# 4. Teorie paketu a encapsulace

## Teoretická část

**Popište a vysvětlete teorii zapouzdření paketu v rámci TCP/IP. Co je to Paket a z čeho se skládá? Popište a vysvětlete, k čemu slouží a co tvoří MAC adresu.**

## Praktická část

1. **Nakreslete a popište krokově zapouzdření paketu TCP/IP včetně popisu Hlaviček a Ethernetového rámce.**
2. **Nakreslete, či popište složení IP hlavičky a Ethernetové hlavičky.**
3. **Napište MAC adresu a následně popište, co jí tvoří**.

## Doplňující otázky

1. **Popište rozdíl mezi paketem a rámcem.**
2. **Popište rozdíl mezi Half a Full Duplex v rámci přenosu dat v síti.**
3. **Popište pojem MTU.**

# Zapouzdřování (encapsulation)

Při odesílání dat se provádí encapsulace (zapouzdřování - zabalování) od nejvyšší vrstvy dolů. Probíhá to tak, že aplikace vezme data (aplikační vrstva), která chce zaslat jiné stanici a doplní je o aplikační hlavičku. Tato data zašle nižší vrstvě (transportní), která odesílaná data rozdělí na segmenty, zabalí a přidá TCP (nebo UDP) hlavičku a vytvoří TCP segment. Další vrstva (síťová) doplní IP hlavičku a takto vznikne IP paket (někdy označovaný jako IP datagram). V poslední vrstvě (přístupové) se k paketu přidá ethernetová hlavička na začátek a trailer na konec, ten obsahuje FCS (Frame Check Sequence) - kontrolní součet (CRC). Takto v posledním kroku vznikne ethernetový rámec, který se vysílá na komunikační médium.

Zapouzdřování spočívá ve vložení protokolové datové jednotky (Protocol Data Unit - PDU) vyšší vrstvy do protokolové jednotky nižší vrstvy, což umožňuje, aby vyšší vrstva mohla používat služby nižší vrstvy v protokolovém zásobníku a zároveň, aby data vyšší vrstvy mohla být přepravena sítí k protějšku na stejné vrstvě na jiném uzlu.

V rodině protokolů [TCP/IP](https://cs.wikipedia.org/wiki/TCP/IP) funguje zapouzdřování následujícím způsobem:

1. Aplikace na **Aplikační vrstvě** vytvoří blok dat; Blok dat se předá nižší vrstvě;
2. Na **Transportní vrstvě** se k blokům dat přidá jeden z protokolů TCP/UDP(Vybrat si typ spojení = Zárukový/Nezárukový); Vybírá se na základě služby, jenž využívá komunikaci; Je přidán zdrojový a cílový port služby; Je vytvořen TCL/UDP segment; Blok dat i s TCP/UDP hlavičkou se předá Síťové vrstvě;
3. Na **Síťové vrstvě** se přidá IP hlavička (Zdrojová a Cílová IP adresa); Tím je vytvořen IP PAKET; Paket je předán Vrstvě síťového rozhraní;
4. Na **Vrstvě síťového rozhraní** se přidá Ethernetová hlavička a patička; Tím se z Paketu stane Rámec; Je přidána Fyzická adresa (MAC), jak zdrojová, tak cílová; Přidá se CRC (Kontrolní součet) a rámec je vyslán do sítě

# **Paket**

Paket (packet) v překladu znamená balíček a jedná se o formátovaný blok dat, který se přenáší v počítačové síti. O paketech se mluví v souvislosti se síťovou vrstvou. Paket obsahuje IP adresu, další atributy a data. Zabalí se do rámce a následně putuje sítí.

Paket se skládá z řídících dat ([metadat](https://cs.wikipedia.org/wiki/Metadata)) a z uživatelských dat. Řídící data poskytují síti potřebná data k doručení paketu, například adresu zdroje a cíle, kódy pro detekci chyb – kontrolní součty a informace o pořadí. Obvykle se řídící data nalézají v hlavičkách paketů a na jejich konci, přičemž uživatelská data jsou mezi nimi.

Různé komunikační protokoly používají různé konvence pro rozlišování mezi řídícími prvky a daty. V binárních synchronních přenosech používají pakety 8bitové skupiny (bajty) a k vymezení jednotlivých prvků jsou použity speciální znaky. Další protokoly (například Ethernet), definují začátek hlavičky a datových prvků jako pozici vzhledem k začátku paketu. Některé protokoly formátují informace na úrovni bitů místo použití bajtové úrovně.

Dobrý způsob jak pochopit paket je představit si ho jako dopis: hlavička je jako obálka a oblast dat je cokoliv, co se dá dovnitř obálky. Rozdíl je však v tom, že některé sítě mohou rozdělit větší pakety na menší, pokud je to nutné (menší části zůstávají ve formátu paketů) – viz [fragmentace IP datagramů](https://cs.wikipedia.org/wiki/Fragmentace_(informatika)).

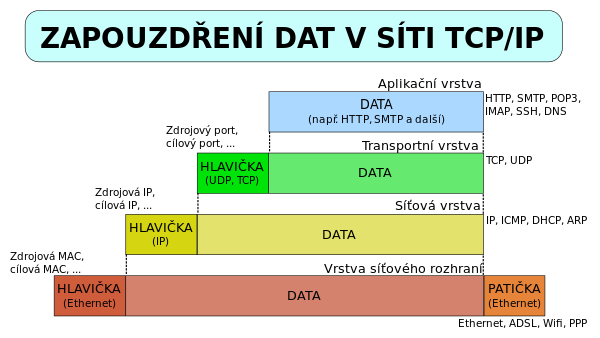
Sítě využívající pakety mohou využít dvě základní výhody: detekci chyb a adresaci více cílů doručení.

# MAC

MAC (Media Access Control) adresa je celosvětově jednoznačný identifikátor většiny síťového zařízení, který používá mnoho síťových protokolů druhé vrstvy. Nejznámější je ethernet.

Ethernetová MAC adresa má 48 bitů a nejčastěji se zapisuje jako šestice dvou hexadecimálních čísel, tedy ve tvaru xx:xx:xx:xx:xx:xx. První tři dvojice určují výrobce zařízení, další oktety zajišťují unikátnost MAC adresy.

## Nakreslete a popište krokově zapouzdření paketu TCP/IP včetně popisu Hlaviček a Ethernetového rámce.



## Nakreslete, či popište složení IP hlavičky a Ethernetové hlavičky.

### Ethernetová hlavička

**Ethernetová hlavička** obsahuje zdrojovou a cílovou MAC adresu (fyzickou adresu od hopu k hopu) a typ/délku. Typ v hlavičce určuje jaký protokol je použit na vyšší vrstvě (IP, ARP, atp.). Pro rozlišení jednotlivých rámců se na začátku vysílá speciální úvod (preamble) složený ze sekvence střídajících se jedniček a nul a SFD - oddělovač začátku rámce.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **úvod** | **SFD** | **cílová MAC adresa** | **zdrojová MAC adresa** | **typ / délka** | **data (payload)** | **CRC** |

### IP hlavička

**IP hlavička** obsahuje zdrojovou a cílovou IP adresu (logickou adresu komunikujících stran), dále určení protokolu pro další vrstvu (TCP, UDP, ICMP, apod.), kontrolní součet hlavičky a další hodnoty. Standardní velikost IP hlavičky je 20B, ale může ještě obsahovat volitelné vlastnosti. Tvar IP hlavičky záleží na použitém protokolu, následující příklad je pro IPv4.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **bits** | **0-3** | **4-7** | **8-15** | **16-18** | **19-31** |
| **0** | **4** | **header length** | **Type of Service** | **total length (header + data)** | |
| **32** | **identification** | | | **flags** | **fragment offset** |
| **64** | **TTL** | | **protocol** | **header checksum** | |
| **96** | **source IP** | | | | |
| **128** | **destination IP** | | | | |
| **160** | **options (if any)** | | | | |
| **160/192+** | **DATA** | | | | |

## Paket vs. rámec

V souvislosti s daty a jejich přenosem po síti se používají dva důležité termíny, jsou to paket a rámec.

**Paket** (packet) v překladu znamená balíček a jedná se o formátovaný blok dat, který se přenáší v počítačové síti. O paketech se mluví v souvislosti se síťovou vrstvou. Paket obsahuje IP adresu, další atributy a data. Zabalí se do rámce a následně putuje sítí.

**Rámec** (frame) je to, co skutečně putuje v síti. Rámce vznikají až na fyzického vrstvě síťového rozhranní. Název naznačuje, že se spíše než o objekt jedná o časový úsek.

## Popište rozdíl mezi Half a Full Duplex v rámci přenosu dat v síti.

**Half duplex** - poloviční duplex znamená, že aktivní může být komunikace pouze v jednom směru.

**Full duplex** - plný duplex je ve chvíli, kdy můžeme zároveň vysílat i přijímat. V ethernetu se využívají dva páry vodičů (většinou, ale někdy čtyři), kdy polovina je použita pouze pro vysílání a polovina pro příjem. Odpadají zde problémy a zpoždění způsobená algoritmem CSMA/CD a teoretická rychlost je dvojnásobná (u fast ethernetu je 100Mb/s použito pro vysílání a 100Mb/s pro příjem)

## Popište pojem MTU.

**Maximum transmission unit** (**MTU**, **maximální přenosová jednotka**) je v [informatice](https://cs.wikipedia.org/wiki/Informatika) označení pro maximální velikosti [IP datagramu](https://cs.wikipedia.org/wiki/IP_datagram), který je možné vyslat daným [síťovým rozhraním](https://cs.wikipedia.org/wiki/S%C3%AD%C5%A5ov%C3%A1_karta). Obvyklá hodnota MTU je 1500 [bajtů](https://cs.wikipedia.org/wiki/Bajt), což je standardní MTU pro široce rozšířený [Ethernet](https://cs.wikipedia.org/wiki/Ethernet). Mezi některými místy [počítačové sítě](https://cs.wikipedia.org/wiki/Po%C4%8D%C3%ADta%C4%8Dov%C3%A1_s%C3%AD%C5%A5) může být MTU nastaveno na nižší hodnotu (například spojených [vytáčeným připojením](https://cs.wikipedia.org/wiki/Vyt%C3%A1%C4%8Den%C3%A9_p%C5%99ipojen%C3%AD), [tunelem](https://cs.wikipedia.org/wiki/S%C3%AD%C5%A5ov%C3%A9_tunelov%C3%A1n%C3%AD), [VPN](https://cs.wikipedia.org/wiki/Virtu%C3%A1ln%C3%AD_priv%C3%A1tn%C3%AD_s%C3%AD%C5%A5)) nebo naopak vyšší hodnotu (tzv. [jumbo frame](https://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Jumbo_frame&action=edit&redlink=1)).

Na začátku komunikace se zařízení pomocí ICMP domluví na velikosti MTU. Pokud vyžaduje druhá strana menší MTU, může se provést fragmentace - rozdělení rámce do více menších. Fragmentaci je možno zakázat příznakem v hlavičce paketu. Pokud je fragmentace zakázána a druhá strana akceptuje pouze menší MTU, tak odpoví chybou ICMP.