

Ethernet

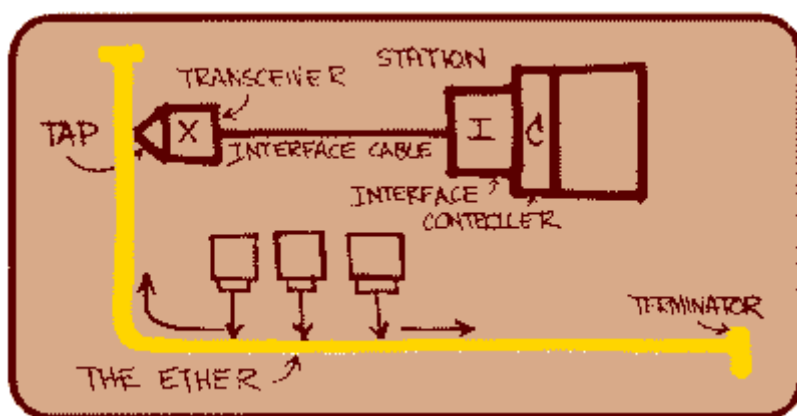
Vývoj

Technologie sítě Ethernet **byla vyvinuta už začátkem 70-tých let** ve vývojových laboratořích firmy Xerox. Úkolem vědců, kteří pracovali ve výzkumném středisku PARC (Palo Alto Research Center) bylo propojit mezi sebou pracovní stanice Alto, které byly také ve středisku vyvíjeny.

V čele týmu stál pan **Robert Metcalfe**, který měl 22. května **1973** odevzdat zprávu o průběhu prací a v ní potřeboval nově vznikající přenosovou technologii vhodně pojmenovat. Protože mu základní principy silně připomínaly myšlenku étheru (univerzální všeprostupující hmotná substance, díky níž se elektromagnetické vlnění může šířit úplně všude) pojmenoval ji Ethernet.

První verze Ethernetu, tak jak ji koncipoval pan Metcalfe a jeho spolupracovníci, pracovala s přenosovou rychlostí 2,94 Mb/s, používala koaxiální kabel o impedanci 70 ohmů dlouhý až 1 km a od pozdějších Ethernetů se lišila i v mnoha dalších aspektech.

Atraktivní technologie přilákala pozornost dalších dvou firem, které se kolem roku **1979 zapojily do vývojových prací. Byly to firmy DEC a Intel.** Nová vylepšená verze vznikla v roce **1980 byla označována jako DIX (DEC, Intel, Xerox) Ethernet.**



**První schematický náčrtek Ethernetu
pořízený p. Robertem Metcalfem**

Firmy DEC, Intel a Xerox se rozhodly neponechat si Ethernet pouze jako své proprietární řešení, ale naopak **předaly jeho specifikace a nechaly jej standardizovat.** Volba standardizačního orgánu, který by se mohl také starat o další vývoj Ethernetu, padla vcelku jednoznačně na **společnost IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers).**

Návrh specifikací Ethernetu byl předán pracovní skupině IEEE 802 (konkrétně podskupině 802.3). Předložené specifikace se staly standardem IEEE - bohužel s jistými drobnými věcnými změnami, které odrážely poněkud odlišné představy a postoje lidí podílejících se na standardizaci Ethernetu v rámci IEEE.

Původní autoři tyto odlišnosti do značné míry zapracovali do **nové verze DIX Ethernetu označované jako Ethernet II.** Touto úpravou ovšem původní vývojová větev Ethernetu

skončila a DIX Ethernet se již dále nevyvíjel. Další vývoj je v rámci IEEE 802.3(první IEEE 802.3 1983).

Realizace služeb fyzické a linkové vrstvy technologií Ethernet (opakování)

Ethernet fyzická adresa (MAC adresa) a její struktura

Sortiment formátu 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.

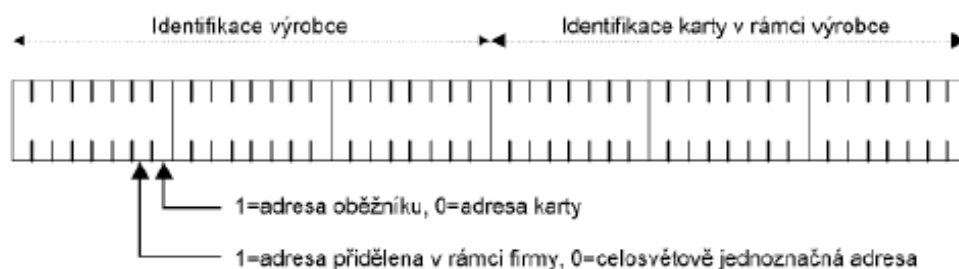
Kromě těchto jedinečných adres (unicast) existují i **další typy**:

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)

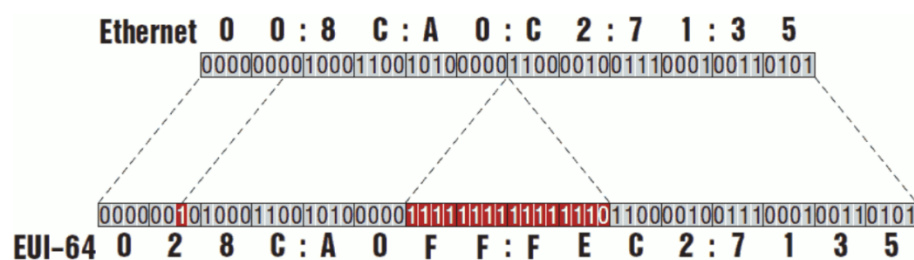
Identifikátor rozhraní, který by měly používat všechny **individuální adresy IPv6**, je odvozen z identifikátoru IEEE EUI-64 (je to druhá půlka IPv6 adresy dlouhá 8B).

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 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^{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% !!!

Př.: **Pravděpodobnost bezchybného přenosu maximálního rámce Ethernetu**

- $p=0,9999999$ (tzv. sedmi devítková)
- Max. délka standardního datového rámce je 1518B (počet bitů $1518*8= 12144$ bitů)

$$P = (0,9999999)^{12144} = \underline{\underline{0,9987}}$$

- **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

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

Efektivita přenosu by neměla klesnout pod 70%.

Př.:

$$\text{Efektivita Ethernetu} = (46/64)*0,998*100= \underline{\underline{71,87}}$$

- **Doba přenosu dat – zpoždění signálu**

Omezení délky rámce také plyne z **největší vzdálenosti KZ připojených na síť (diametr sítě)**. Signál se šíří v prostředí pouze omezenou rychlostí danou činitelem zkrácení prostředí a rychlostí světla (běžně 0,75-0,9c v prostředí metalických médií). Úsek mezi „krajními“ KZ sítě **proběhne tedy za určitou dobu – dobu zpoždění τ** . 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 9,6 μ sec nebo lépe doba vysílání 12B).**

Př. Kolik bitů vyšle Ethernet (rychlost 100Mbps) než dorazí signál na druhý konec diametru sítě u standardu 100BaseT .

- Diametr sítě je $l=220\text{m}$
- Činitel NVP 0,75 (nejhorší případ), rychlost šíření signálu je potom $0,75c= 2,25 * 10^8 \text{ m/s}$

$$\text{Doba zpoždění } \tau = 2,2/2,1 * 10^8 = 0,97 * 10^{-6} = 0,97 \mu\text{s}$$

$$\text{Počet vyslaných bitů} = 1 * 0,97 * 10^8 = 97\text{bitu (vyšle tedy 12 B)}$$

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.

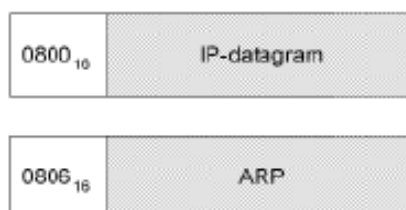
Formát datového rámce Ethernet

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 odesílatele**
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)

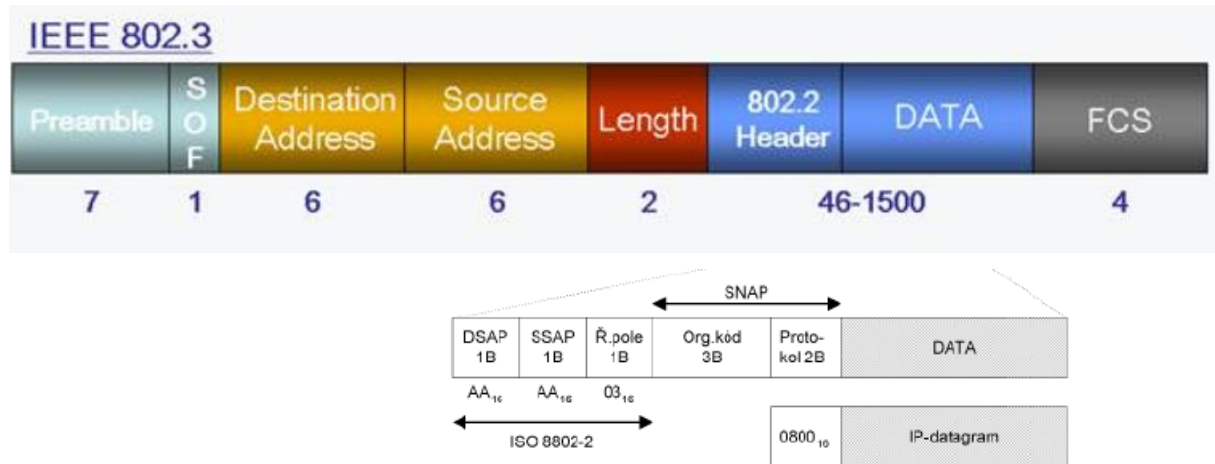


Rámec ještě obsahuje úvodní sekvenci:

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.



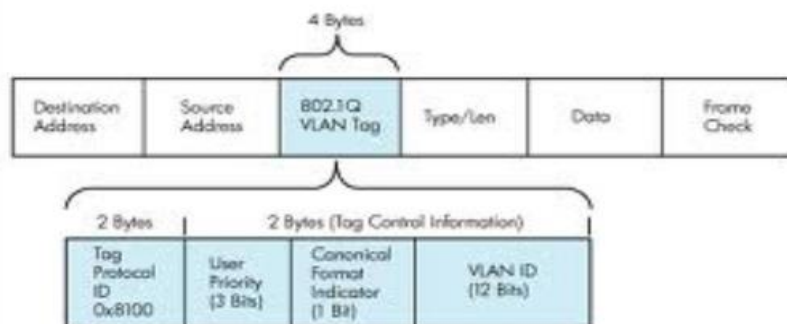
Maximální délka celkového rámce je (bez preamble) $1500 + 18 = 1518B$

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) $1500 + 22 = 1522B$

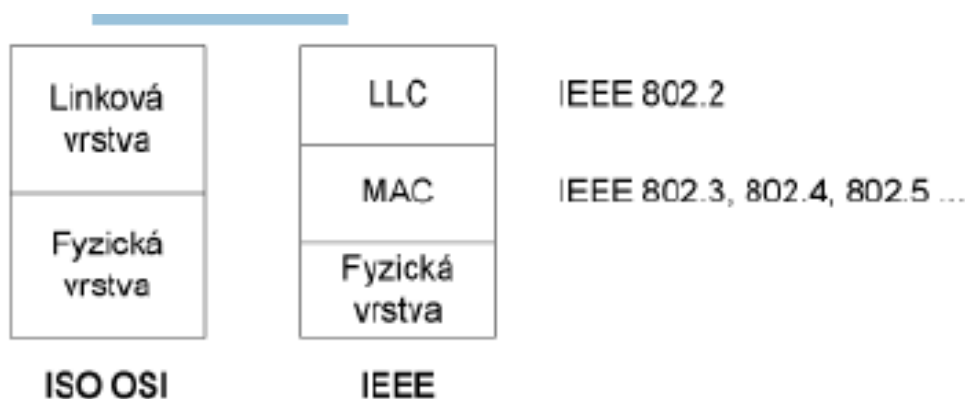
Minimální délka rámce je $42 + 22 = 64B$

Přístupová metoda ke sdílenému médiu (řešení MAC) – CSMA/CD

Linková vrstva - sdílení přenosového média - teorie

IEEE se snažila o sjednocení pravidel linkové vrstvy pro jednotlivé typy LAN např.: Ethernet, ARCnet, Token Ring... Výsledkem bylo **rozdělení linkové vrstvy na dvě části (podvrstvy)**:

- **nižší podvrstvu MAC - Medium Access Control**
částečně zasahuje do fyzické vrstvy a stará se o přístup ke sdílenému médiu. Podvrstva **MAC je odlišná pro různé typy LAN**.
Standardy jsou **Ethernet – IEEE 802.3, Token Bus – IEEE 802.4, Token Ring – IEEE 802.5 ...**
- **vyšší podvrstvu LLC - Logical Link Control**
umožňuje navazovat, spravovat a ukončovat logická spojení mezi jednotlivými stanicemi LAN (viz. linková vrstva – identifikace a datové bloky). **Podvrstva LLC je pak pro všechny LAN společná – standard IEEE 802.2**



Dále se zabýváme podvrstvou MAC.

Sdílení přenosového média

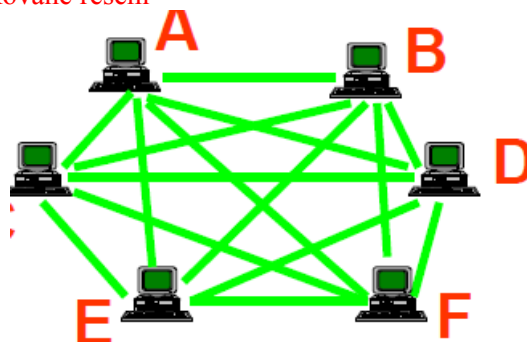
Chceme-li propojit více než dva uzly - vznikají tzv. **mnohabodové spoje** (multipoint connection). Platí, že :

- Umožňují přenos dat mezi kterýmikoli dvěma uzly
- Umožňují přenos dat z jednoho uzlu současně do více uzlů (multicast / broadcast vysílání)

Mnohobodové spoje můžeme realizovat pomocí

- **Vyhrazených médií**

- poskytují nejlepší výkon
- uzly mají médium pouze pro vlastní komunikaci
- drahé a komplikované řešení



- **Sdíleného média**

- efektivní řešení, protože:
 - vybudování trasy s větší kapacitou je levnější než více tras se srovnatelnou celkovou propustností
 - propustnost existující přenosové trasy je vyšší než požadovaná přenosová kapacita (zbytek kapacity by zůstal nevyužit)
 - požadavky na přenos jsou jen krátkodobé a nepravidelné (ve zbývajících dobách by trasa nebyla využita)

Metody sdílení přenosového média

Způsoby vytvoření multiplexu

Pro sdílení přenosového média se používají techniky:

- **frekvenční multiplex** (FDMA - Frequency Division Multiple Access) - **WiFi, TV, rozhlas**
Frekvenční pásmo, které je k dispozici, se rozdělí na kanály s požadovanou šířkou pásma.
- **časový multiplex** (TDMA - Time Division Multiple Access) - **ISDN, FrameRelay...**
Jednotlivým kanálům se přidělí pravidelně se opakující časové úseky, ve kterých disponují celou šířkou pásma.
- **kódový multiplex** (Spread Spectrum - rozprostřené spektrum) - **GSM, WiFi ...**
Jednotlivé kanály používají pseudonáhodné kódování, jeví se ostatním kanálům jako šum.

Pro **sdílení přenosového média v základním pásmu se používá časový multiplex – TDMA.**

Metody sdílení se nazývají – **přístupové metody sdílení přenosového média.**

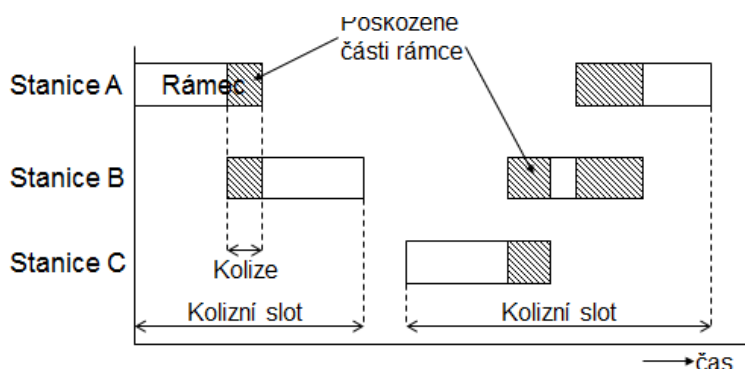
Pro mnohobodový spoj na sdíleném médiu provozovaný v základním pásmu je charakteristické následující:

- jde o **sdílený prostředek, neumožňující vícenásobné přidělení**
- v roli **vysílače může být vždy nejvýše jeden uzel. Přijímat mohou současně všichni.** V případě, že bude vysílat více KZ, dojde ke **kolizi**.

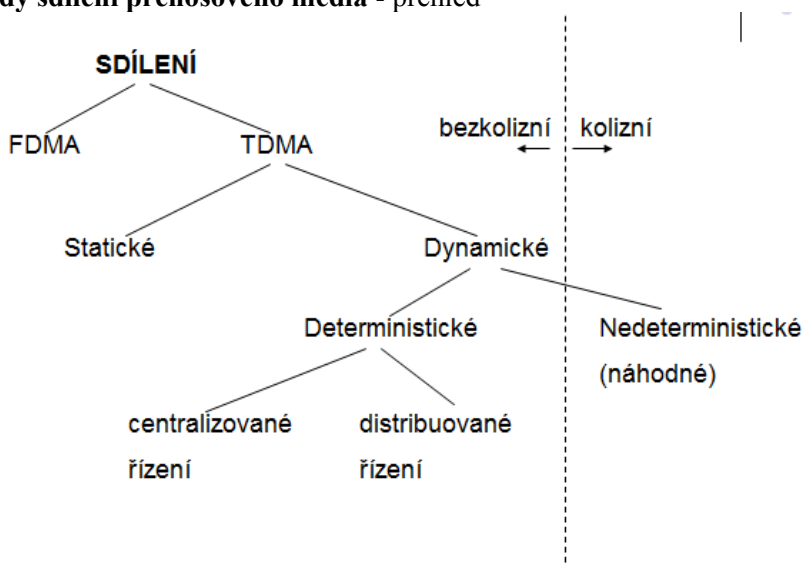
Pojmy:

Kolize – vzniká při situaci, kdy **více stanic vysílá současně na sdíleném médiu**. Na médiu **dochází k součtu vysílaných signálů a vzniká nesmyslná směs**, ze které nelze získat původní signály. **Rámce, které třeba jen částečně vstoupily do kolize, jsou celé považované za chybné a musí se opakovat.**

Kolizní slot - je doba, po kterou jsou vysílány kolizí narušené rámce, které bude třeba znovu odvysílat. **Je to doba neefektivního využití média.** Cílem přístupových metod je jeho minimalizace nebo úplná eliminace.



Přístupové metody sdílení přenosového média - přehled



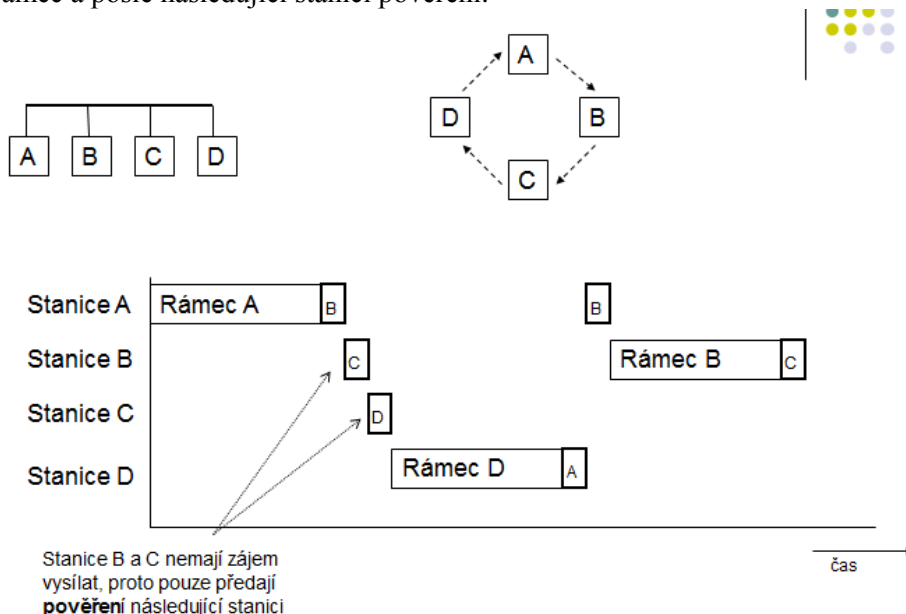
Základní **rozdělení metod je na kolizní (nedeterministické) a bezkolizní (deterministické)**. Tyto lze realizovat mnoha způsoby a všechny mají své výhody a nevýhody. Dále **jsou uvedeny pouze ty, které se běžně používají** v rámci linkových technologií.

Řízené distribuované metody (bezkolizní)

Metoda logického kruhu

Stanice mají přidělené pevné pořadí a každá ze stanic zná svého předchůdce a následníka „v kruhu“. Stanice smí vysílat pouze, pokud od svého předchůdce v logickém kruhu obdrží pověření (token).

Pověření obíhá dokola „kruhem“ jedním směrem. Stanice, která nechce vysílat, pošle ihned pověření následující stanici v kruhu. Má-li stanice připraven rámeček k odvysílání, počká na příchod pověření, odvysílá rámeček a pošle následující stanici pověření.



Pozn.:

Kruh je pouze logický, jde o pořadí, v jakém si uzly oprávnění předávají a nemusí to nijak souviset se skutečnou topologií!!! Skutečná topologie může být například sběrníková, stromová apod.

Předpokladem nasazení je definování pravidel ošetřujících situace jako:

- počáteční inicializace sítě (jedná se o distribuovanou síť, tak jak rozhodnout kde token začne)
- ztráta oprávnění (tokenu)
- přistoupení nového uzlu (zapnutí počítače)
- vystoupení uzlu z logického kruhu

Výhody

- lze garantovat získání práva na vysílání do doby t_{max} , ale musí být definována maximální doba pozdržení tokenu ve stanicích
- lze podporovat priority

Příklady síťových (linkových) technologií využívající metody logického kruhu:

ARCNet

Token Ring (IBM)

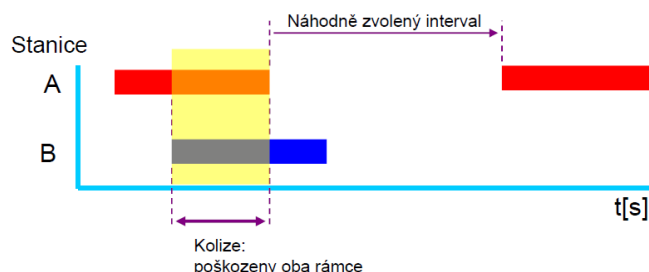
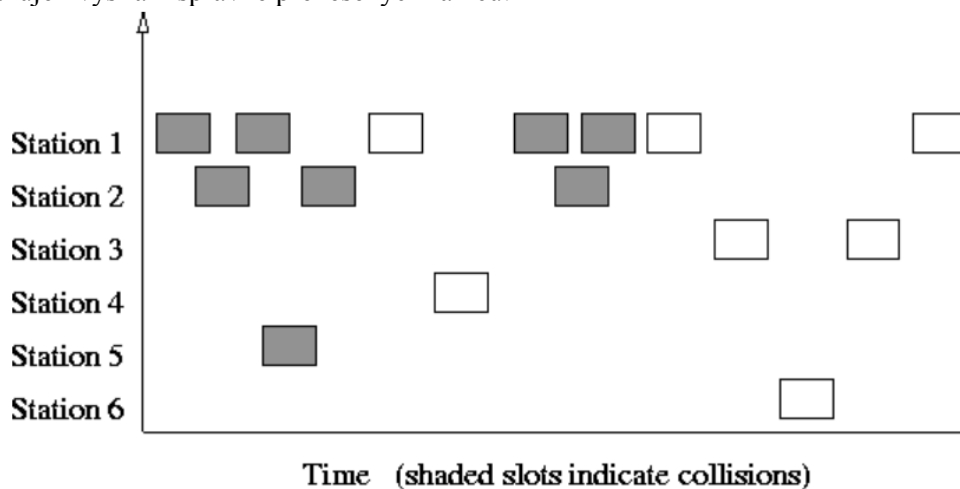
FDDI

Náhodné distribuované metody (kolizní – nedeterministické)

ALOHA

Většina těchto metod vychází z filozofie metody Aloha. Vznikla na univerzitě na Havajských ostrovech v roce 1971. Využívá rádiového přenosu, jedním společným kanálem se všesměrovým šířením. V základní variantě se nazývá „pure Aloha“ (čistá).

Stanice, která má připravený rámec k odvysílání, začne okamžitě vysílat bez ohledu na případné obsazení kanálu jiným probíhajícím přenosem. Důsledkem jsou kolize. Rámce, které byly poškozené při kolizi, je nutné odvysílat znovu. Příjemce vysílá potvrzení o přijetí rámce. Nepřijde-li odesílateli potvrzení do určitého časového limitu, je nepotvrzený rámec považován za poškozený a jeho vysílání se zopakuje. Kolizi může být samozřejmě poškozen i rámec nesoucí potvrzení, takže se pak opakuje i vysílání správně přenesených rámců.

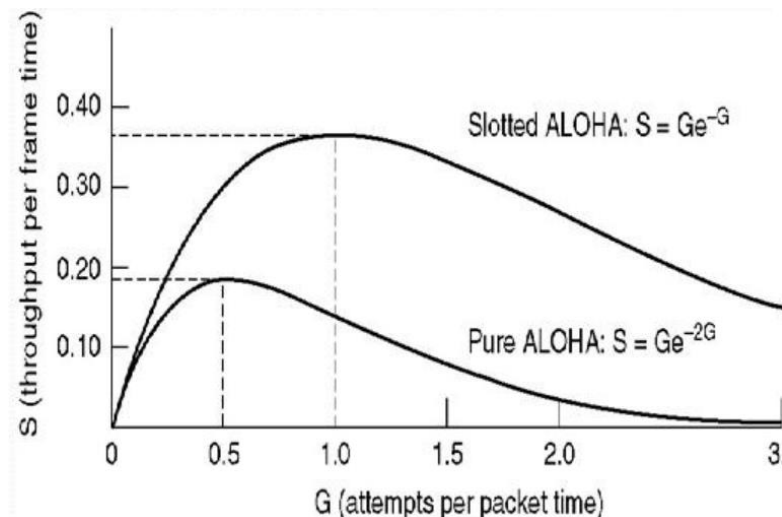


Opakování rámce se provede po uplynutí časového intervalu bez potvrzení.

Kolizní metody se také nazývají efektivní. „Průchodnost“ rámců je závislá na zatížení sítě. Čím větší zatížení sítě tím větší počet opakování vysílání rámců z důvodu kolizí. Metoda „pure Aloha“ je efektivní do 18 procent zatížení sítě (z teoretické průchodnosti sítě).

Podstatného zvýšení průchodnosti lze dosáhnout použitím takzvané „taktované ALOHY“ = „Slotted Aloha“ = „S-ALOHA“ (rámce nejsou vysílány náhodně, ale v rámci časového slotu). S-Aloha je efektivní do 36 procent zatížení sítě.

Níže je závislost „průchodnosti“ (zatížení) – S a G - vyšší tok rámců vnucovaný stanicemi v důsledku kolizí. Maxima odpovídají největší efektivní zátěži sítě. Nad tyto maxima se průchodnost snižuje častým opakováním v důsledku kolizí. V krajním případě může dojít až „zahlcení“ sítě (zablokování sítě).



Metody CSMA

V počítačových sítích jsou specifické podmínky pro využití principu Aloha. **Pro LAN** je typické **malé zpoždění signálu a dobrá „slyšitelnost“ stanic** (na rozdíl od radiového prostředí). Proto se používají metody CS (Carrier Sense), které využívají možnosti „**příposlechu nosné**“ (provozu na síti).

Metoda CSMA - Carrier Sense Multiple Access je založena na principu - **poslouchej nosnou, a pokud nikdo nevysílá, můžeš „dle svého rozhodnutí“ začít vysílat sám.**

Nejčastějším případem vzniků kolizí je zahájení vysílání více stanic, které čekají na uvolnění „provozu na síti“- média. Důležitá je volba rozhodnutí zahájení vysílání.

Dle způsobu volby zahájení vysílání rozdělujeme CSMA na:

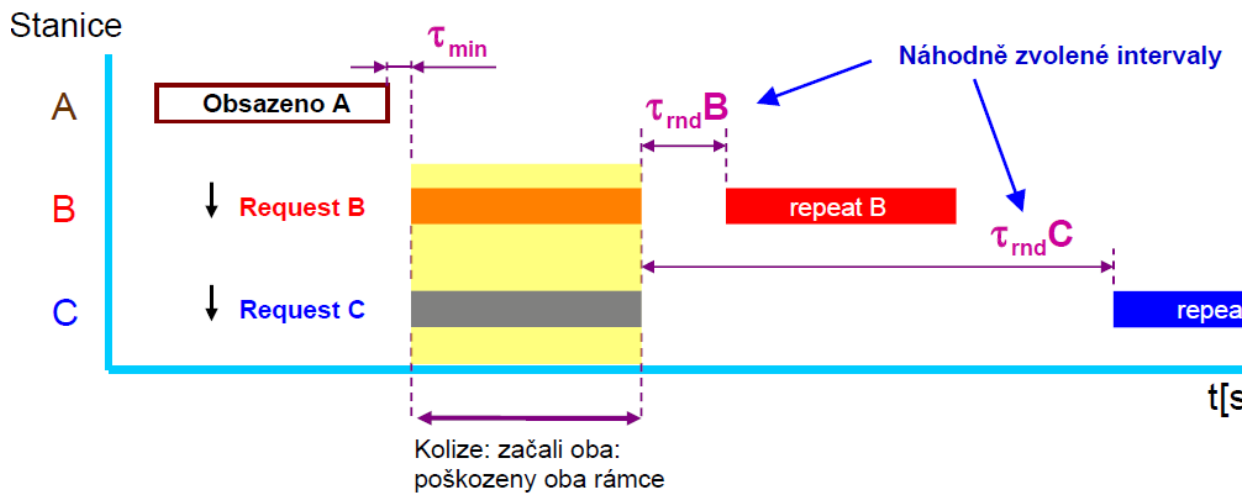
- **Naléhaví** (persistent CSMA, 1-persistent CSMA)
- **Nenaléhaví** (non-persistent CSMA)
- **P - Nenaléhaví** (p-persistent CSMA)

Naléhaví CSMA

Čekající stanice začne vysílat ihned po uvolnění média. Jestliže je jich více vstupují do kolize. Riziko kolizí roste se zátěží sítě.

Nevýhodou je **nízká průchodnost média.**

Výhodou je to, že naopak **při nízké zátěži jsou rámce okamžitě odvysílány.**

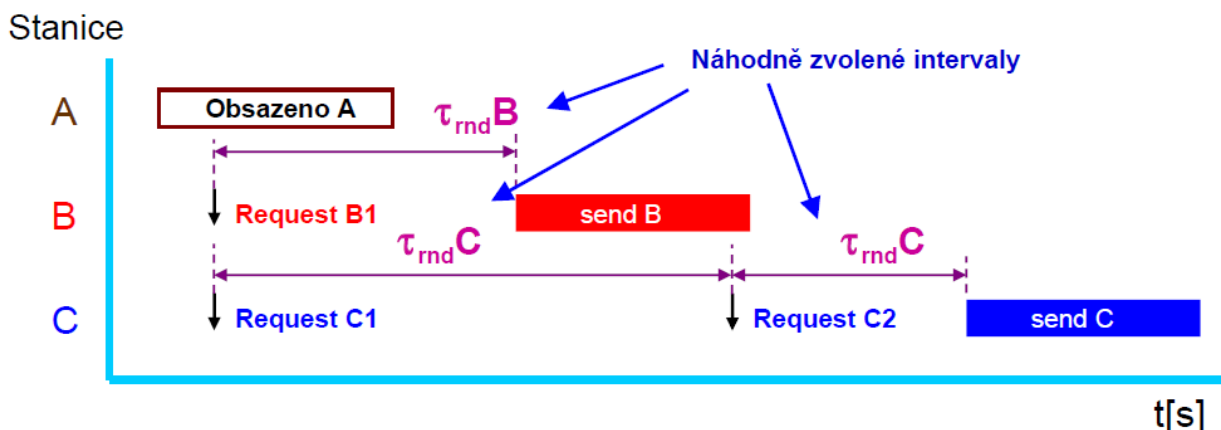


Nenaléhající (non-persistent CSMA)

Pokud je médium obsazeno, stanice počká náhodně zvolenou dobu a potom znovu testuje stav kanálu atd. až do uvolnění a možnosti odvysílání rámce. Volba náhodné prodlevy se obvykle převádí na náhodný násobek taktu přenosové rychlosti média.

Výhodou metody je **dobré využití média**.

Nevýhodou je velký počet pokusů o odeslání a z toho plynoucí **vysoké zpoždění**.



P - naléhající (p-persistent CSMA)

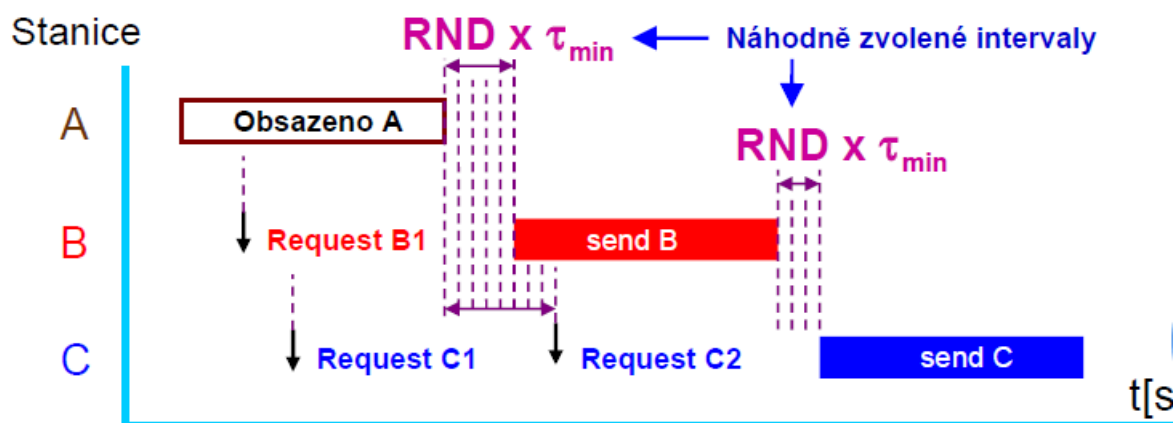
Stanice s připravenými daty **testuje stav média**. Pokud je obsazeno, stanice počká na jeho uvolnění (jako naléhající CSMA).

Po uvolnění média s **pravděpodobností p začne vysílat**. Nebo také s pravděpodobností $q = 1 - p$ odloží vysílání o krátký časový interval. Volba parametru p **dovolí optimalizovat**

- využití sdíleného média.
- zpoždění rámce vzhledem k zátěži

Pozn.:

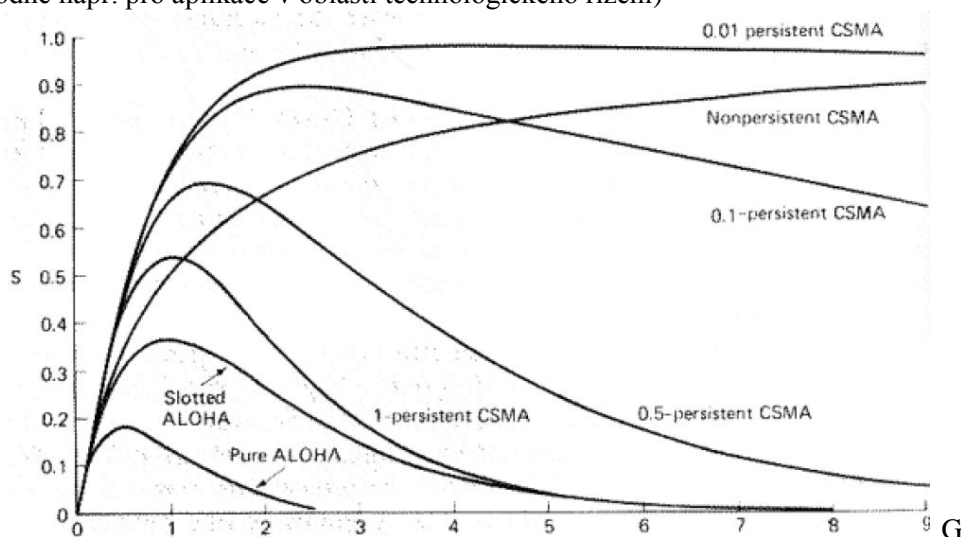
Pro $p \rightarrow 1$ přechází na naléhající CSMA. Pro $p \rightarrow 0$ se průchodnost kanálu (sdíleného média) blíží maximální hodnotě, ale střední doba přenosu rámce roste nade všechny meze.



P - naléhající (p-persistent CSMA) používá Ethernet

Shrnutí :

- metody CSMA dovolují ve srovnání s metodami ALOHA podstatně zvýšit propustnost kanálu
- pro zajištění stability metody CSMA potřebují řízení přístupu ke sdílenému médiu pomocí parametrů τ nebo p
- při kolizním stavu (velká zátěž) se zvyšuje limit pro doručení rámce (tyto metody proto nejsou vhodné např. pro aplikace v oblasti technologického řízení)



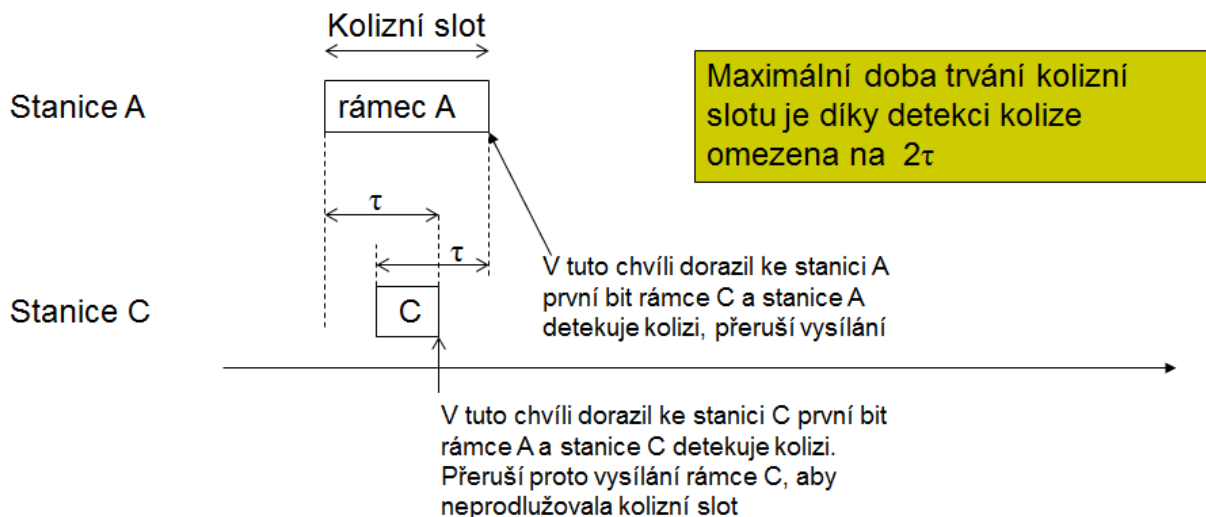
Pozn.:

Metody CSMA / CA (Collision Avoidance) jsou metody CSMA s potvrzováním přijatých rámců. Většinou řešení vychází z vyhrazených časových úseků pro odpověď. Modifikace této přístupové metody využívá WiFi. Zde je navíc řešen problém řízení přístupu ke kanálu více stanic, které jsou navzájem mimo dosah, avšak přistupují na společný access point.

Metody CSMA/CD (Collision Detect)

Stanice i při vysílání rámce neustále sledují stav média a jsou schopny detekovat vznik kolize. Metody CD využívají tuto schopnost detekce kolize k (téměř) okamžitému ukončení vysílání.

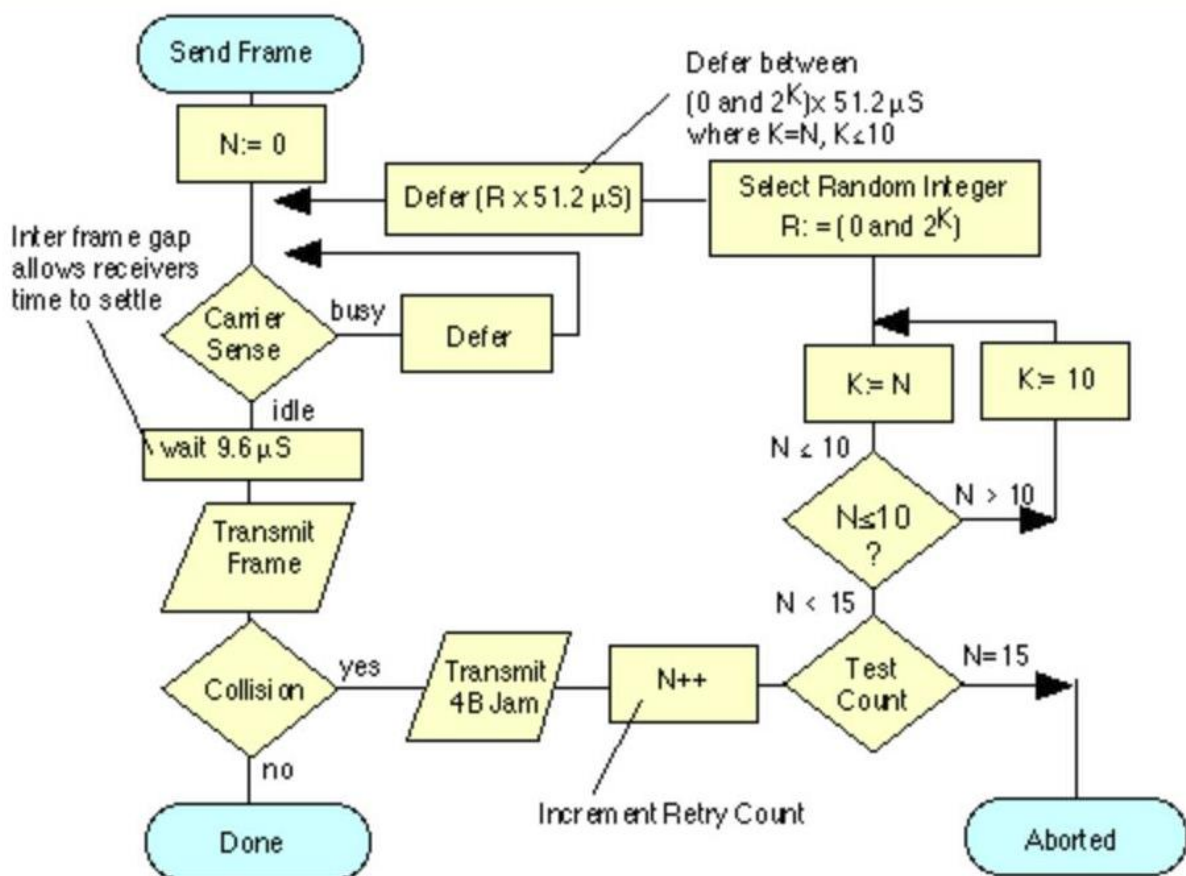
Významně se zvyšuje efektivita využití média, protože stanice dále nepokračují ve vysílání rámce, které je již stejně poškozený a tak zkrátí kolizní slot.



Pozn. τ - je doba zpoždění šíření signálu daná diametrem sítě a rychlostí šíření signálu

Metody CSMA/CD používá Ethernet

Mimo vlastního přístupu k médiu je potřeba automaticky **ošetřit kolize bez narušení běžného provozu na médiu**. Způsob **znovuobnovení provozu (Backoff)** je zajištěn pomocí mechanismu **Exponential Backoff** uvedeném níže ve vývojovém diagramu



Jam – signál „jam“ vysílá stanice, která první rozeznala kolizi a cílem je ukončit co nejrychleji kolizní provoz.

Mezirámcová mezera (Inter frame gap) – prodleva mezi vysíláním rámců zajišťující „klid na médiu“. Délka je 12B (u 10Mbps je to 9,6μs).

Chyba sítě (Aborted) – po 15 neúspěšných pokusech o vysílání rámce přechází síť do stavu chyby sítě.

Služby fyzické vrstvy

Kódování a modulace

		kódování	kódovací tabulka
10Mbps		Manchester	-
100Mbps	100BaseTX	MLT3	4B5B
	100BaseFX	NRZI	4B5B
1Gbps	1000BaseT	PAM5	8B10B

Detailně probráno v části 9 “Kódování a modulace”.

Přenosová média

Detailně probráno v částech 5,6,7 a 8 “Přenosová média”.

Pozn.: ve zkratce Base – základní pásmo, Broad – přeložené pásmo (např. 10Broad36)

Vazba na standardy IEEE v čase

10Mbps	1982	Ethernet II(DIX v 2.0)		
	1983	IEEE 802.3	10Base5	tlustý koaxiál
	1985	IEEE 802.3a	10Base2	tenký koaxiál
	1990	IEEE 802.3i	10BaseT	TP
	1993	IEEE 802.3j	10BaseF	fiber-optic
100Mbps	1995	IEEE 802.3u	100BaseTX	TP FastEthernet
			100BaseT4	TP FD
			100BaseFX	optika
1Gbps	1998	IEEE 802.3z	1000Base-X	optika
	1999	IEEE 802.3 ab	1000BaseT	TP
10Gbps	2003	IEEE 802.3 ae	10GBaseSR,LR..	optika SM
	2003	IEEE 802.3 af	PoE 12,95W	Power over Ethernet*
	2006	IEEE 802.3an	10GBase T	UTP
	2006	IEEE 802.3au	10GBase LRM	optika MM
	2009	IEEE 802.3at	PoE 25,5W	
	2010	802.3ba	40 Gbit/s and 100 Gbit/s Ethernet.	40
Gbit/s na jeden metr sběrnice				
802.3bh	březen 2012	Revize základních norem zahrnující změny 802.3at/av/az/ba/bc/bd/bf/bg. Očekávaný název je 802.3-2012		
802.3ba	2010	40 Gbit/s and 100 Gbit/s Ethernet. 40 Gbit/s na jeden metr sběrnice .		
802.3bc	2009	Přesun a aktualizace TLV Ethernetu (typ, délka, hodnoty).		
802.3bd	2010	Řízení toku dat podle priority.		

802.3.1	2011	MIB definice pro Ethernet.
802.3bf	2011	Poskytnutí přesných údajů o přenosu některých paketů, důležitých pro podporu IEEE P802.1AS.
802.3bg	2011	Poskytnutí 40 Gbit/s PMD , který je opticky kompatibilní s jednovidovým optickým vláknem .
802.3bh	březen 2012	Revize základních norem zahrnující změny 802.3at/av/az/ba/bc/bd/bf/bg. Očekávaný název je 802.3-2012

802.3bs	2017-12	200GbE (200 Gbit/s) over single-mode fiber and 400GbE (400 Gbit/s) over optical physical media
802.3bt	2018-09	third generation Power over Ethernet with up to 100 W using all 4 pairs balanced twisted-pair cabling (4PPoE), including 10GBASE-T, lower standby power and specific enhancements to support IoT applications (e.g. lighting, sensors, building automation).
802.3cn	(TBD)	50 Gbit/s (40 km), 100 Gbit/s (80 km), 200 Gbit/s (four λ, 40 km), and 400 Gbit/s (eight λ, 40 km and single λ, 80 km over DWDM) over Single-Mode Fiber and DWDM – scheduled for summer 2020
802.3ct	(TBD)	100 Gbit/s and 400 Gbit/s over DWDM systems – scheduled for fall 2021

Zdroj : Wikipedia

*Power over Ethernet – přenos napájecího napětí po TP (okolo 40V). Využití pro napájení AP a různých koncových zařízení (VoIP). Ideální pro management funkce těchto zařízení.

Pozn.: značení 10GBase x -802.3ae – zdroj LUPA.cz

Pro desetigigabitový Ethernet se používá obvyklé označení 10GBASE-cosi, kde cosi identifikuje konkrétní odrůdu. Skládá se ze dvou až tří písmen, jejichž významy shrnuje následující tabulka:

1. písmeno – vlnová délka

Písmeno	Význam	Vln. délka	Vlákno	Dosah
S	short	850 nm	vícevidové	30–300 m
L	long	1.310 nm	vícevidové jednovidové	300 m 10 km
E	extra long	1.550 nm	jednovidové	40 km

2. písmeno – kódování

Písmeno	Význam
X	8B/10B, LAN
R	64B/66B, LAN
W	64B/66B, WAN

3. písmeno – počet vlnových délek

Písmeno	Význam
1	jedna, sériový přenos, vynechává se
4	čtyři, WDM

Standard by měl zahrnovat následující varianty: 10GBASE-SR, 10GBASE-SW (pozn. z té nejsem příliš moudrý, protože mi připadá, že SONET na vícevidovém vlákně nebude zrovna obvyklý), 10GBASE-LR, 10GBASE-LW, 10GBASE-LX4, 10GBASE-ER a 10GBASE-EW.