

Technologie xDSL a Frame Relay síť

Digital Subscriber Line

2

- další vývojový stupeň (po ISDN) využití stávající telefonní přípojky
- další zvyšování přenosové rychlosti není možné bez zásahu do telefonní sítě
 - na oba konce původní telefonní přípojky dát speciální zařízení, které se snaží maximálně využít přenosové schopnosti existující přípojky
 - lze dosáhnout až několika Mbps
 - původní hlasový kanál může být snadno zachován (vyčleněním pásma)
- v rámci technologie DSL existuje celá řada různých variant, které jsou souhrnně označovány jako **xDSL**
 - liší se přenosovými rychlostmi
 - použitou modulací
 - maximální vzdáleností účastníka od ústředny

Technologie xDSL

3

- **symetrické** technologie
 - ▣ pro download i upload poskytují stejnou přenosovou rychlost
 - ▣ IDSL, SDSL, HDSL, HDSL-2
- **asymetrické** technologie
 - ▣ vyšší přenosová rychlost směrem k uživateli (download) a nižší směrem od uživatele (upload)
 - ▣ založeny na skutečnosti, že uživatel obvykle větší množství informací přijímá a menší odesílá
 - ▣ ADSL, ADSL-Lite, R-ADSL, VDSL

IDSL (ISDN DSL)

4

- neumožňuje přenášet zároveň hlas i data (data jsou přenášena ve stejném frekvenčním pásmu jako hlas)
- max. přenosová rychlost je 144 kb/s (2B+D)
- je využíván jeden kanál s rozhraním ISDN BRI
- k oddělení směrů přenosu se používá metoda potlačení ozvěny
- snad jedinou její výhodou je skutečnost, že se nejedná o vytáčenou službu
- není v současnosti příliš rozšířena, protože jiné technologie z rodiny xDSL nabízejí podstatně lepší vlastnosti
- maximální délka připojení je 10,7 km

HDSL (High-Bitrate DSL)

5

- používaná telekomunikačními firmami ke vzájemnému propojení jejich ústředí
- rozdělení přenosového pásma je symetrické
- přenos je realizován po dvou nebo třech symetrických párech maximální délky 4 km
- příchozí datový tok je seskupen do tzv. aplikačních rámců
 - přenášený E1 nebo T1 datový tok se mapuje do tzv. Core Frame – CT, jejichž délka je 144 bajtů a doba trvání je 500 μ s
 - při použití dvoupárové varianty je na každém páru realizován přenos rychlostí 1168 kb/s, při třípárové variantě je to 784 kb/s
- **HDSL (High-Bitrate DSL-2)**
- poskytuje stejné parametry jako HDSL, ale využívá pouze jednoho páru vodičů o maximální délce 3,5 km

SDSL (Symmetric DSL)

6

- symetrická varianta ADSL
- pro přenos informací využívá jednoho páru vodičů s maximální délkou 6 km
- přenosové rychlosti pro download i upload jsou stejné a pohybují se v rozmezí 144 kb/s až 2320 kb/s
- další novou vlastností oproti HDSL je možnost pracovat i s nižší přenosovou rychlostí než je maximální
- výběr maximální přenosové rychlosti je možno provést automaticky při sestavování spojení v závislosti na parametrech přenosového vedení nebo je možno ji ručně nastavit dle konkrétních požadavků zákazníka

G.SHDSL (Symmetric High-Bitrate DSL)

7

- tato technologie byla navržena s cílem skloubit výhody dvou předešlých technologií
- podporován je přenos po dvoupárovém i čtyřpárovém vedení
- symetrickou přenosovou rychlost lze nastavovat v rozmezí 192 kb/s až 2312 kb/s
- nepodporuje současnou koexistenci s analogovou či digitální telefonní přípojkou

VDSL (Very High-Bitrate DSL)

8

- v současnosti není ve větším měřítku používána, ale je považována za do budoucna perspektivní technologii
- založena na asymetrickém rozložení přenosové kapacity (podobně jako ADSL)
- přenosové rychlosti jsou
- download: 13 Mb/s – 52 Mb/s
- upload: 1,5 Mb/s – 2,3 Mb/s
- u symetrické varianty je uvažováno s rychlostí 34Mb/s
- přenosy lze realizovat pomocí jednoho páru vodičů
- vzdálenost od ústředny může být maximálně 1250 m

ADSL (Asymmetric DSL)

- pracuje s nevyužitou šířkou pásma místní sítě nacházející se nad základním telefonním pásmem
- oba typy služeb jsou přenášeny po jednom páru vedení a k jejich oddělení dochází v místě příjmu v zařízení zvaném **splitter**
- šířka přenášeného pásma od ústředny k účastníkovi je až 8,448 Mb/s a v opačném směru od účastníka k ústředně je podstatně nižší (přibližně 800 kb/s)
- pro přenos je využito kmitočtů ležících nad stávajícím telefonním pásmem (od 25 kHz v případě POTS, 138 kHz v případě ISDN) ⇒ zůstává standardní telefonní služba zachována a digitálním kanálem neovlivněna, dokonce ani v případě poruchy ADSL zařízení

ADSL technologie

10

- pro vytvoření dvou nezávislých kanálů se v modemech ADSL používá jeden ze dvou způsobů
- **frekvenční dělení FDM**
 - ▣ všem kanálům je přiděleno vlastní frekvenční pásmo (pro upstream pásmo 34,5 – 138 kHz a pro downstream pásmo 142 – 1104 kHz)
 - ▣ výhoda tohoto řešení spočívá v jednoduché implementaci do systému, naopak nevýhoda je v méně efektivním využití kmitočtového spektra
- **metoda potlačení ozvěny EC (Echo Cancellation)**
 - ▣ pro využití výhod menšího útlumu kabelu na nižších kmitočtech je výhodné umožnit vzájemné překrývání se spekter obou kanálů – k jejich následnému oddělení dochází na tzv. vidlici
 - ▣ kompenzátor ozvěn odstraní nežádoucí signály pronikající (vlivem nevyvážení vidlice) vysílací částí přes vidlici do přijímacích obvodů
 - ▣ tento způsob oddělení kanálů je poněkud složitější, ale na druhou stranu přináší rozšíření frekvenčního pásma zpětného kanálu

Varianty ADSL

11

□ **ADSL G.Lite**

- je odlehčená a rovněž pomalejší verze ADSL bez splitteru na straně účastníka
- podle doporučení ITU-T G.992.2 se používá poloviční horní frekvence pásma 552 kHz a max. 128 nosných

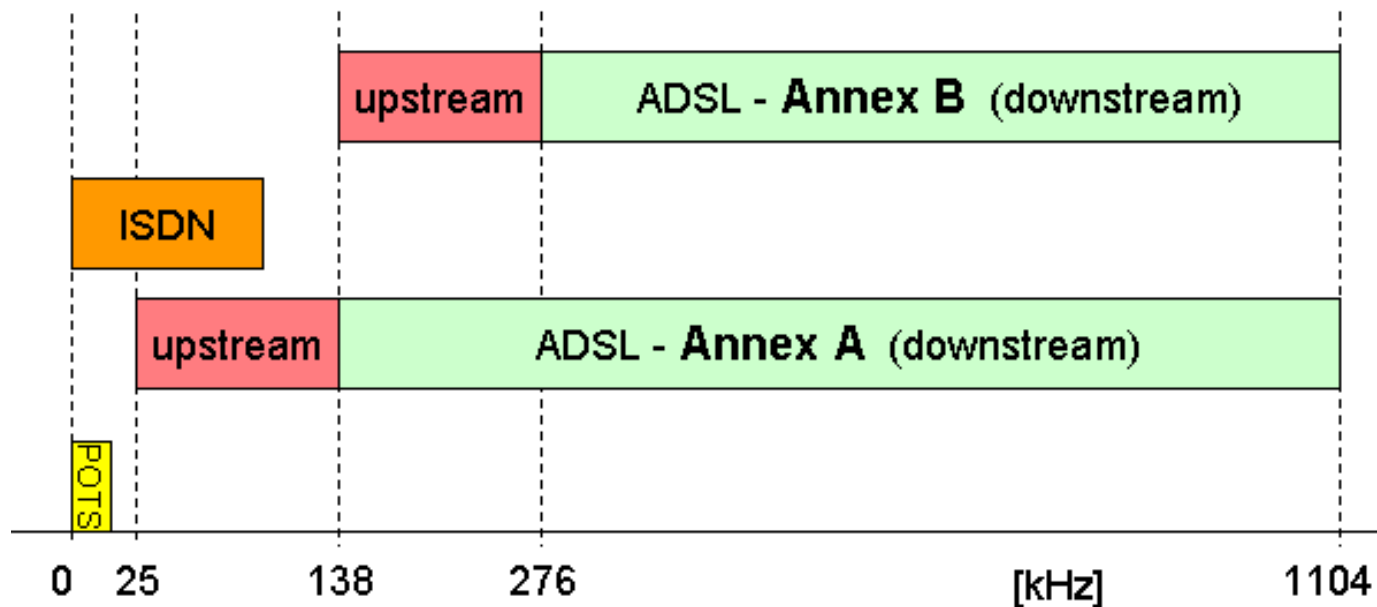
□ **R-ADSL (Rate-Adaptive DSL)**

- schopnost analyzovat stav komunikační linky a jejímu momentálnímu stavu také přizpůsobit přenosovou rychlost (kvalita přenosu záleží na délce a na kvalitě provedení telefonní linky vedoucí k ústředně).
- přitom přenosová rychlost na lince se mění buď podle jejího stavu při sestavování spojení, anebo během přenosu na základě signálu z ústředny

Technologie ADSL

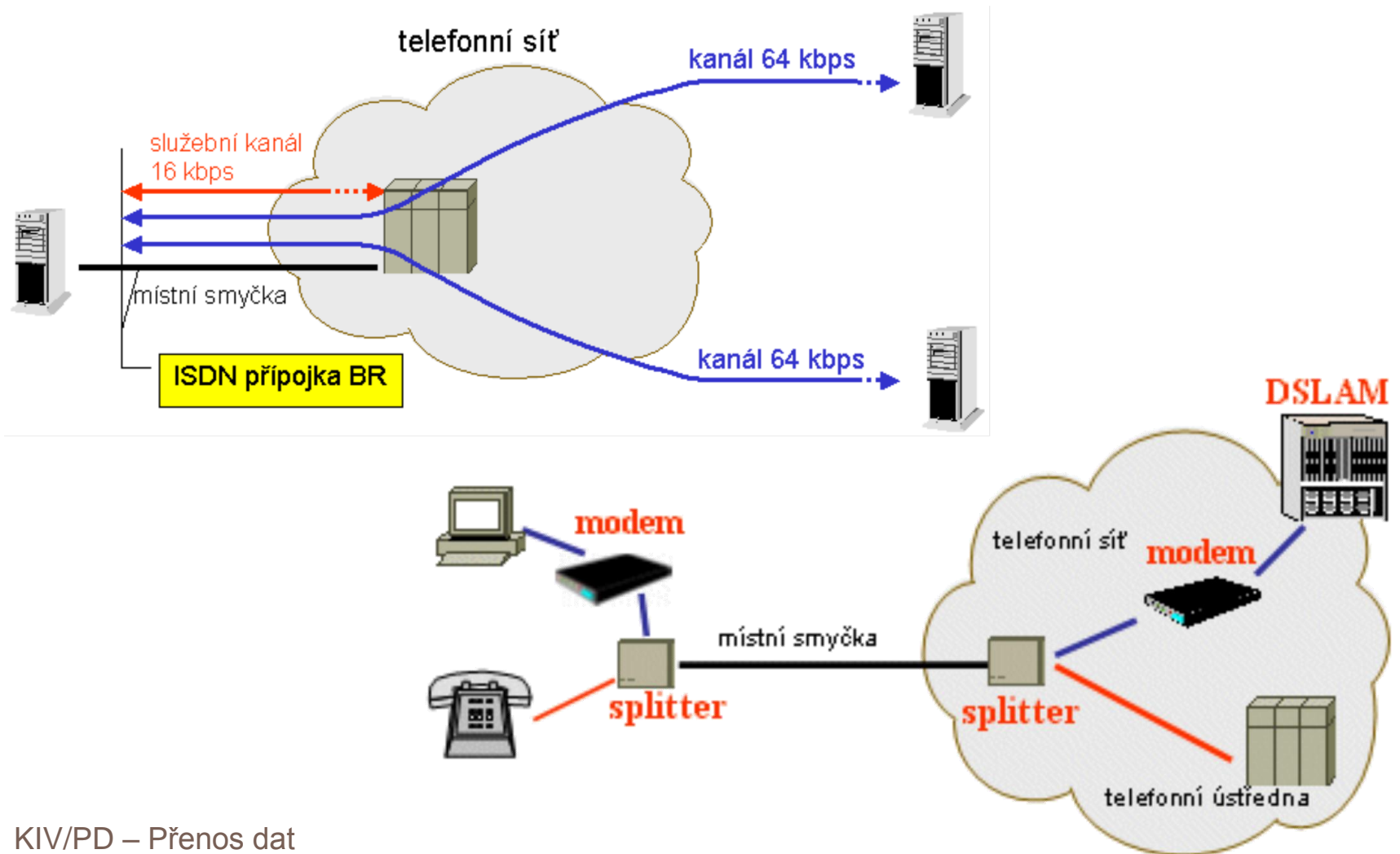
12

- přenosové pásmo se rozděluje na up- a downstream
- původní analogové nebo ISDN pásmo zůstává nedotčeno
- up- a downstream jsou odděleny nebo se mohou překrývat – problém s přeslechy mezi více zařízeními



ADSL vs. ISDN

13



ADSL, modem, splitter, DSLAM

14

- **modem** resp. modemy modulují datový tok na vhodný „nosný“ signál (na analogový signál v šířce 1,1MHz)
- **splitter** slučuje hlasový přenos v tradičním pásmu 0 až 4000 Hz (resp. 300 až 3400 Hz) s modulovaným „nosným“ signálem nesoucím datový tok (a následně pak obě složky zase korektně odděluje)
- **DSLAM (DSL Access Multiplexor)**
 - splitter je nasazen ještě před vstupem místní smyčky do ústředny
 - data vedou přes modem ADSL do multiplexoru
 - ne přímo do datové sítě, protože je to neekonomické

DMT (Discrete MultiTone) modulace

15

- frekvenční pásmo se rozdělí na 256 podpásem o šířce 4,3 kHz
 - ▣ do cca 2 Mbit/s – pásmo do 552 kHz, 128 podpásem
- dílčím kanálům je přiřazen určitý počet bitů n_i
 - ▣ v každém pásmu je na jednu nosnou frekvenci namodulován (pomocí QAM) datový signál o rychlosti 6,5 až 50 kb/s
 - ▣ nosné jsou od sebe 4,3125 MHz
- parametrem dělení je SNR, garance bitové chybovosti BER 10^{-7}
 - ▣ před vlastním připojením se tedy nějakou dobu „osahává“ přenosový kanál a hledají se optimální parametry pro DMT modulaci
- na nižších kmitočtech je menší útlum metalického páru a větší odstup signálu od šumu
 - ▣ tj. lze dosáhnout vyšší přenosovou rychlost
 - ▣ na vyšších kmitočtech je rychlost nižší

Frame relay

16

- vznik polovina 80. let
- rámcová komunikace až na koncové uzly sítě
- pokrývá pouze fyzickou a linkovou vrstvu
- funguje spojovaně (VC) a nespolehlivě
- VC jsou realizovány na linkové vrstvě (rozpor s RM OSI)
- má řízení toku dat
- ale pouze mezi koncovými uzly (end-to-end)

Vlastnosti Frame Relay

17

- **přenosová rychlost** 64 kb/s až 2048 Mb/s (možná rychlost až 45 Mbit/s)
- proměnná délka rámců do 8189 oktetů
- **multiprotokolová síť** – podporuje různé typy síťových protokolů (IP, IPX atd.)
- služba **spojované** (connection-oriented) po **pevných nebo přepínaných virtuálních okruzích** (jedno fyzické rozhraní podporuje více logických spojení)
- v síti jen **detekce chyb** (bez opravy)

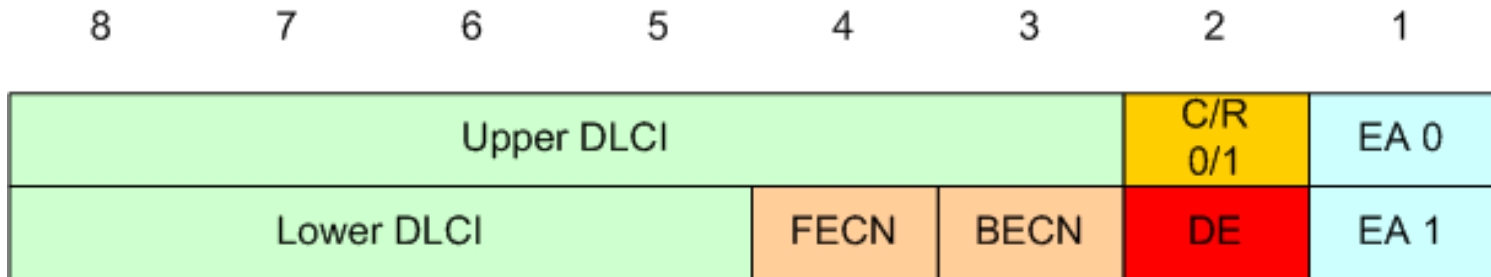
Typy spojení

18

- **Permanent Virtual Circuit – PVC**
 - ▣ Běžné řešení
 - ▣ Manuální konfigurace
 - ▣ Nastavení pro spojení bod-bod přes celou síť
- **Switched Virtual Circuit – SVC**
 - ▣ Využívá signalizační systém
 - ▣ Automatické nastavení
 - ▣ Vybudování spojení
 - Dle doporučení Q.933
 - Dohoda o DLCI
 - Vyjednávání dalších parametrů spojení

Adresování ve Frame Relay

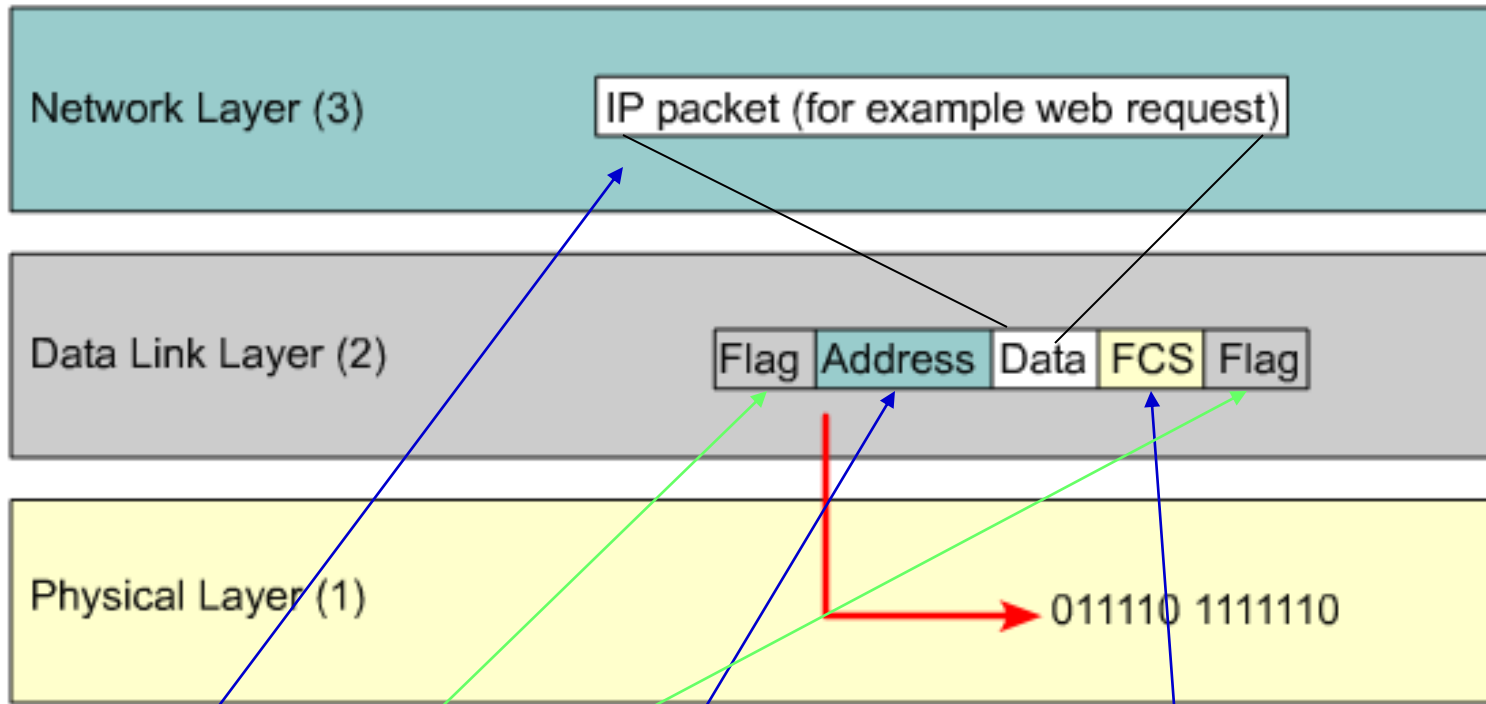
19



- Frame Relay používá jako adresy **identifikátory datového spojení** (Data Link Connection Identifier, DLCI)
- neadresují samotné zařízení, ale specifikují a rozlišují **virtuální okruh** mezi uživatelem a přístupovým bodem sítě
- řada je rezervovaných, např. pro management

Encapsulace ve Frame Relay

20



- Dostane paket z třetí vrstvy, např. IP.
- Zabalí ho jako data, přidá adresové pole (s DLCI) a kontrolní součet.
- Přidá flag fields (pole indikátorů) na začátek a na konec.
- Pošle to dolů na drát, do vrstvy 1.

Řízení toku dat

21

- **indikátor možnosti vyřazení rámce** (discard eligible, DE)
 - indikátor nízké priority (vyhození) rámce při přetížení uzlu
 - nastavitelný buď sítí, nebo uživatelem
- **dopředné oznámení o přetížení** (forward explicit congestion notification, FECN)
 - oznámení sítě přijímajícímu uživateli, že rámec byl doručen po přetíženém spojení, proto má snížit rychlost příjmu rámců
 - přijímající koncový bod musí zkontrolovat objem příchozího provozu, pokud se překročí CIR (committed information rate, sjednaná rychlost), má situaci oznámit vysílající stanici pomocí BECN, aby se redukoval provoz od příjemce
- **zpětné oznámení o přetížení** (backward explicit congestion notification, BECN)
 - oznámení sítě odesílateli o přetížení sítě a o vyvolání opatření proti zahlcení
 - zdrojové zařízení by mělo snížit objem vysílání k dané cílové stanici, pokud ještě nějaká data posílá
 - použití FECN a BECN je volitelné a použitelné buď sítí, nebo uživatelem
 - síť v žádném svém vnitřním prepínači nesmí žádný z indikátorů zrušit

Řídicí mechanismy Frame Relay

22

- bity BECN a FECN generuje sama síť na základě detekování vnitřního zahlcení
 - ▣ nemá možnost rámce po cestě ukládat do vyrovnávacích pamětí a pouze informuje koncové uzly
 - ▣ jakmile vysílající koncové zařízení dostane rámeček s indikací bitu FECN nebo BECN, mělo by zmenšit velikost vysílacího okna, aby se omezilo zahlcení v síti
- bit DE může nastavit buď
 - ▣ sama síť, pokud objem uživatelských dat přesahuje hodnotu B_C (committed burst), související přímo s hodnotou dohodnutou s provozovatelem sítě – CIR)
 - ▣ nebo uživatel, pokud se jedná o rámce s malou prioritou (pokud síť běžně dovoluje B_E , excess burst)

Výhody a nevýhody Frame Relay sítí

23

- **pro nejrůznější typy provozu** – síťových protokolů, komunikace mezi mosty, protokolů WAN
- **dobrá výkonnost** (nízká režie) – přenos dat ve shlucích vysokou rychlostí
- **šířka pásma na vyžádání** (Bandwidth on Demand, BoD) – schopnost přizpůsobit ji až do přístupové rychlosti, a to asymetricky
- **pružná topologie** – rozšíření, správa
- **přenášení datových jednotek (rámců) proměnné délky** – implicitně nepodporuje transfer informací citlivých na zpoždění, což je pak třeba řešit nadstavbou (např. Voice over Frame Relay)