

# Linková vrstva – služba

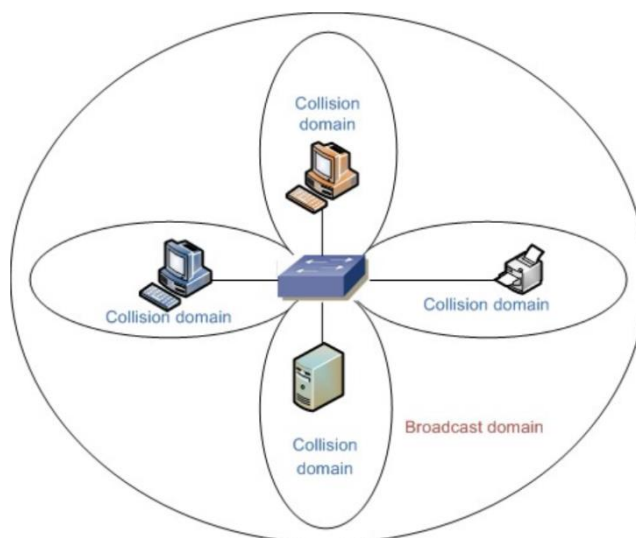
---

Úkolem linkové vrstvy je **přenést a správně doručit bloky dat v segmentu sítě** (lokální sítě), kde se může vyskytovat více uzlů (koncových zařízení). K tomu musí **zajistit adresaci uzlů na fyzické úrovni a přístup ke sdílenému médiu**.

Data nejsou přenášena kontinuálně, ale jsou předávána v blocích. **Datové bloky** linkové vrstvy na LAN se nazývají **datové rámce (frame)**. V rámcích jsou zabaleny datové bloky dalších vyšších protokolů, jedná se o **princip zapouzdření (encapsulation)**.

Lokální síť se skládá ze **segmentů sítě**. Podle IEEE standardů pro Ethernet je síťovým segmentem realizace elektrického spojení mezi síťovými zařízeními. V případě koaxiálního kabelu segmentu sítě odpovídá část sítě tvořená jedním koaxiálním kabelem a připojenými zařízeními. V případě TP segmentu sítě odpovídají jednotlivá spojení mezi koncovými stanicemi a aktivními prvky sítě (např. switch) nebo propojení těchto zařízení.

**Doména** je část sítě kde sdílejí koncové stanice nějakou společnou vlastnost např. kolizní doména - mohou vstoupit navzájem do kolize (viz. dále typy adresace)



## Datový blok

Přenosová cesta není nikdy dokonalá a nemůže přenést všechny bity bezchybně. Zpráva s jediným chybným bitem je celá považována za chybnou a musí se celá opět odeslat. Pravděpodobnost vzniku chyby v rámci přenosu je velmi malá (např. 1:100 000 000). Vzhledem k tomu, kolik bitů při současných přenosových rychlostech odvysíláme za sekundu, musíme s chybami přenosu počítat.

### Délka datového bloku

- Omezení ze shora

**Kratší zprávy jsou odolnější proti chybám.** V případě chybně přijaté zprávy (a tuto možnost právě linková vrstva zabezpečuje), požádá příjemce o opětovné zaslání zprávy. Čím byla tato zpráva kratší, tím méně bitů musí odesílatel znovu odvysílat. **Pravděpodobnost chybného bitu ve zprávě roste exponenciálně s její délkou.**

- **Pravděpodobnost výskytu chyby – chybovost a pravděpodobnost bezchybného přenosu**

**$q=0,0000001$  - pravděpodobnost chyby**

(jeden bit z deseti milionů nebude přenesen správně)

**$p = 1-q = 0,999\ 999\ 9$  - pravděpodobnost správného (bezchybného) přenosu bitu**

**$p^{\text{délka bloku dat}}$  - pravděpodobnost správného (bezchybného) přenosu bloku**  
(je funkcí délky bloku dat a nesmí klesnout pod přijatelnou hranici 0,99)

Příklady:

Jaká je pravděpodobnost, že bude správně přenesen **1kB** dlouhý blok dat ?

$$P(1\text{kB}=8192\text{b})=p^{8192} = (0,9999999)^{8192} = \underline{\underline{0,9991}}$$

Jaká je pravděpodobnost, že bude správně přenesen **1 MB** dlouhý blok dat?

$$P(1\text{MB}=8388608\text{b})=p^{8388608}=\underline{\underline{0,432}}$$

Pro 1MB dat je pravděpodobnost bezchybného přenosu nižší než 50% !!!

- **Omezení ze zdola**

- **Efektivita přenosu**

Rámec **nesmí být příliš krátký** - kromě vlastních přenášených dat obsahuje úvodní sekvenci, režijní informace a kontrolní součet. **Čím kratší rámec tím je méně efektivní přenos dat.** Poměr mezi přenášenými daty a celkovou délkou rámce s pomocnými informacemi je menší. Každá síťová technologie používá jinou optimální délku rámce.

**Efektivita přenosu je dána poměrem přenášených dat ku délce rámce** a navíc je snížena pravděpodobností chyby při přenosu rámce

$$\text{efektivita} = \frac{\text{užitečná data}}{\text{celková délka rámce}} * \text{pravděpodobnost bezchybného přenosu}^{\text{délka bloku}} * 100 [\%]$$

Efektivita přenosu by neměla klesnout pod 75%.

- **Doba přenosu dat – zpoždění signálu**

Omezení délky rámce také plyne z **největší vzdálenosti KZ připojených na síť (diameter sítě)**. Signál se šíří v prostředí pouze omezenou rychlostí danou činitelem zkrácení prostředí a rychlostí světla (běžně 0,6-09c v prostředí metalických médií). Úsek mezi „krajními“ KZ síť **proběhne tedy za určitou dobu – dobu zpoždění  $\tau$** . Během této doby vysílá stanice data a ty

se k přijímající stanici se ještě nedostanou. **Příjemce proto netuší, že probíhá nějaký přenos dat.** Kdyby byl rámec tak krátký, že by doba vysílání byla kratší, než je doba zpoždění, došlo by k **situaci nezvládnutelného řízení sdílení přenosového média** (sdílené přenosové médium je standardní pro počítačové sítě). Pro zajištění „klidu“ na přenosovém médiu se vkládá mezi rámce tzv. **mezirámcová mezera**. **Délka musí být delší než čas zpoždění signálu (typicky 9,6µsec nebo lépe doba vysílání 12B).**

## Identifikace KZ na linkové vrstvě

---

### Typ adresace – unicast, broadcast, multicast

V datových sítích obecně rozlišujeme několik typů adresací podle toho, koho chceme oslovit. Jedná se o **obecně platné rozdělení nezávislé na linkové technologii nebo na vrstvě**, na které adresujeme KZ.

**Adresace jednoho zařízení se nazývá unicast.** Adresa je proto **unikátní (jedinečná) v rámci nějaké části počítačové sítě např. LAN**. Každé KZ má svoji unicast adresu, při jejím použití je osloveno a musí data zpracovat. **Takto se „adresuje“ datový blok nejčastěji.**

**Adresace skupiny zařízení se nazývá multicast.** Adresa se nazývá také **skupinová**. Nejčastěji se používá na úrovni **LAN – lokální, proto se jedná o lokální multicast**. Tento typ adresace je součástí mnoha infrastrukturních protokolů (provozních). V současnosti se rozšiřuje i využíváním tzv. streamových vysílání např. šíření videa pro skupinu uživatelů pomocí multicast vysílání apod. Ty KZ, která jsou členy určité skupiny, musí zpracovat data multicast rámce. **Adresní prostor pro multicast adresaci je vyhrazen (viz.dále).**

**Adresaci všech zařízení zajišťuje broadcast.** Broadcast se **může volně šířit jen v určité části počítačové sítě** ( jinak by vzniknul pěkný zmatek..). Jedná se převážně o lokální síť-LAN. Všechna KZ na LAN jsou jej povinna zpracovat a eventuálně reagovat. Broadcast adresace **je důležitým prvkem mnoha provozních protokolů (ARP, DHCP apod.).** Pro broadcast je vyhrazena **vždy nejvyšší adresa v rozsahu adres**. Broadcast lze chápat i jako krajní typ multicast adresace (IPv6).

Pozn.:

Dalším typem adresace je anycast. Na linkové vrstvě se nepoužívá. Bude vysvětleno v rámci IP protokolů (síťová vrstva).

### Fyzická adresa

Na linkové vrstvě komunikují síťová rozhraní ( HW- síťové karty). Každá síťová technologie (nebo také linková) používá jiný formát rámců a fyzických adres (komunikace mezi dvěma sítěmi různé technologie se tedy nemůže opírat o fyzické adresy!).

Síťové rozhraní (karta) má svou unikátní **fyzickou adresu (unicast adresa)** nebo **HW adresu** nebo **MAC adresu** (Media Access Control) nebo **linkovou adresu** (jak je libo...). HW adresa je tedy **principiálně neměnná a pevně umístěna výrobcem např. do EEPROM**.

**Fyzická adresa musí být v rámci LAN unikátní.** Při duplicitě dochází k vážné chybě sítě a k zhroutilí jejího chodu. V některých případech **jde její unikátní část měnit pomocí driverů rozhraní** (v LNX např. ethtools nebo přímo v nabídce oken OS nastavení sítě, vždy záleží na výrobcu HW).

**Fyzickou adresu má přiřazenou síťové rozhraní (karta),** nikoliv počítač (jeden počítač může mít několik síťových karet). Síťové rozhraní **přijímá jen jemu adresované rámce** a v nich přenášená data předává počítači k dalšímu zpracování. **Rámce určené jiným stanicím síťové rozhraní ignoruje** a data v nich přenášená počítači nepředává. **Chybné rámce obvykle ignoruje.**

### Ethernet fyzická adresa (MAC adresa) a její struktura

Sortiment formátů fyzických adres se v současnosti ustálil na ethernetovém formátu.

**MAC adresa je 48 bitová (6B),** např. 00-00-64-65-73-74.

Jiné formáty jako ARCNET fyzická adresa o rozsahu 1B se nepoužívají.

**Je rozdělena na dvě části. První tři oktety (byte) identifikují výrobce nebo skupinovou (multicast) adresu, další 3B zajišťují lokální jedinečnost.**

00-00-64 65-73-74

Pozn.: funkce „MAC lookup“ nám umožní na Internetu zjistit o jakého výrobce se jedná – vyzkoušejte pro výše uvedenou adresu.

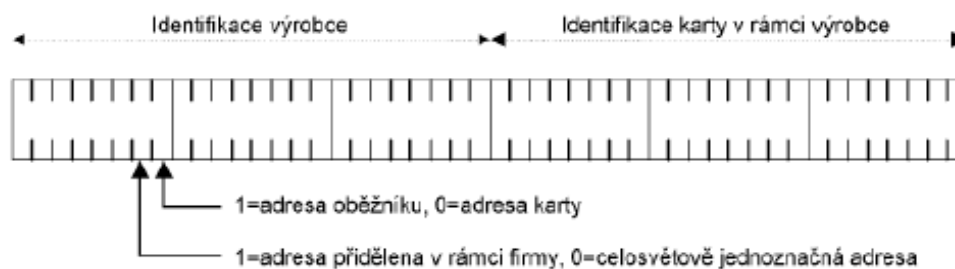
Kromě těchto jedinečných adres (unicast) existují i **další typy:**

48 x 1 - oběžník pro všechny stanice v LAN (**broadcast**)

FF-FF-FF-FF-FF-FF

**adresný oběžník (multicast) -** 0. bit 1. B nastaven na 1 - určen stanicím v LAN nastaveným na akceptování adresného oběžníku (prakticky se nepoužívá)

0. a 1. b 1. B. mají specifický význam:



Pozn.:

### EUI 64 - Extended Unique Identifier (64bitový identifikátor rozhraní)

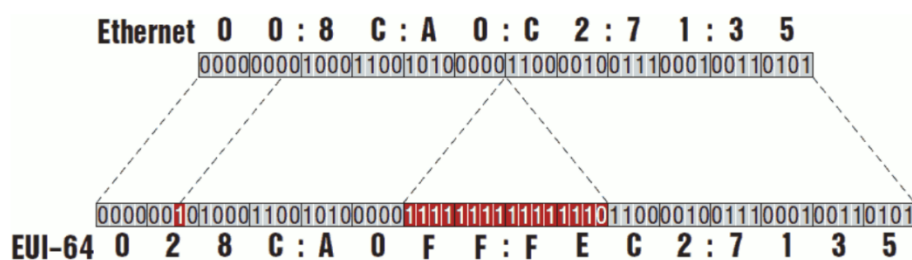
**Identifikátor rozhraní,** který by měly používat všechny **individuální adresy IPv6,** je odvozen z identifikátoru IEEE EUI-64 (je to druhá půlka IPv6 adresy dlouhá 8B).

Vznikne z linkové ethernetové adresy **vložením konstanty fffe mezi třetí a čtvrtý byte.**

V IPv6 se navíc obrací **význam druhého bitu v adrese, který rozlišuje globální identifikátory od lokálních**. Původně nulová hodnota znamená, že identifikátor je globálně jednoznačný, v modifikovaném EUI-64 používaném pro IPv6 nulová hodnota označuje lokálně jednoznačný identifikátor. Cílem této úpravy je, aby identifikátory odvozené z EUI-64 byly konzistentní s ručně přidělovanými (například **identifikátor 1, který je zjevně jednoznačný jen lokálně** v rámci podsítě).

Z ethernetové adresy 00:8c:a0:c2:71:35 tak vznikne IPv6 identifikátor rozhraní 28c:a0ff:fec2:7135.

Způsob jeho vytvoření ilustruje následující obrázek:



## Datový rámec – frame

**Datový rámec odpovídá použitému linkovému protokolu.** Linkových protokolů je velké množství (PPP, SLIP, CSLIP apod.). V současnosti se v počítačových sítích používá téměř výhradně Ethernet, proto je dále popsán formát datového rámce Ethernet.

### Formát datového rámce Ethernet

V síti Ethernet se setkáme se **dvěma typy rámců Ethernet II a IEEE 802.3(Ethernet I)**. Rámce se liší velikostí a významem jednotlivých bitových polí. Síťové rozhraní (NIC) musí správně rozpoznat zvolený typ rámce.

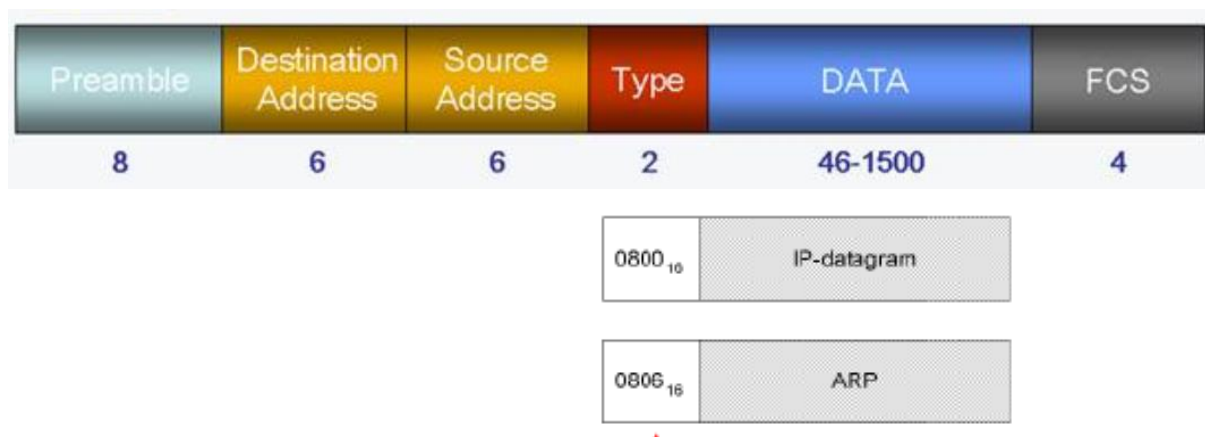
- **Ethernet II**

Nejpoužívanější rámec Ethernet II obsahuje:

- **adresu příjemce a adresu odesilatele**  
používají se 48bitové MAC adresy = 2 x 6B
- **specifikaci vloženého protokolu - informaci o tom, co rámec obsahuje**  
typ dat = 2B
- **vlastní přenášená data**

velikost 46B - 1500B

- **kontrolní součet**  
FCS = 4B (Frame Check Summary)

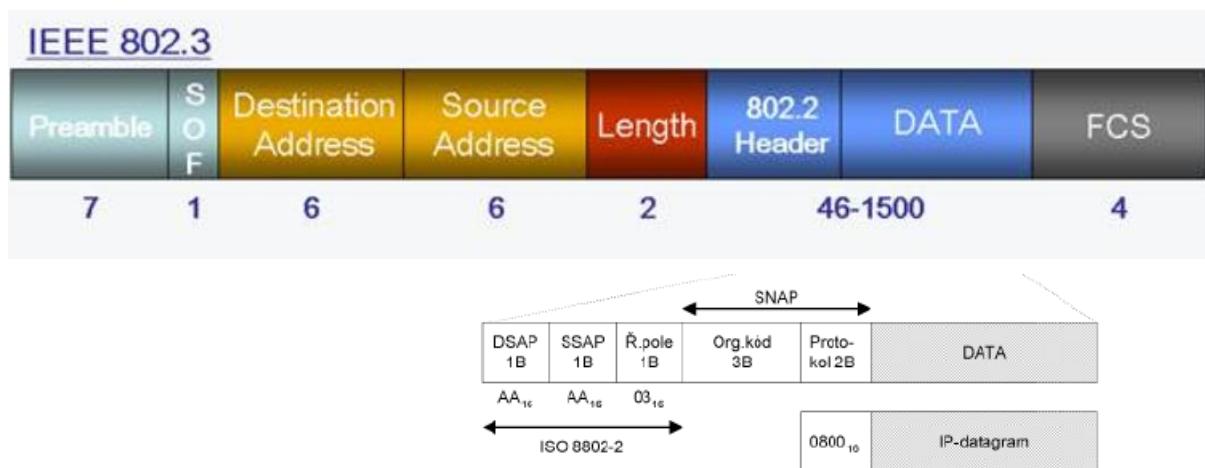


Rámec ještě obsahuje úvodní sekvenci:

**Preambuli (8B)** - sekvenci pro správné zasynchronizování obvodů vysílače (10101010), synchronizační pole nenese žádnou informaci. Do celkové délky rámce se nezapočítává! Spadá spíše do fyzické vrstvy (viz, kódování a modulace).

- **Rámec dle IEEE 802.3 (Ethernet I)**

Používá například protokol STP – Spanning Tree Protocol.

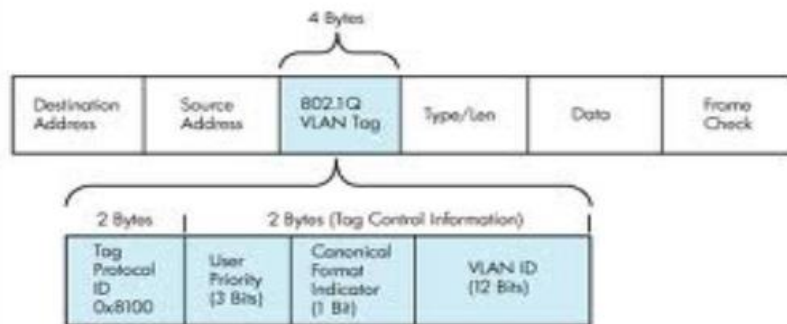


**Maximální délka celkového rámce je (bez preamble) 1500 + 18 = 1518B**

**Minimální délka je 46 + 18 = 64B**

- **Ethernet rámec 802.1q**

Používá se například při přenosu rámců v trunk módu mezi switchy (VLAN – virtuální LAN). **Datová část -42-1500B !!**



**Maximální délka rámce je (bez preamble)  $1500 + 22 = 1522\text{B}$**

**Minimální délka rámce je  $42 + 22 = 64\text{B}$**