

## Referenční model ISO/OI

- Používá se k řešení komunikace v počítačových sítích
- 7 vrstev – každá vrstva vykonává jasně definované funkce pro komunikaci
- Pro svou činnost každá z vrstev využívá služeb své nižší vrstvy, své služby poskytuje sousední vyšší vrstvě



**Fyzická vrstva** – realizována hardwarově

- Spadají sem například konektory, kabely, huby, opakovače
- Definuje všechna elektrická a fyzikální vlastnosti zařízení
- Modulace digitálních dat na signály používané přenosovým médiem (A/D, D/A převodníky)

**Linková (spojová) vrstva** – pracuje s rámci, seřazuje je

- Zajišťuje přenos dat mezi sousedními uzly sítě
- Oznamuje neopravitelné chyby

**Síťová vrstva** – pracuje s pakety

- Na této vrstvě jsou směrovače (routery)
- Vrstva se stará o veškeré směrování a adresování v síti
- Poskytuje spojení mezi systémy, které spolu přímo nesousedí
- Nejznámější protokol na této vrstvě IP (v4, v6)
- Důležitý protokol je také ICMP – používá se k odesílání chybových zpráv (například, že router nebo počítač není dosažitelný)
- Další protokol třeba ARP

**Transportní vrstva** – přenos dat mezi koncovými uzly

- Protokoly TCP a UDP
- **TCP** – přenos dat, informuje o tom, zda se to přeneslo
  - „nesmí chybět paket“ (přenos souborů, e-mailů, www stránek,...)
  - Zachování pořadí
  - Práce se segmenty
- **UDP** – přenos dat bez záruk, pouze odešle
  - je rychlejší a má menší režii
  - Použití, kde by bylo zbytečné čekat, než se přenesou všechna data
  - Použití pro DNS, VoIP, internetová rádia, online hry

**Relační vrstva** – řešení problému chyb nad přenosovými protokoly (výpadek spojení)

- Patří sem například SSL
- K paketům přiřazuje synchronizační značky. Které se využívají v případě, že vrácení, například že se během přenosu poškodí síť

**Prezentační vrstva** – hlavní funkcí je transformovat data do tvaru, který používají aplikace (šifrování, komprimace)

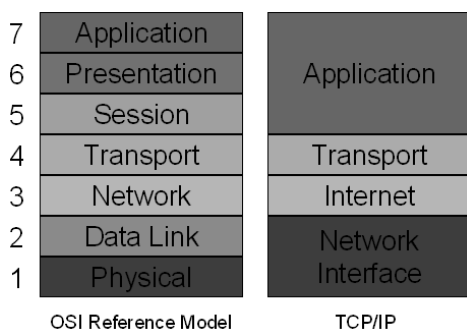
- Vrstva se zabývá strukturou dat, ne významem (ten je znát pouze v aplikační vrstvě)
- Patří sem například protokol Samba

**Aplikační vrstva** – účelem vrstvy je umožnit přístup ke komunikačnímu systému a umožnit jejich spolupráci

Protokoly:

- **DHCP** – automatická konfigurace PC v síti (automatické přidělování IP, apod.) *UDP 68*
- **DNS** – převody doménovým jmen na IP adresy a opačně *TCP 53 UDP 53*
- **FTP** - přenos souborů mezi PC pomocí počítačové sítě *TCP21 řízení TCP20 přenos*
- **HTTP** – protokol pro výměnu hypertextových dokumentů ve formátu HTML *TCP 80*
- **HTTPS** – nadstavba http, zabezpečené připojení pomocí SSL, TLS *PORT 443*
- **IMAP** – pro vzdálený přístup k e-mailové schránce – příjem zpráv *TCP 143 SSL 993*
  - Jsme připojeni tak dlouho, dokud je otevřené uživatelské rozhraní
- **POP3** – pro příjem zpráv *TCP 110*
  - Klienti se připojí na server pouze na tak dlouho, aby si stáhli novou poštu
- **SMTP** – protokol zajišťuje doručení pošty mezi odesílatelem a adresátem *TCP 25*
- **Telnet** – umožňuje připojení ke vzdálenému počítači *TCP 23*

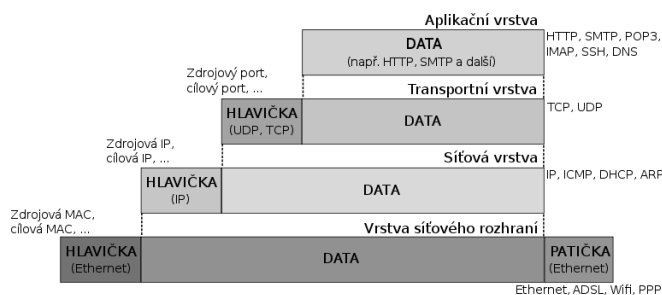
**Referenční model TCP/IP**



- Obsahuje sadu protokolů pro komunikaci v počítačové síti
- Je hlavním protokolem Internetu
- Komunikační protokol je množina pravidel, které určují syntaxi a význam jednotlivých zpráv při komunikaci
- **4 vrstvy**

- **Aplikační vrstva**
- **Transportní vrstva**
- **Síťová vrstva**
- **Vrstva síťového rozhraní**

**ZAPOUZDŘENÍ DAT V SÍTI TCP/IP**



**Vrstva síťového rozhraní** – umožňuje přístup k fyzickému médiu

- Specifická pro každou síť (Ethernet, Token ring)

**Síťová vrstva** – zajišťuje především síťovou adresaci

- Směrování a předávání datagramů
- Protokoly IP, ARP, ICMP,...
- Je implementována ve všech prvních sítě (směrovače, koncová zařízení)

**Transportní vrstva** – implementována až v koncových zařízeních

- Umožňuje přizpůsobit chování sítě potřebám aplikací

- Poskytuje transportní služby – TCP – spolehlivý, UDP – nespolehlivý přenos

**Aplikační vrstva** – Zde jsou programy, které využívají přenosu dat po síti ke konkrétním službám pro Uživatele

- Patří sem například Telnet, FTP, http, DNS, DHCP,...
- Aplikační protokoly používají TCP nebo UDP, případně obě dvě – DNS

### Typy sítí

**BAN** – body area network

**PAN** – osobní počítačové síť (WPAN – Bluetooth)

**LAN** – lokální počítačové síť

- Stovky metrů až kilometr(y)
- Ethernet – přenosová rychlost 100Mb/s – 1Gb/s

**MAN** – metropolitní počítačové síť

- Desítky až stovky kilometrů (pro město - PilsFree)
- Kabelová televize, optické sítě
- Přenosová rychlost 10 Gb/s

**WAN** – rozlehlé počítačové síť

- Stovky až tisíce kilometrů
- Přenosová rychlost 10 Gb/s – 100 Gb/s

**WLAN** – bezdrátové lokální síť sítě

- Stovky metrů
- WiFi

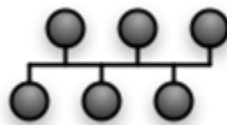
### Topologie sítí

**Hvězda**



- Nejpoužívanější způsob zapojení uzlů v síti
- Každý počítač je připojen pomocí kabelu (UTP) k hubu nebo switchi
- Mezi každými dvěma uzly je pouze jedna cesta

**Sběrnice**



- Spojení zprostředkovává jediné přenosové médium (sběrnice)
- Ke sběrnici jsou připojeny všechny uzly sítě
- Celá síť je kolizní doménou

**Kruh**



- Komunikace řešena pomocí tokenu
- Kdo má token, může vysílat, poté ho pošle dál a vysílá další uzel

**IP adresa**

- Slouží pro jednoznačnou identifikaci počítače v síti
- **IPv4**
  - Jedná se o 32 bitové číslo zapsané dekadicky
- **IPv6**
  - Jedná se o 128 bitové číslo

**Maska sítě**

- Je číslo, které popisuje rozdělení počítačové sítě do podsítí
- Zleva má samé jedničky až do místa, kde končí číslo sítě, poté samé nuly

**MAC adresa**

- Je jedinečný identifikátor síťového zařízení
- Je přiřazena hnedka při výrobě, avšak v dnešní době se dá měnit

**Port**

- Je speciální číslo (1 – 65 535), které slouží v počítačových sítích při komunikaci pomocí protokolů TCP nebo UDP k rozlišení aplikace v rámci počítače

**Třídy IP adres**

| Třída    | začátek (bin) | 1. bajt | standardní maska              | bitů sítě | bitů stanice | sítě                   | stanic v každé síti       |
|----------|---------------|---------|-------------------------------|-----------|--------------|------------------------|---------------------------|
| <b>A</b> | 0             | 0–127   | 255.0.0.0                     | 7         | 24           | $2^7 = 128$            | $2^{24}-2 = 16\,777\,214$ |
| <b>B</b> | 10            | 128–191 | 255.255.0.0                   | 14        | 16           | $2^{14} = 16384$       | $2^{16}-2 = 65\,534$      |
| <b>C</b> | 110           | 192–223 | 255.255.255.0                 | 21        | 8            | $2^{21} = 2\,097\,152$ | $2^8-2 = 254$             |
| <b>D</b> | 1110          | 224–239 | <i>multicast</i>              |           |              |                        |                           |
| <b>E</b> | 1111          | 240–255 | <i>vyhrazeno jako rezerva</i> |           |              |                        |                           |

**Příklad č. 1:**

- IP adresa síťového rozhraní a maska sítě je dána zápisem 192.168.68.233/20. Určete číslo sítě.

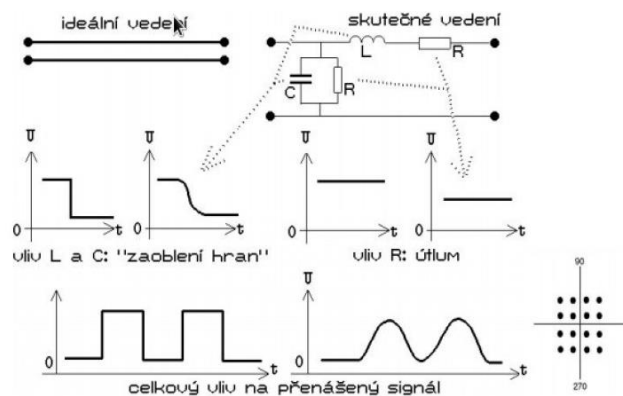
- IP adresa dekadicky:           192.       168.       68.       233
- IP adresa binárně:           11000000.10101000.01000100.11101001
- Maska sítě:                   11111111.11111111.11110000.00000000
- Logický součin (AND):   11000000.10101000.01000000.00000000 (logický součin dvou předchozích řádků)
- Číslo sítě (dekadicky):       192.       168.       64.       0

**Příklad č. 2:**

- Zjistěte, jaké IP adresy lze využít pro počítače (resp. čísla síťových rozhraní) v podsíti 192.168.64.0/20.

|                     |                                     |   |
|---------------------|-------------------------------------|---|
| Maska binárně:      | 11111111.11111111.11110000.00000000 | (20 bitů)                                   |
| Číslo sítě binárně: | 11000000.10101000.01000000.00000000 | (192.168.64.0)                              |
| 1. IP adresa:       | 11000000.10101000.01000000.00000001 | (192.168.64.1 - o 1 vyšší, než číslo sítě)  |
| 2. IP adresa:       | 11000000.10101000.01000000.00000010 | (192.168.64.2 - o 1 vyšší, než předchozí)   |
| ...                 |                                     |   |
| Předposlední IP:    | 11000000.10101000.01001111.11111101 | (192.168.79.253 - o 2 menší, než broadcast) |
| Poslední IP:        | 11000000.10101000.01001111.11111110 | (192.168.79.254 - o 1 menší, než broadcast) |
| Broadcast:          | 11000000.10101000.01001111.11111111 | (192.168.79.255)                            |

### Přenosový kanál – zkreslení

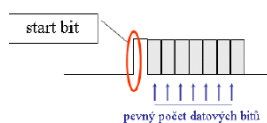


### Bit vs. Baud

- **Bit** – jednotka informace (1 nebo 0)
- **Baud** – jednotka modulace (počet stavů)
- Obecně: Bit/sec se nerovná Baud/sec

### Typy přenosů

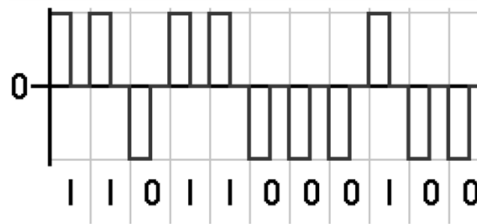
- **Asynchronní** – mezi příjemcem a vysílajícím neexistuje žádná synchronizace
- **Arytmický** – mezi příjemcem a vysílajícím existuje synchronizace



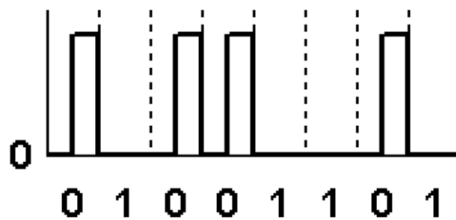
- **Synchronní** – mezi příjemcem a vysílajícím existuje synchronizace po celou dobu přenosu
  - o Hodiny jsou zakódovány do přenášených dat (NRZ, diferenciální Manchester)

**Kódování**

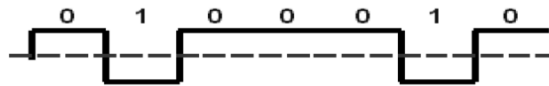
- **RZ – Return To Zero**
  - Kladné a záporné pulsy a vrací se k nule



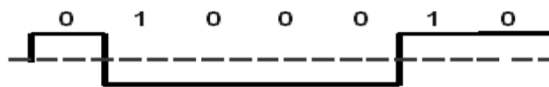
- **RZI – Return To Zero Inverted**
  - 0 – kratší signál než hodiny, 1 - delší



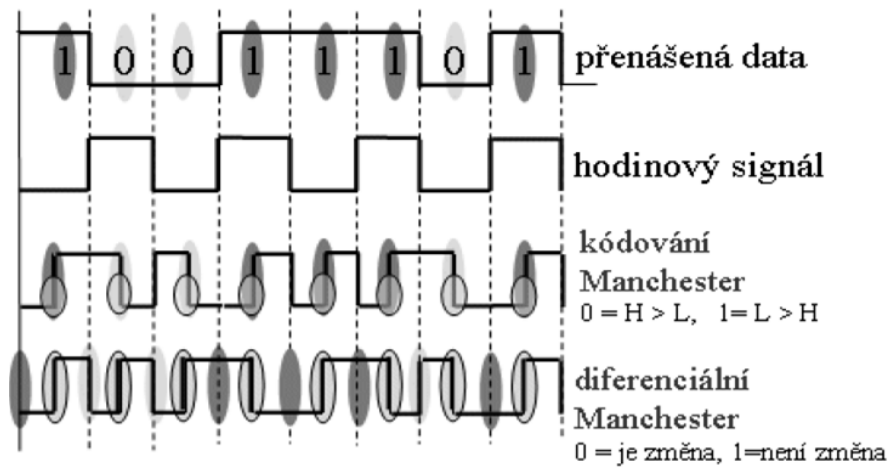
- **NRZ – Non Return To Zero**
  - Pouze dvě úrovně – nedochází k návratu k nule



- **NRZI – Non Return To Zero Inverted**
  - 1 – změna
  - 0 – pokud změna nenastala
  - Změna na vzestupné hraně hodinového signálu



- **Manchester**
  - 0/1 podle směru uprostřed pulzu
  - Hrana je vždy uprostřed, může dobře sloužit k synchronizaci
- **Diferenciální manchester**
  - Hodiny jsou přímo součástí dat
  - Signály se určují na základě přechodu



### Chyba přenosu

- Dojde ke záměně či ztrátě dat – zkreslení signálu, rušení, šum
- Bezpečnostní kódy – detekují či opravují chyby
- Pravděpodobnost přenosu 1 bitu  $P_1 = p_1$ ; N bitů  $P_N = p_1^N$

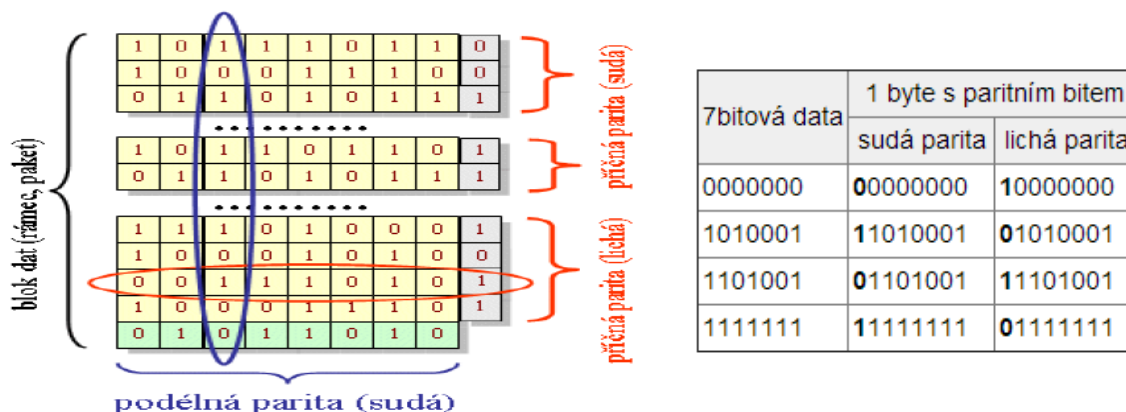
### Příklad č.3:

Máme SBPKBP, kolik bitů můžeme přenést, aby pravděpodobnost bezchybného přenosu byla 0,9; když pravděpodobnost přenosu 1 bitu je 0,9999?

- $P_1 = 0.9999$
- $P_n = 0.9$
- $N = ?$
- $0.9 = 0.9999^N$
- $\ln(0.9) = N \ln(0.9999)$
- $N = \ln(0.9) / \ln(0.9999)$
- $N = 1\ 053$

### Parita

- Je bit přidán k datovému slovu
- Obsahuje paritní informaci o počtu jedničkových bitů ve slově
- Je určen k jednoduché detekci chyby ve slově
- Podle paritního bitu lze detekovat lichý počet chybných bitů ve slově
  - **Lichá parita** – lichý počet jedniček
  - **Sudá parita** – sudý počet jedniček
- Hodnotu paritního bitu určíme jako XOR mezi všemi datovými bity slova



### Checksum

- Jedná se o kontrolní součet pro celý blok dat
- Jednotlivé znaky chápeme jako čísla bez znaménka
- Provádíme sčítání modulo  $2^8$  nebo  $2^{16}$
- Výsledek je číslo o délce 1 nebo 2 bytů
- Po přijetí kontrolní sumy se provede kontrola, pokud neseďí součet, nastala chyba a je nutné si vyžádat přenos znovu

### CRC – cyklický redundantní součet

- Slouží k detekci chyb během přenosu či ukládání dat
- Odesílán společně s daty
- Po přenosu se spočítá a rozhodne se
- Pokud je chyba, někdy je možné ji opravit
- *Generující polynom*  $G(x) = x^4 + x + 1$ , tedy  $(10011)_2$ 
  - o délka zabezpečení se rovná stupni generujícího polynomu

- Vypočteme zbytek po dělení  $R(x) = M(x)/G(x)$
- Odesíláme  $T(x) = M(x) + R(x)$
- Po přijetí provedeme  $T(x)/G(x)$
- Pokud je výsledek nula, je přenos ok
- Označení jako CRC 16, 32 atp podle stupně polynomu  $G(x)$

#### Příklad č. 4:

- $M(x) = 1101\ 0110\ 11$
- $G(x) = 10011 = x^4 + x + 1$
- Délka zabezpečení je rovna stupni generujícího polynomu, tj.  $k=4$ . Vypočteme zbytek po dělení  $M(x) \cdot x^4$
- $1101\ 0110\ 110\ 000 / 10011$

### CRC samostatně

- $M(x) = 10\ 10\ 00\ 11\ 00$
- $M(x) = 10\ 10\ 00\ 11\ 00\ 00\ 00\ 0$
- $G(x) = 11\ 01\ 01 = x^5 + x^4 + x^2 + 1$
- $R(x) = ?$
- $T(x) = ?$