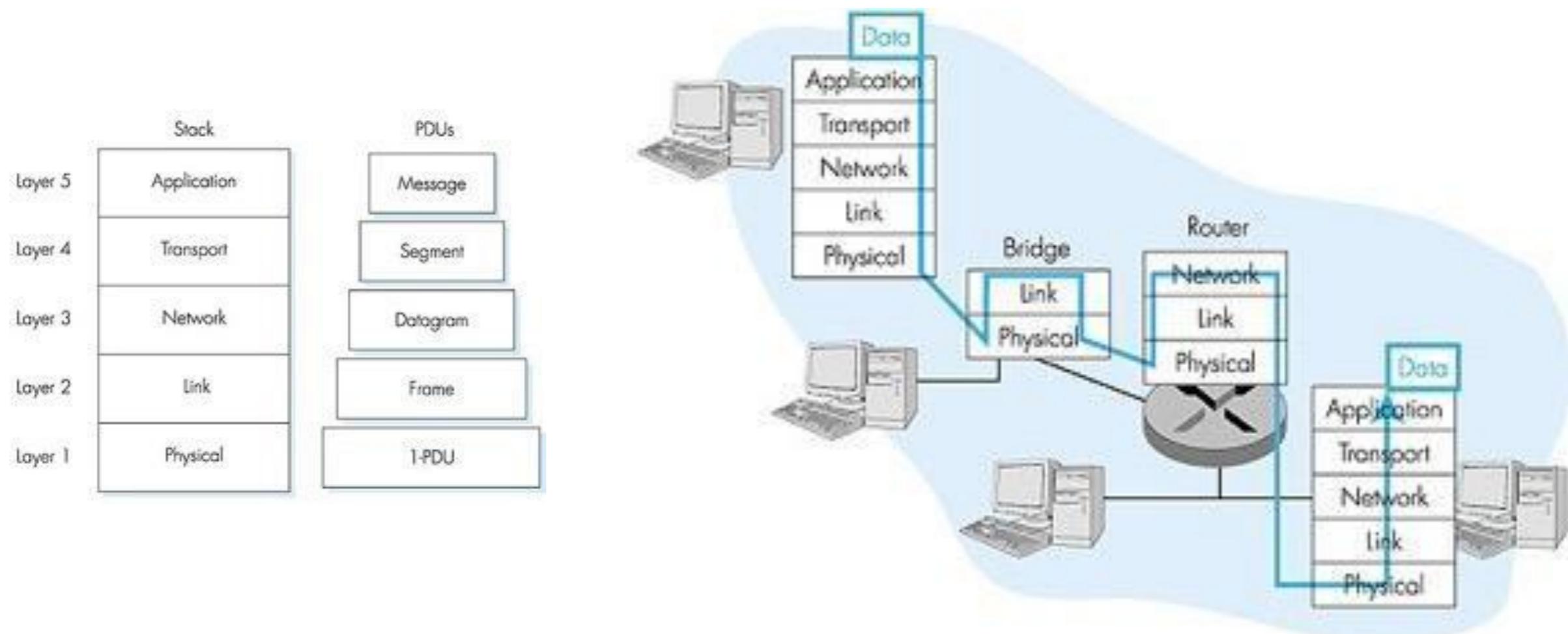
R.....šířka pásma (bps)
L.....délka paketu (bit)
a.....průměrná rychlos
příchodu paketů (pps)
intenzita provozu = $L.a/R$

Traceroute

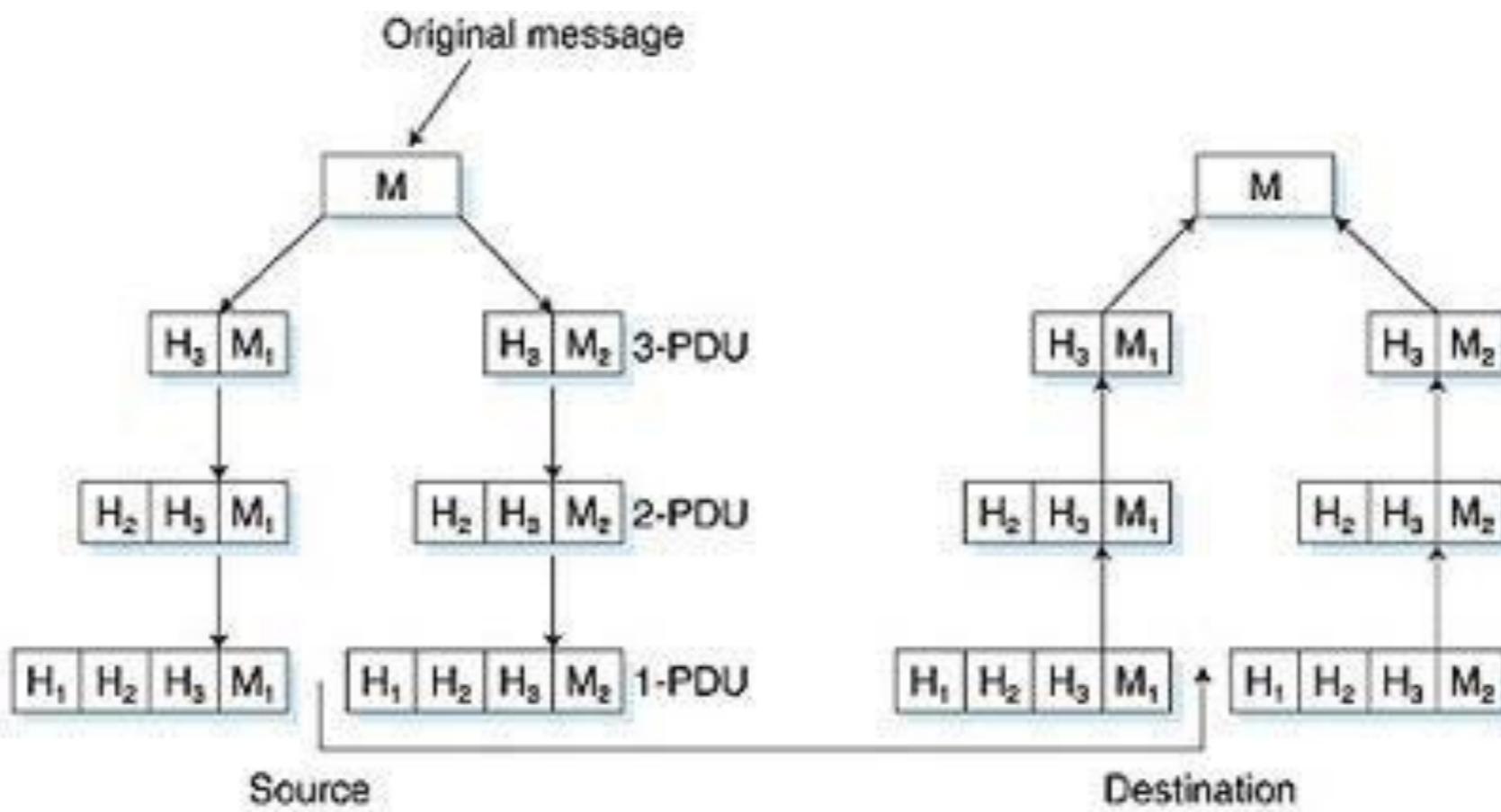


Model TCP/IP

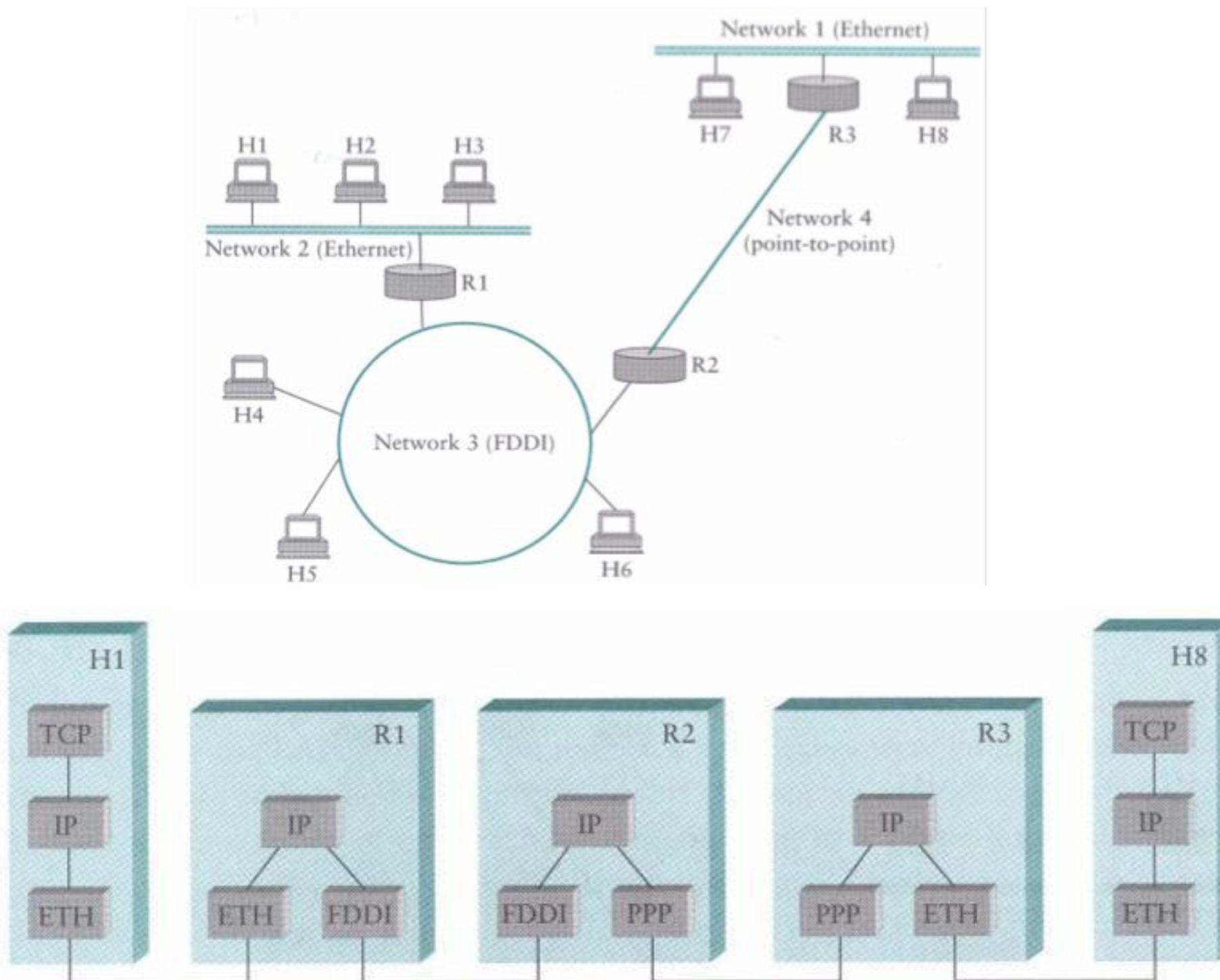
Vrstvy



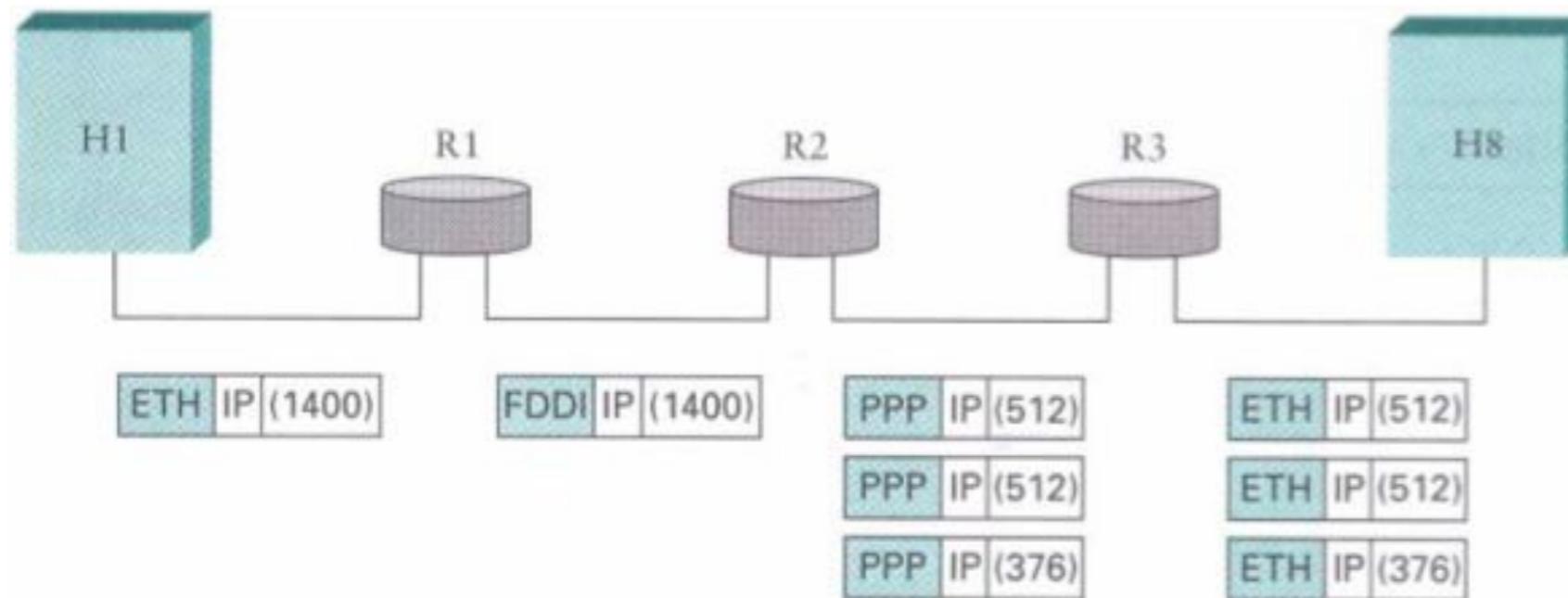
Zapouzdření



Různé sítě



Fragmentace



Závěr

Komunikace

Pro vytvoření funkční počítačové sítě musíme vyřešit:

- . formát a kódování dat
- . detekci chyb
- . adresování
- . směrování a přepínání

Síťové aplikace uvažují virtuální komunikační kanál

Síťová architektura má několik vrstev pro separaci funkcí a snížení složitosti v případě monolitického návrhu

Spolehlivá komunikace v paketových sítích je realizována jako samostatná vrstva v síťové architektuře.

Připojení

Různé typy připojení, které se liší:

- použitou technologií
- rychlostí komunikace
- dostupnosti
- cenou

Nové technologie:

- optické spoje
- vysokorychlostní bezdrátový přenos
- mobilní připojení (4G/5G)

Koncové sítě

Ethernet:

- postupná evoluce od 10Mb/s až na X Gb/s rychlosti
- levná zařízení, instalace
- spolehlivé pro lokální sítě

Wifi:

- použití 2,4GHz a 5 GHz
- různé standardy
- liší se rychlostí
- pořád sdílené médium, zvýšení “kapacity” pomocí MIMO a beam steering

Páterňí sítě

Sítě ISP, původně telekomunikační společnosti

Přepínání okruhů

Multiplexing (TDM, FDM,...)

Přepínání paketů

Statistický multiplexing

Efektivní sdílení média

Struktura Internetu

Propojování ISP, peering, účtování

Autonomní systémy

Paketové sítě

Přenos paketů v síti

Model směrovače

Zpoždění

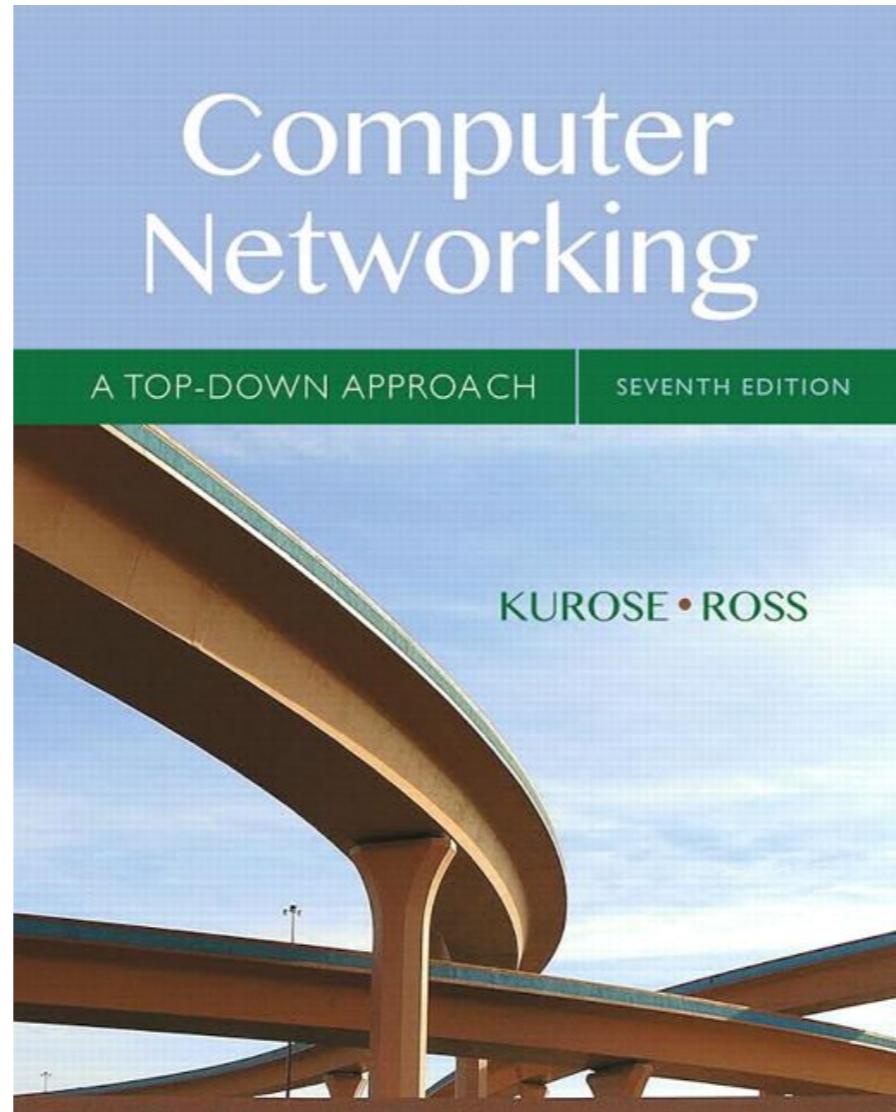
Ztráta paketu

TCP/IP Model komunikace

Síťové vrstvy

Zapouzdření při přenosu

Fragmentace



CHAPTER 1:

Homework Problems

and Questions