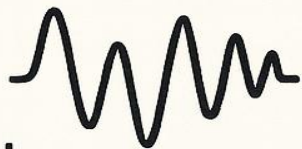


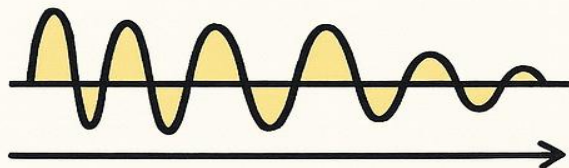
FYZICKÁ VRSTVA SÍTĚ

CHARAKTERISTIKY

- Šířka pásma
- Šum
- Útlum
- Přeslech



PÁSMA



Frekvence

VELIČINY



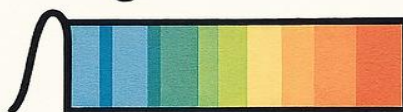
V (V)



I (A)



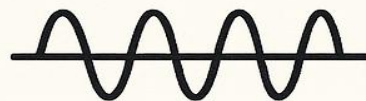
W (W)



Frekvence

MODULACE

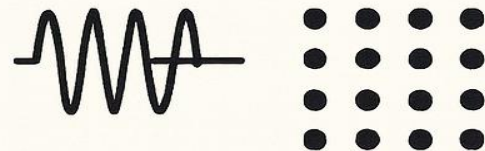
AM



FM



PM

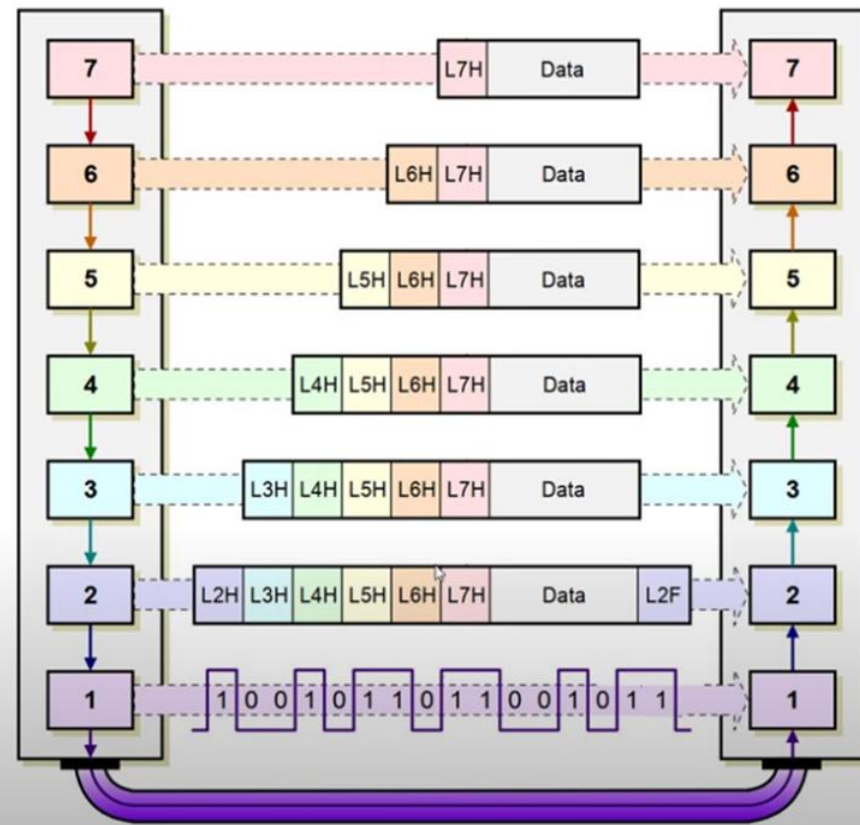


Ing. Petr Orvoš

SOŠ a SOU NERATOVICE

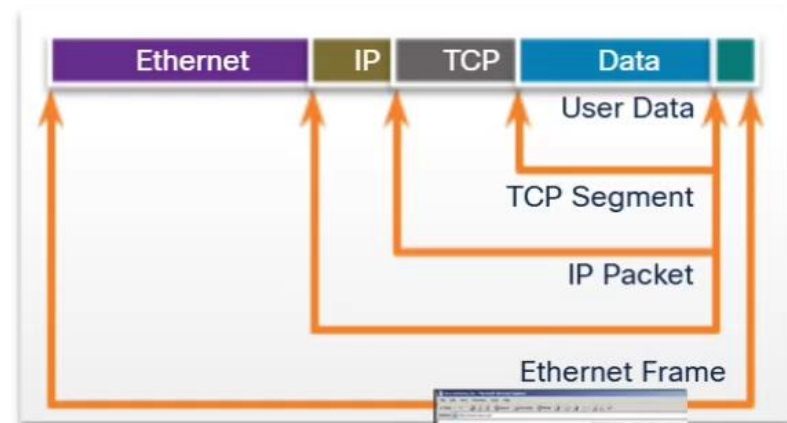
MÍSTO FYZICKÉ VRSTVY V MODELU OSI

- nejnižší (1.) vrstva referenčního modelu OSI – L1
- **zajišťuje přenos bitů mezi zařízeními**
- nad ní: linková vrstva (Data Link Layer, L2)
- **přenáší „surová“ data** – nezajišťuje logické adresování ani chyby



Bez fyzické vrstvy byste neměli síť.

MÍSTO FYZICKÉ VRSTVY V MODELU OSI - VIDEO



Web Server



Web Client



ÚČEL FYZICKÉ VRSTVY V MODELU OSI

- převádí digitální data na signály (elektrické, optické, rádiové)
- umožňuje fyzické propojení zařízení
- definuje vlastnosti přenosových cest
- určuje rychlost, napětí, tvar vlny a typ média

Typ použitého fyzického připojení závisí na nastavení sítě. Například v mnoha firemních kancelářích mají zaměstnanci stolní nebo přenosné počítače, které jsou fyzicky připojeny kabelem ke sdílenému přepínači. Tento typ nastavení je kabelová (metalická nebo optická) síť. Data jsou přenášena fyzickým kabelem.

ÚČEL FYZICKÉ VRSTVY V MODELU OSI

Kromě kabelového připojení nabízí mnoho podniků také bezdrátové připojení pro notebooky, tablety a chytré telefony. U bezdrátových zařízení jsou data přenášena pomocí rádiových vln.

Zařízení v bezdrátové síti musí být připojena k bezdrátovému přístupovému bodu (AP) nebo bezdrátovému směrovači, jako je ten, který je znázorněn na obrázku.



Obrázek 2 Kabelové připojení k bezdrátovému směrovači – AP (CISCO – NetACAD)

ZÁKLADNÍ VLASTNOSTI FYZICKÉ VRSTVY

- standardy
- fyzické komponenty
- kódování
- signalizace
- modulace

úzce spolu souvisí



STANDARDY FYZICKÉ VRSTVY

- **definují elektrické a mechanické vlastnosti přenosu**

Fyzická vrstva se skládá z elektronických obvodů, médií a konektorů vyvinutých inženýry. Proto je vhodné, aby normy, kterými se tento hardware řídí, byly definovány příslušnými organizacemi pro elektrotechnické a komunikační inženýrství.

Hlavní organizace:

Mezinárodní organizace pro normalizaci (ISO)

Asociace telekomunikačního průmyslu/Asociace elektronického průmyslu (TIA/EIA)

Mezinárodní telekomunikační unie (ITU)

Americký národní institut pro standardy (ANSI)

Institut elektrotechniky a elektroniky (IEEE)

Národní telekomunikační regulační orgány včetně Federal Communication Commission (FCC) v USA a **European Telecommunications Standards Institute (ETSI)**

STANDARDY FYZICKÉ VRSTVY – STANDARDIZACE



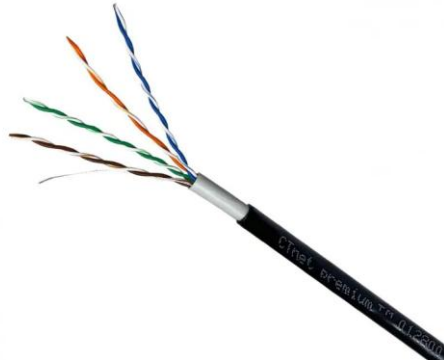
The TCP/IP standards are implemented in software and governed by the IETF.

The physical layer standards are implemented in hardware and are governed by many organizations including:

- ISO
- ANSI/TIA
- ITU-T
- ANSI
- IEEE

KOMPONENTY FYZICKÉ VRSTVY (BRALI JSME)

- síťové karty (NIC)
- přenosová média: kabely, optická vlákna, rádiové spoje
- konektory, porty, transceivery
- aktivní i pasivní prvky fyzické infrastruktury (mediakonvertor, repeater, hub, rozbočovač, spojka, ...)



KÓDOVÁNÍ (ENCODING)

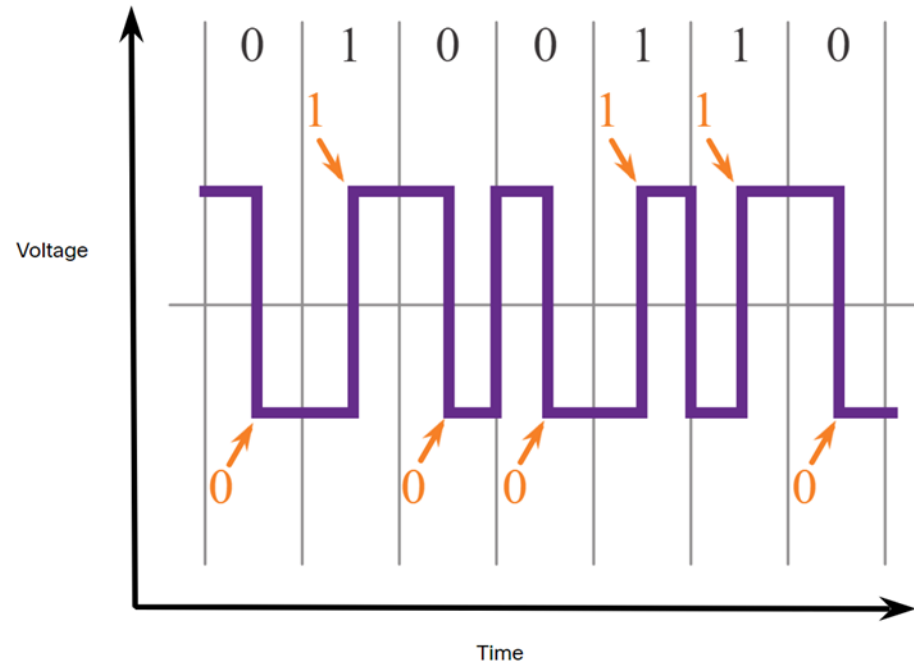
- převod digitálních **bitů (0 a 1)** do konkrétní **sekvence elektrických nebo optických impulsů.**

Říká *jak budou bity reprezentovány* – např. jak poznat, kde je začátek, konec, nebo kdy nastává „1“ či „0“.

Příklady: **NRZ, Manchester, 4B/5B, 8B/10B.**

Výsledek kódování = digitální signál.

 *Kódování je tedy první krok mezi daty a signálem.*



SIGNALIZACE (SIGNALING)

Signalizace popisuje fyzický způsob přenosu těchto kódovaných dat.

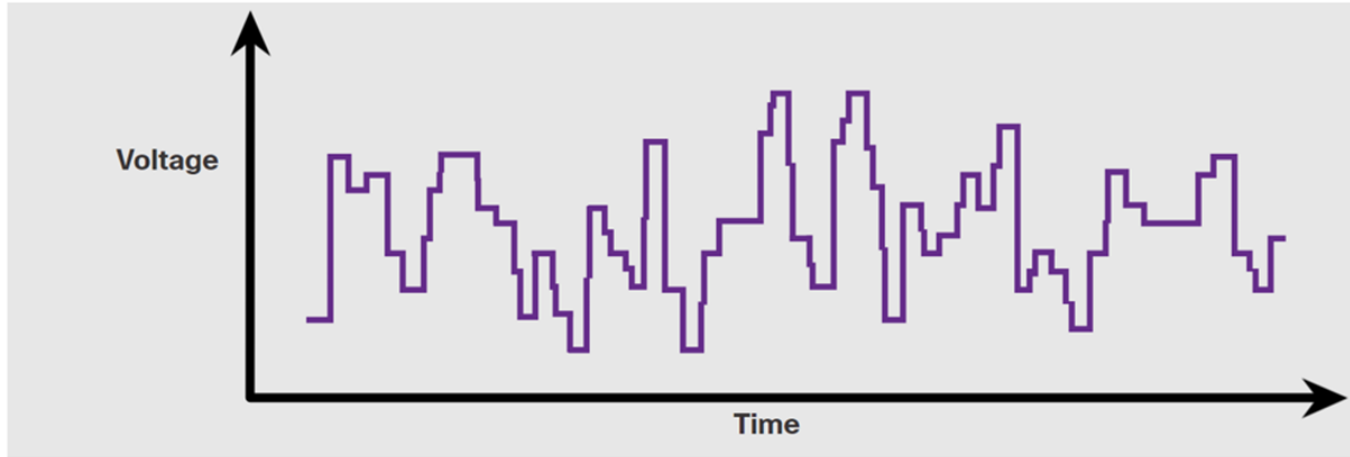
Určuje:

- **jaké napěťové úrovně, světelné pulzy nebo rádiové vlny se použijí,**
- **polaritu, fázi, frekvenci signálu,**
- **zda se přenáší jednopólově (single-ended) nebo diferenciálně.**

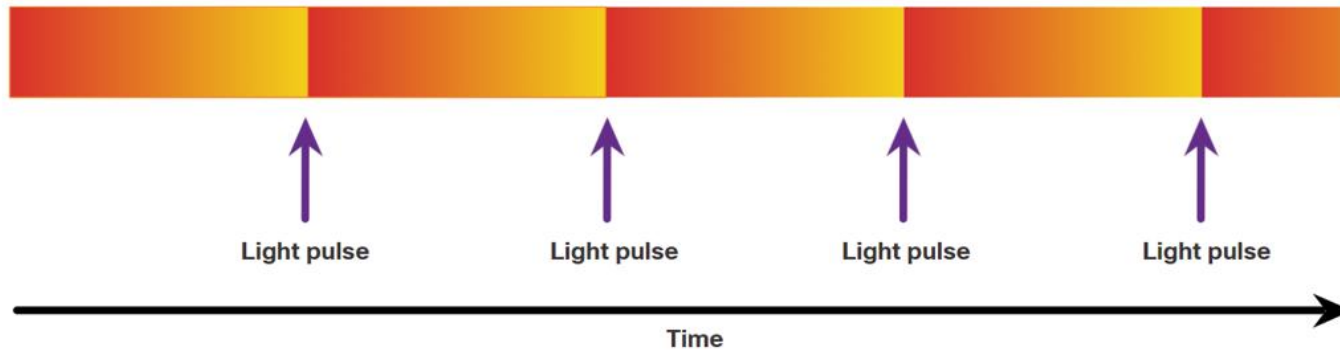


Signalizace = způsob, jak fyzicky vyjádřit kódované bity v médiu.

SIGNALIZACE



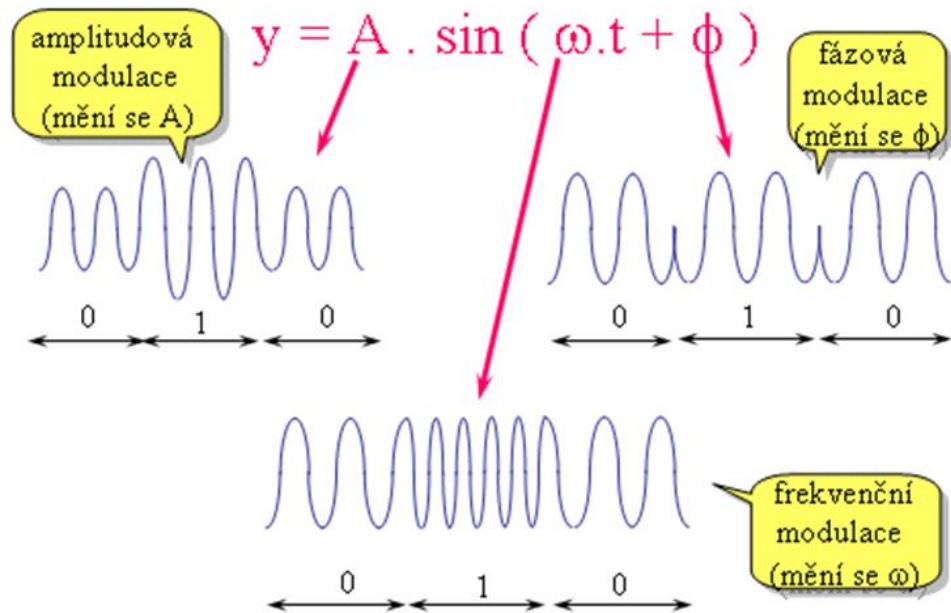
Obrázek 6 Elektrická signalizace na měděném kabelu (CISCO – NetACAD)



Obrázek 7 Světelné pulzy na optickém kabelu (CISCO – NetACAD)

MODULACE (MODULATION)

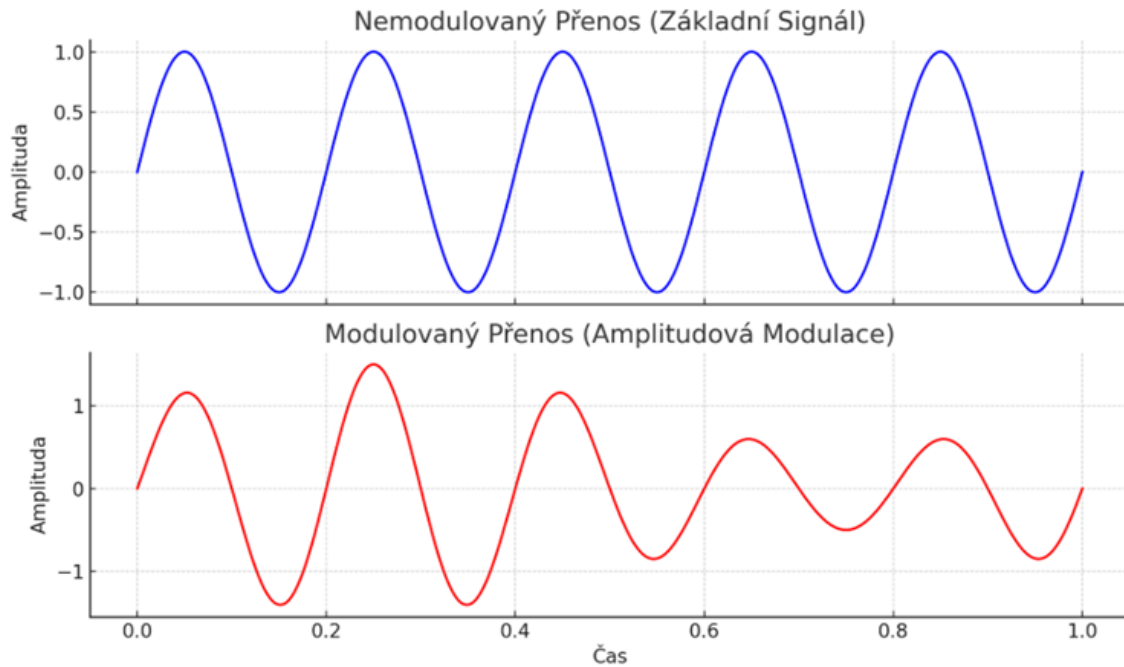
- používá především při **analogovém nebo bezdrátovém přenosu (přeložené pásmo)**
- proces, kdy se **datový signál „navěsí“ na nosnou vlnu** (např. sinusovku)
- cílem je umožnit přenos dat na různé vzdálenosti nebo frekvence.



*Modulace je poslední krok – úprava signálu, aby mohl být přenesen prostředím (např. éterem, kabelem). Můžeme mít i **nemodulovaný přenos v základním pásmu**.*

NEMODULOVANÝ PŘENOS

Přenos dat v základní podobě si můžeme představit jako jednoduchý, přímo přenášený signál, kde jeho původní frekvence a amplituda zůstávají beze změn, zatímco nese informaci. Tento typ přenosu se často používá v situacích, kde signál nemusí překonávat dlouhé vzdálenosti nebo rušení, například při spojení mezi zařízeními na krátké vzdálenosti.



MODULOVANÝ PŘENOS

- dochází ke změně některého z parametrů přenášeného signálu - ať již jeho frekvence, amplitudy či fáze
- příjemce pak detekuje přenášené informace právě z těchto změn

Zajištění takového modulovaného přenosu dat je úkolem zařízení označovaného jako **modem** (což vzniklo zkrácením z anglického "modulator – demodulator"). Modemy se dnes již skoro nevyužívají. Princip modulace ano.



MODULOVANÝ PŘENOS

- dochází ke změně některého z parametrů přenášeného signálu - ať již jeho frekvence, amplitudy či fáze
- příjemce pak detekuje přenášené informace právě z těchto změn

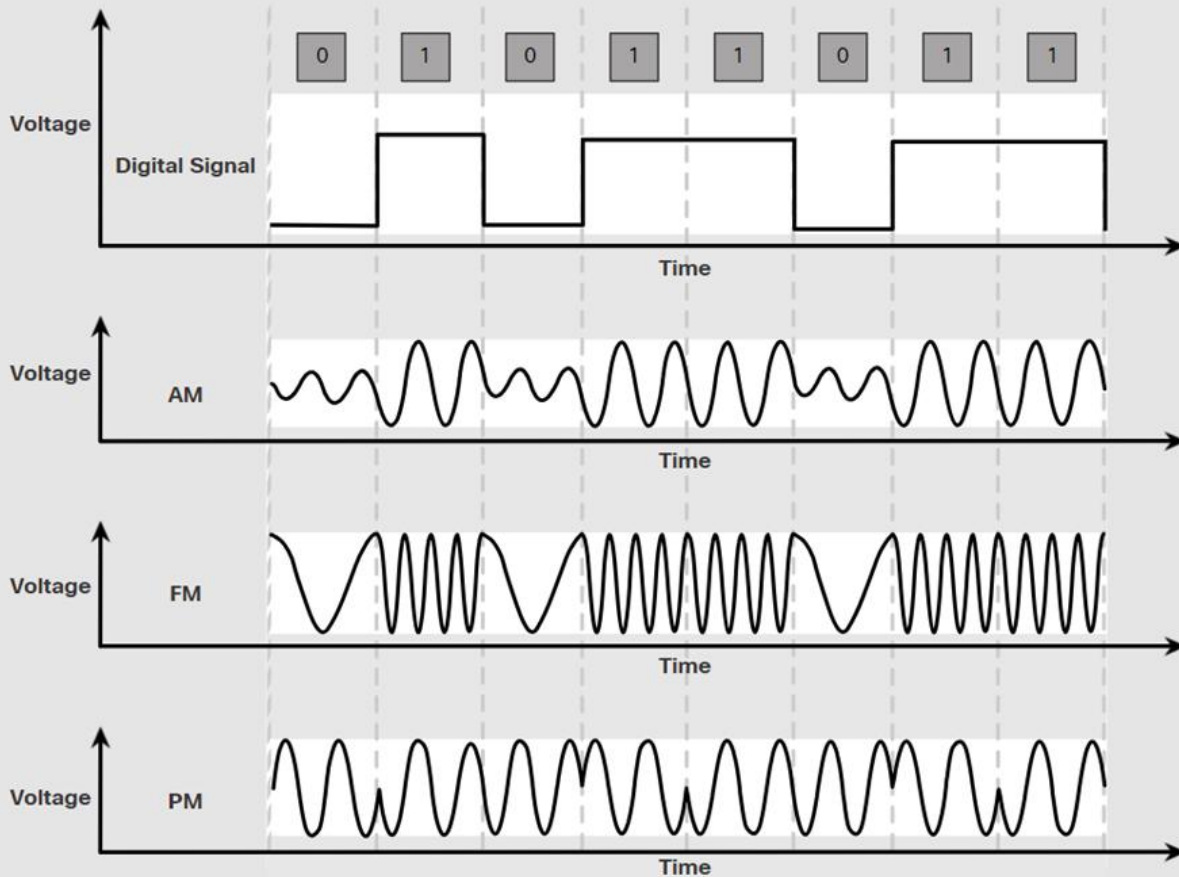
Zajištění takového modulovaného přenosu dat je úkolem zařízení označovaného jako **modem** (což vzniklo zkrácením z anglického "modulator – demodulator"). Modemy se dnes již skoro nevyužívají. Princip modulace ano.



POROVNÁNÍ MODULACÍ PŘENOSŮ

Kritérium	Modulovaný přenos	Nemodulovaný přenos
Způsob přenosu	Používá nosnou frekvenci, která je modulována podle přenášených dat	Přenáší data v základní podobě bez změn
Odolnost vůči rušení	Vysoká odolnost vůči rušení	Nízká odolnost vůči rušení
Dosah	Vhodný pro dlouhé vzdálenosti, například rádiové a satelitní přenosy	Vhodný pro krátké vzdálenosti
Efektivita spektra	Efektivnější využití spektra díky optimalizačním technikám	Vyžaduje více šířky pásma
Příklady použití	Televizní vysílání, mobilní sítě, satelitní komunikace	Kabelové přenosy na krátké vzdálenosti

MODULACE NA BEZDRÁTOVÝCH MÉDIÍCH



ZÁKLADNÍ PARAMETRY FYZICKÉ VRSTVY

- **šířka pásma** (bandwidth), má 2 významy
- **latence** (zpoždění)
- **propustnost** (throughput)
- **útlum, šum, přeslechy** (crosstalks)
- fyzikální faktory omezující přenosovou rychlost

Šířka pásma - fyzikální

Fyzikální šířka pásma (Frequency bandwidth)

- označuje **rozsah frekvencí**, které je přenosové médium schopné přenášet
- udává se v **hertzech (Hz)**

Například:

- ✓ kroucená dvojlinka (UTP Cat 5e) má fyzickou šířku pásma asi **100 MHz**
- ✓ optické vlákno může mít šířku pásma v **řádu desítek až stovek GHz**

Tato šířka pásma je **vlastnost fyzického média** – tedy kabelu, konektorů, a elektroniky, která s ním pracuje. Stanovují ji **výrobci a standardizační organizace** (např. IEEE 802.3, ITU-T, ISO/IEC).

Šířka pásma - datová

Datová šířka pásma (Data bandwidth / throughput)

- v běžné řeči („mám internet 100/25 Mbps“) se tím míní **přenosová rychlost dat**
- udává se v **bit/s** (bity za sekundu)
- je to **množství dat**, které lze přenést za jednotku času

Tato „šířka pásma“ je dána:

- **fyzickými vlastnostmi média** (např. kabel, optika, Wi-Fi),
- **technologií přenosu** (např. DOCSIS, Ethernet, LTE),
- **síťovými zařízeními** (modem, router, AP),
- a **omezením poskytovatele služby** (ISP).

Šířka pásma (bandwidth) – přenosová rychlost

Různá fyzická média podporují přenos bitů různými rychlostmi.

Podle Shannonova–Hartleyho zákona je maximální přenosová rychlost dána:

$$C = B \cdot \log_2(1 + \text{SNR})$$

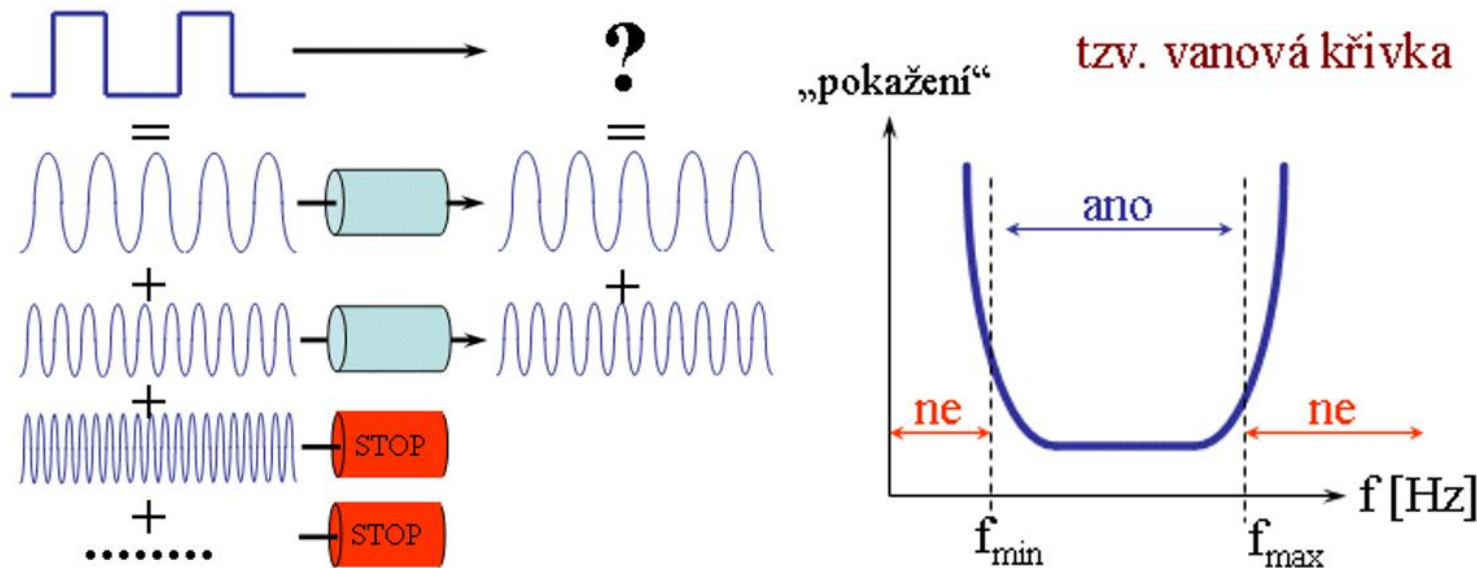
kde

- C = kapacita kanálu (bit/s),
- B = šířka pásma v Hz,
- SNR = poměr signál/šum.

Tedy: čím **větší fyzikální šířka pásma** a **lepší poměr signálu k šumu**, tím **větší datová rychlost**.

Šířka pásma

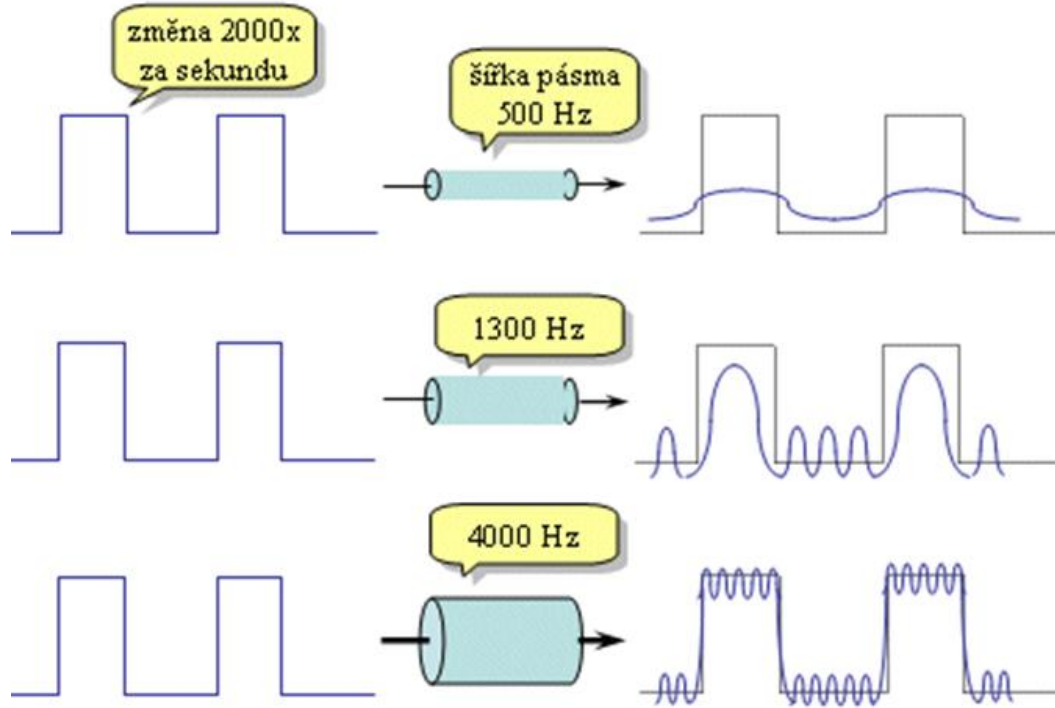
Na následujících obrázcích lze vidět fyzickou prezentaci přenosového pásma.



Obrázek 10 Představa přenosu harmonických složek a vanová křivka u přenosového pásma (Peterka: e-archiv.cz)

Šířka pásma – prostor mezi nejnižší a nejvyšší frekvencí (f_{\min} až f_{\max}), které je schopno médium přenášet (v Hz). Může být výrazně vyšší, než skutečně využívaná šířka pásma (přenosové pásmo) během přenosu. **Platí, že na 1 Hz se přenáší přibližně 1 bit.**

Šířka pásma (bandwidth)



Čím větší je šířka přenosového pásma, tím více harmonických složek se přenese, a tím více se jich dostane do součtu, který na straně příjemce rekonstruuje původní signál – a tím bude tento přijatý signál věrnější.

Šířka pásma – latence, propustnost

Mezi pojmy používané k měření kvality šířky pásma patří:

- **latence** (latency)
- celková **propustnost** (throughput), *užitečná propustnost (goodput)*

Latence označuje dobu, včetně zpoždění, po kterou data cestují z jednoho daného bodu do druhého.

Propustnost představuje skutečné množství dat, která byla úspěšně přenesena přes komunikační kanál během určitého časového období.

Obvykle se měří v bitech za sekundu (bps) a odráží praktickou rychlost přenosu dat, která může být nižší než teoretické maximální pásmo (bandwidth) kvůli faktorům, jako je přetížení sítě, latence a ztráta paketů.

Šířka pásma – latence, propustnost

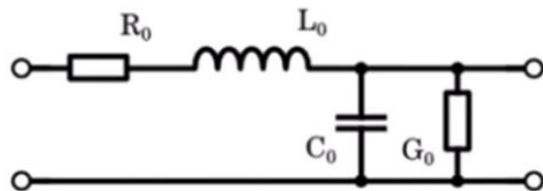
Propustnost představuje skutečné množství dat, která byla úspěšně přenesena přes komunikační kanál během určitého časového období.

- odráží praktickou rychlost přenosu dat, která může být nižší než teoretické maximální pásmo (bandwidth) kvůli faktorům, jako je přetížení sítě, latence a ztráta paketů.

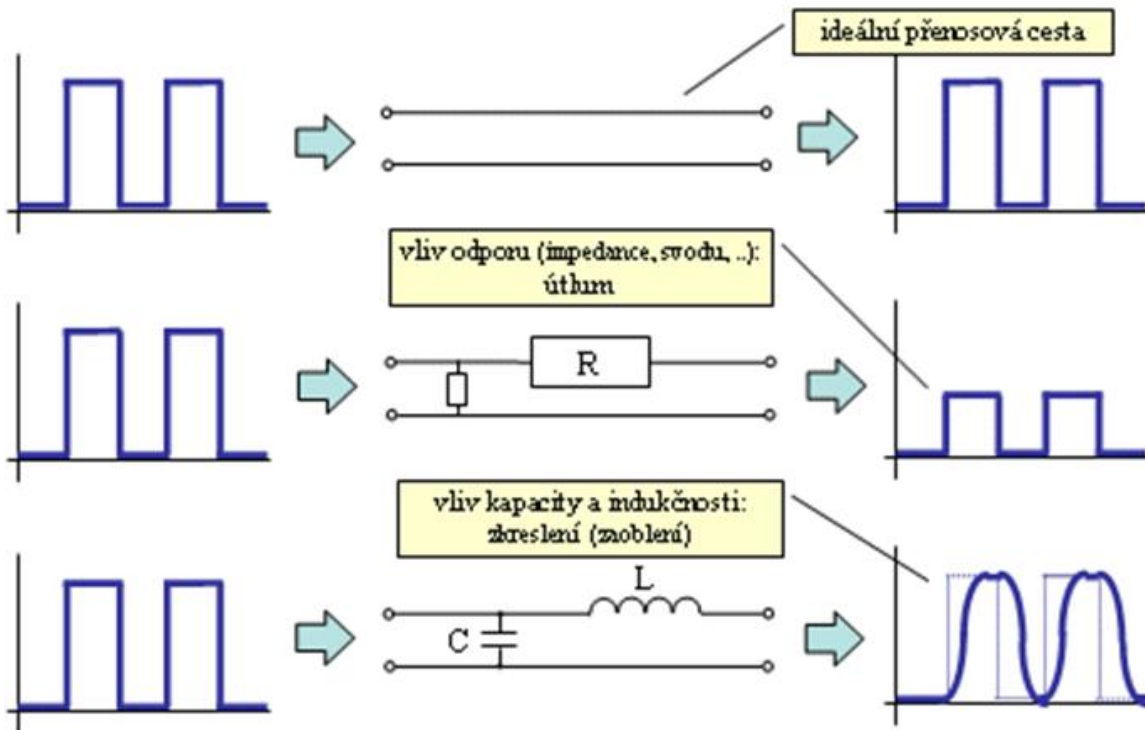


Propustnost je obvykle nižší než šířka pásma.

Útlum, šum, přeslechy



Ideální přenosová cesta (které v praxi neexistuje) by signál obdélníkového průběhu přenesla bez jakékoli změny. Vliv útlumu u reálné přenosové cesty se projevuje "zmenšením" obdélníků (na výšku), beze změny jejich tvaru (vliv odporu R).



Útlum, šum, přeslechy

- **Útlum** je dán zmenšením výkonu signálu. Udává se v dB. Rozeznáváme útlum napětí, proudu a výkonu.
- **Zkreslení** – deformace jednotlivých harmonických složek signálu oproti vstupnímu signálu.
- **Šum** – je reprezentován vnitřně generovanými parazitními signály (podle druhu rušení existuje mnoho druhů – bílý šum, tepelný šum, impulsní šum).
- **Přeslechy** – interference vznikající mezi jednotlivými vodiči v kabelu.

ÚTLUM, ŠUM, ZKRESLENÍ, PŘESLECHY

- **Útlum** je dán zmenšením výkonu signálu. Udává se v dB. **Rozeznáváme útlum napětí, proudu a výkonu.**
- **Zkreslení** – deformace jednotlivých harmonických složek signálu oproti vstupnímu signálu.
- **Šum** – nežádoucí signál, který se mísí s užitečným signálem a zhoršuje kvalitu přenosu.
- **Přeslechy** – interference vznikající mezi jednotlivými vodiči v kabelu.

ŠUM

Příčiny šumu:

- Elektronické součástky samy vytvářejí drobný šum (např. tepelný).
- **Elektromagnetické pole z okolí** – např. motory, zářivky, mobilní telefony.
- **Kabely a konektory** – špatné stínění, dlouhé vedení.

Důsledek:

- signál je zkreslený nebo slabší
- dochází k chybám při přenosu dat (bitové chyby)
- zhorší se poměr signál/šum (SNR) → nižší rychlost, nestabilita linky.

Příklad: Představ si, že po telefonu mluvíš s někým, ale kolem tebe je hluk – slyšíš ho, ale rozumíš hůř. **Ten hluk = šum.**

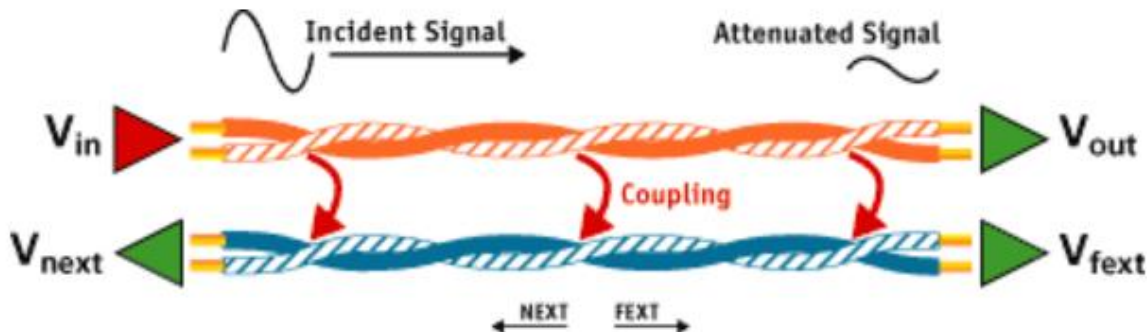
CROSSTALKS

- znamená rušení mezi vodiči v jednom kabelu v důsledku INTERFERENCE a INDUKCE.

V kabelu UTP máš:

- **4 páry měděných vodičů**, každý přenáší jiný signál
- každý pár je **stočený do spirály (twist)** – právě kvůli omezení rušení

Když jedním párem teče signál (např. 1 V střídavě podle dat), vodiče kolem sebe vytvářejí **elektromagnetické pole**. A to pole může v sousedním páru **indukovat napětí** – tedy **falešný signál**.



CROSSTALKS - TYPY

1. NEXT (Near-End Crosstalk)

- rušení měřené **na stejné straně** jako vysílač
- nejčastější typ — vzniká na začátku kabelu (např. u konektoru RJ45)

2. FEXT (Far-End Crosstalk)

- rušení **na druhém konci** kabelu – tj. u přijímače
- obvykle slabší, protože signál už po cestě zeslábne

3. Alien Crosstalk

- rušení **mezi dvěma různými kabely** (např. když jdou vedle sebe ve svazku)

CROSSTALKS - PRAXE

Proč to vadí?

- přeslech přidává **šum** do signálu.
- zhoršuje **kvalitu přenosu** – data mohou být **chybně přečtena**.
- síť musí opakovat přenos → sníží se **efektivní rychlost**.

Jak se proti tomu bránit?

- 1. Kroucení párů** – různé délky závitů (každý pár má jinou frekvenci kroucení).
- 2. Kvalitní kabeláž** – používej certifikované kategorie (Cat5e, Cat6, Cat6A, Cat7).
- 3. Stínění (STP, FTP)** – u vyšších kategorií se přidává fólie nebo opleť.
- 4. Správné zakončení RJ45** – neodmotávat více než 1 cm páru.
- 5. Oddělit datové a silové kabely** – aby se vzájemně nerušily.

Závěrem

Co dodat? Naučte se to, budeme z toho psát.

A to je vše
přátelé.



POUŽITÁ LITERATURA a ZDROJE

PETERKA, Jiří. Archiv článků a přednášek [online]. [cit. 2025-04-24]. Dostupné z: <http://www.earchiv.cz>

Wikipedia: Česká verze. cs.wikipedia.org [online encyklopedie]. [cit. 2025-04-24]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org>

CISCO Networking Academy. NetAcad [online vzdělávací portál]. [cit. 2025-04-24]. Dostupné z: <http://www.netacad.com>

Části této prezentace byly vytvořeny s využitím generativní umělé inteligence (ChatGPT, verze z roku 2025) jako podpůrného nástroje pro získávání informací a formulaci textu. Výsledky byly následně editovány a ověřeny autorem."