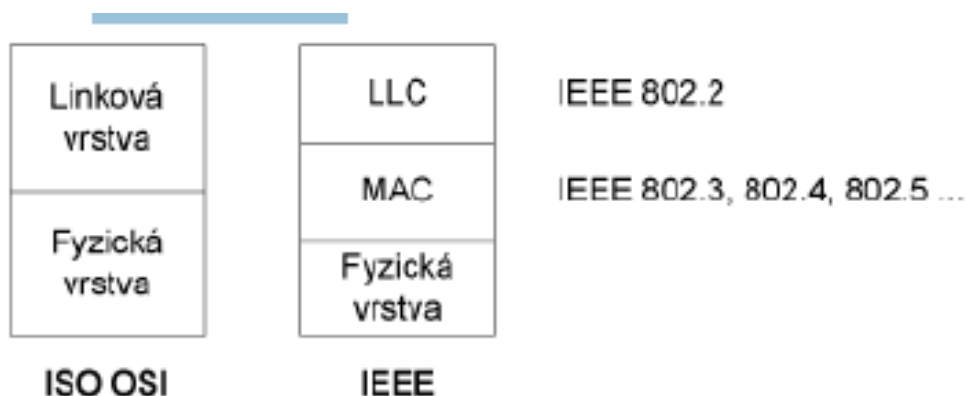


Linková vrstva - sdílení přenosového média

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.

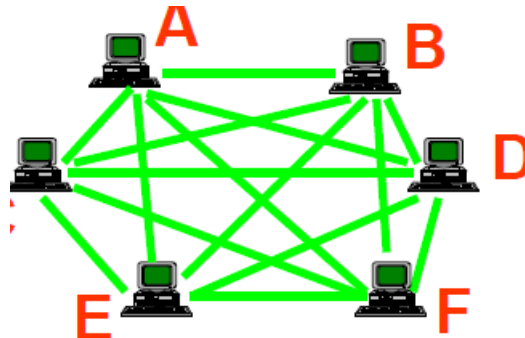
Sdílení přenosového média

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 šířku 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**.

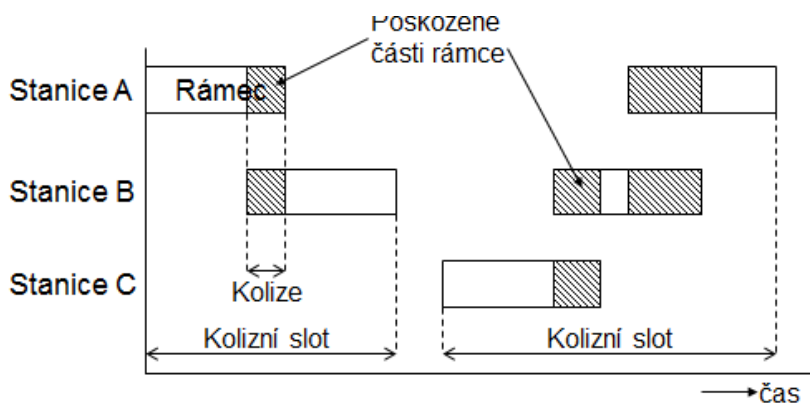
Pro mnohobodový spoj na sdíleném médiu provozovaný v základním pásmu je charakteristické následující:

- 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**.

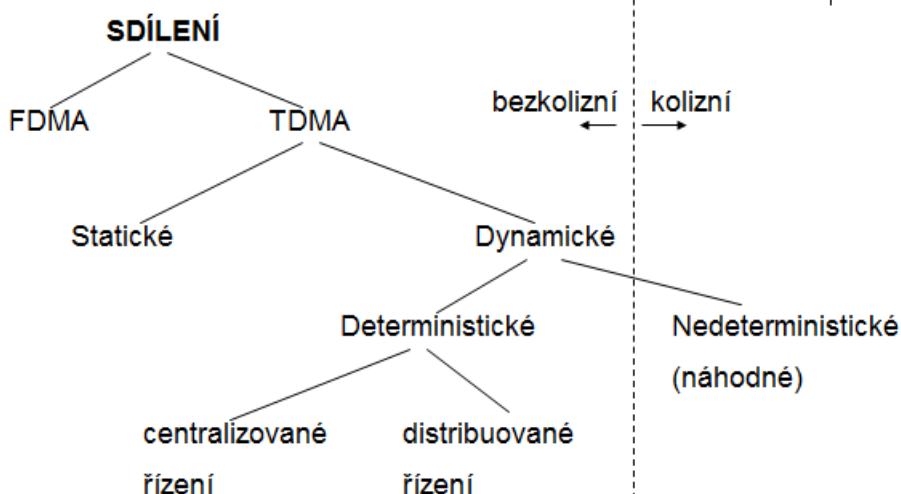
Pojmy:

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



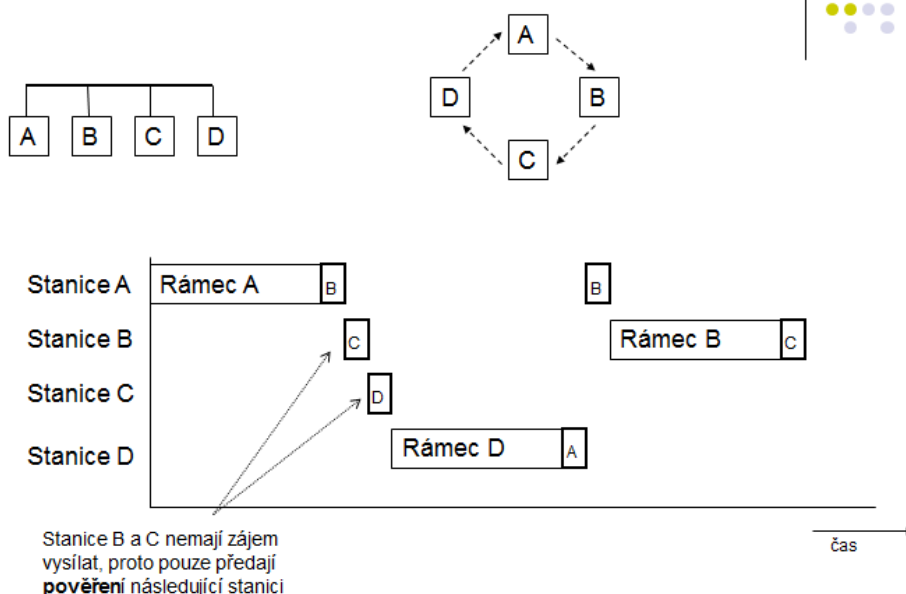
Základní rozdělení metod je na kolizní (nedeterministické) a bezkolizní (deterministické). Tyto lze realizovat mnoha způsoby a všechny mají své výhody a nevýhody. Dále jsou uvedeny pouze ty, které se běžně používají v rámci linkových technologií.

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 stanici
- lze **podporovat priority**

Příklady síťových (linkových) technologií využívající metody logického kruhu:

ARCNet

Token Ring (IBM)

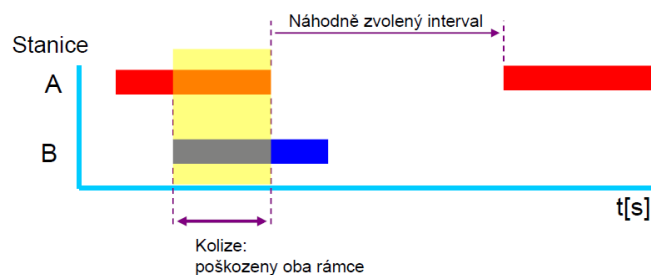
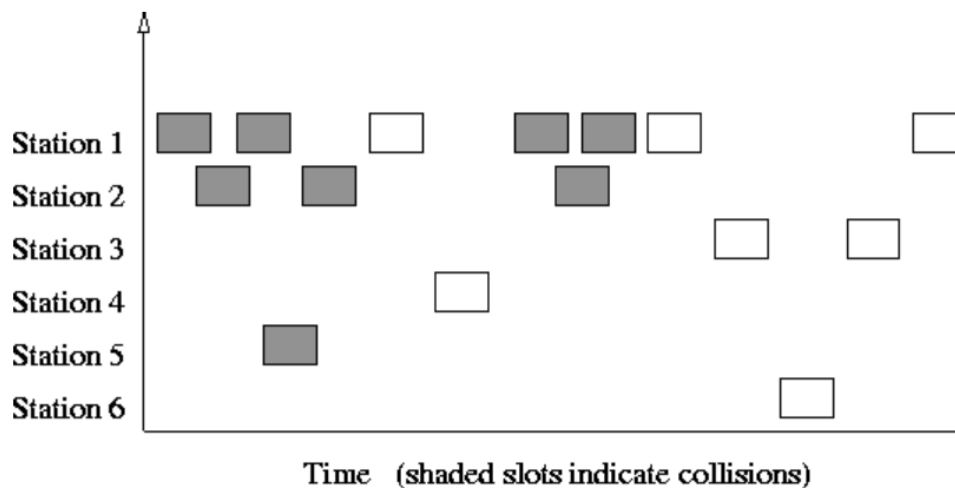
FDDI

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. **Kolizí může být samozřejmě poškozen i rámec nesoucí potvrzení, takže se pak opakuje i vysílání správně přenesených rámců.**

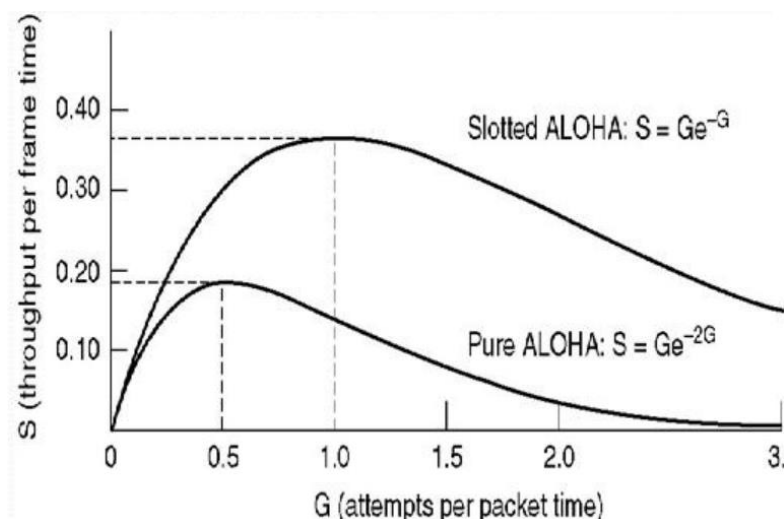


Opakování rámce se provede po uplynutí časového intervalu bez potvrzení.

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 opakování 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:

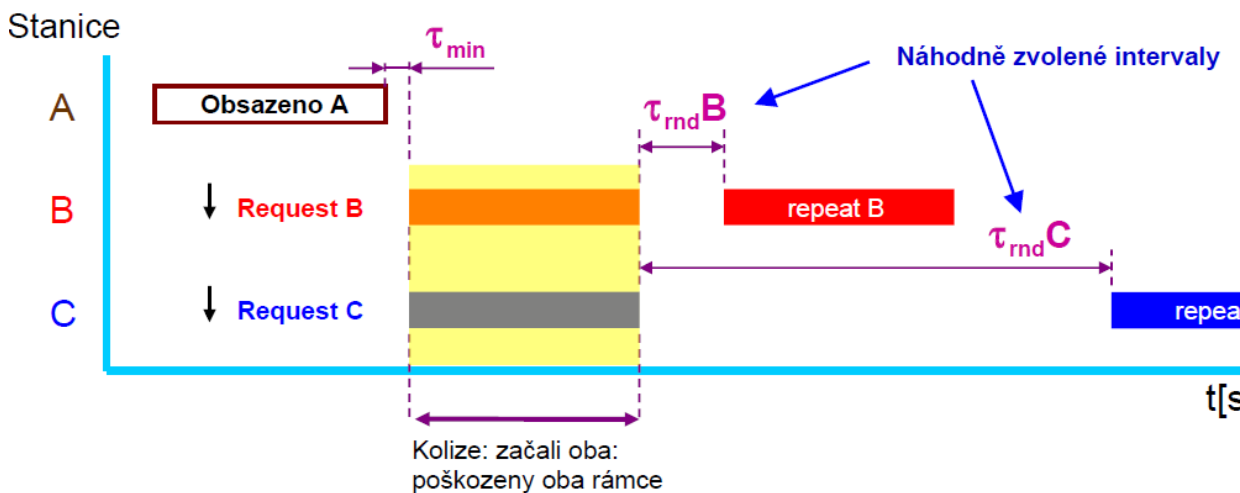
- **Naléhaví (persistent CSMA, 1-persistent CSMA)**
- **Nenaléhaví (non-persistent CSMA)**
- **P - Nenaléhaví (p-persistent CSMA)**

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.**

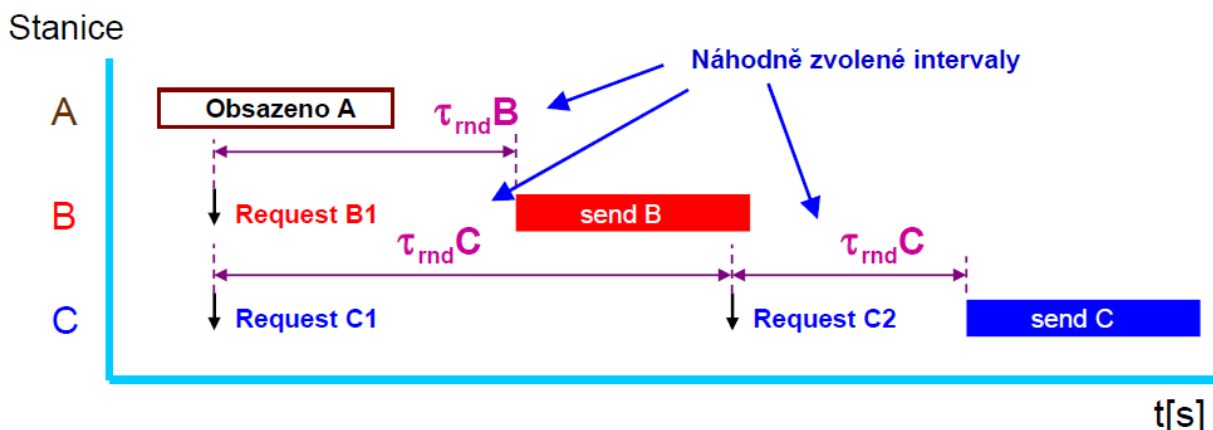


Nenaléhaví (non-persistent CSMA)

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)

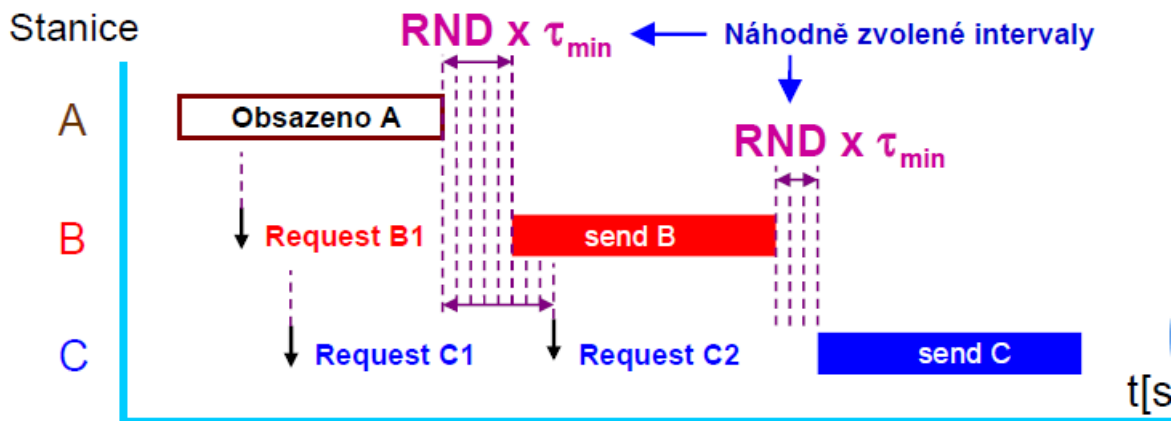
Stanice s připravenými daty **testuje stav média**. Pokud je obsazeno, stanice počká na jeho uvolnění (jako naléhající CSMA).

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.

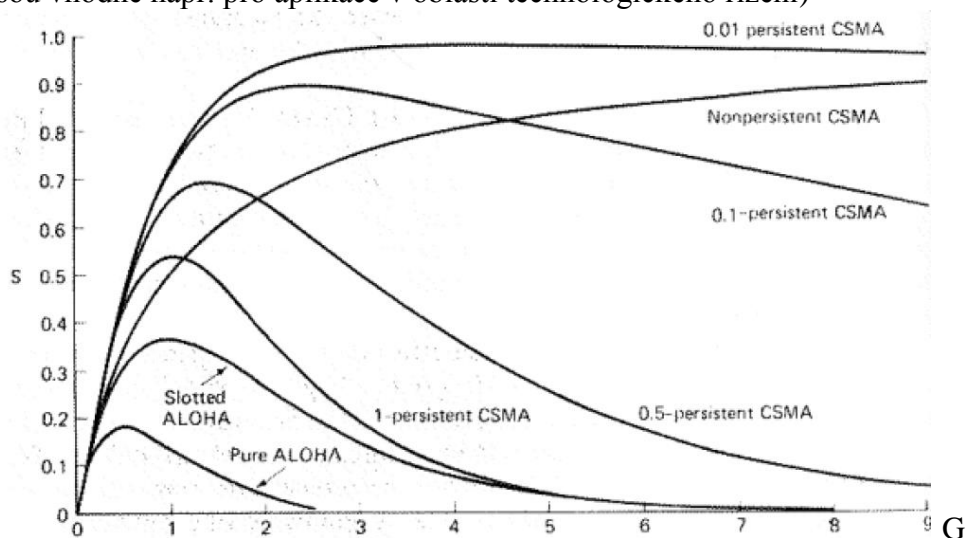


P - naléhající (p-persistent CSMA) používá Ethernet

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)

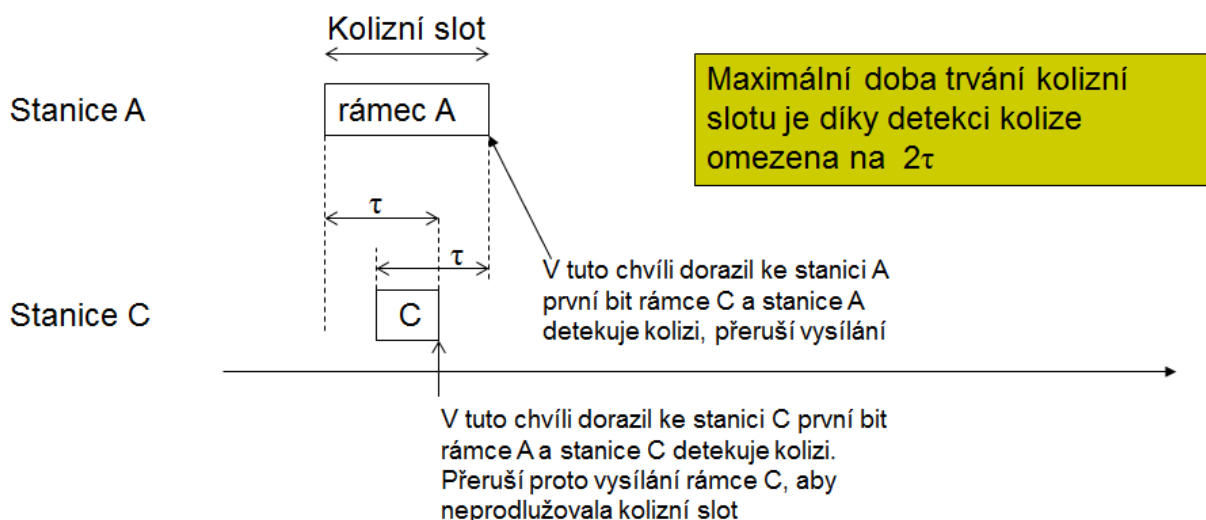


Pozn.:

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