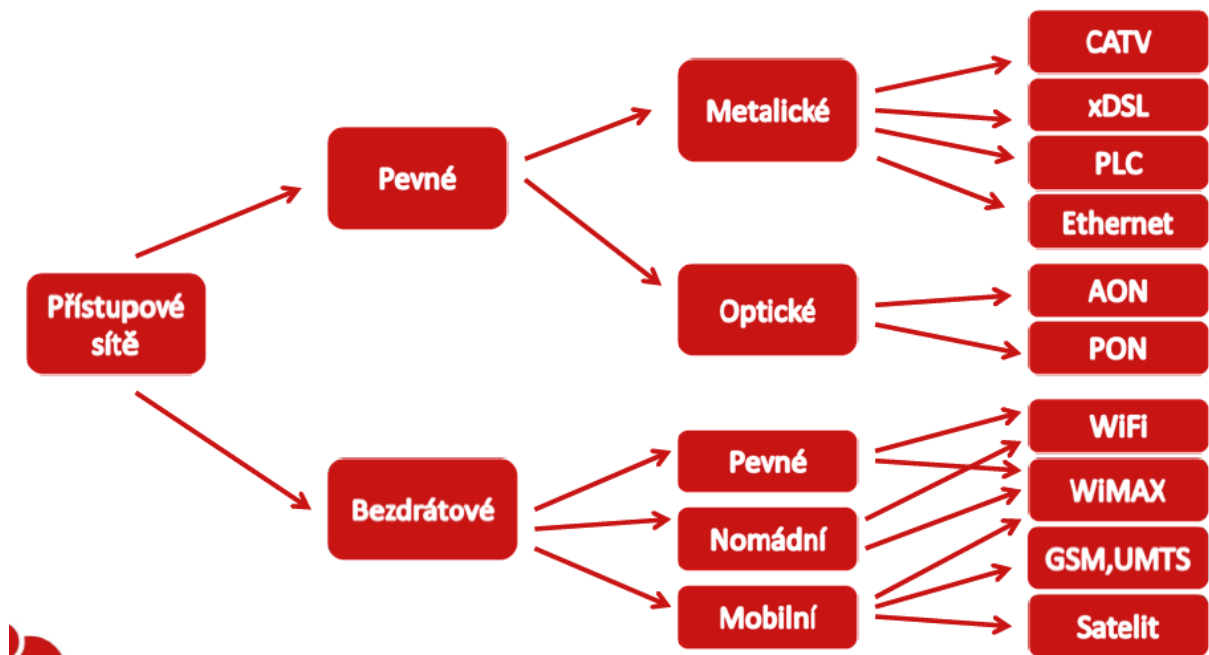
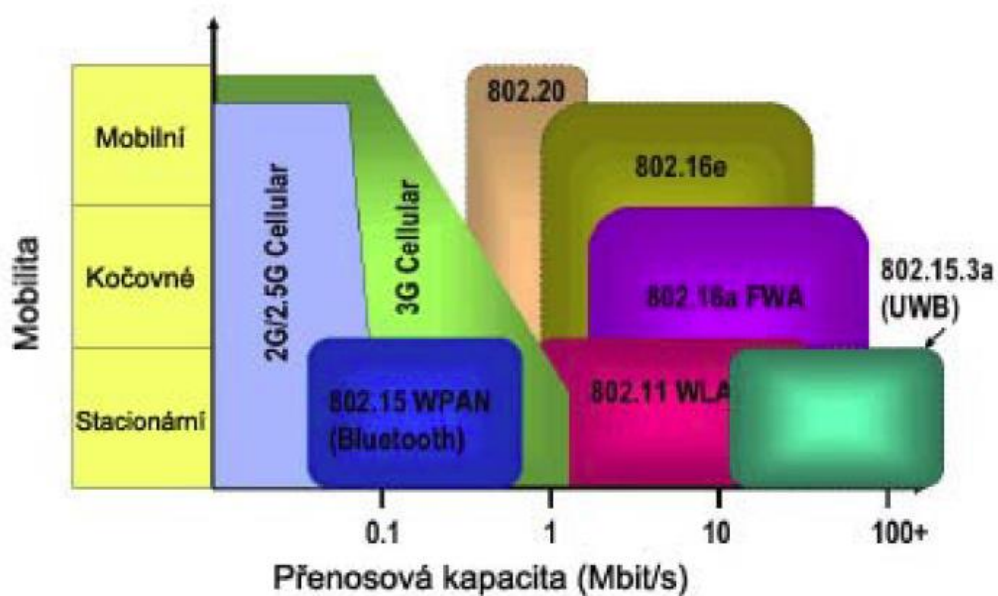


Přístupové systémy



Bezdrátové systémy dle podpory mobility



Představitelé řešení kabelových přístupových sítí:

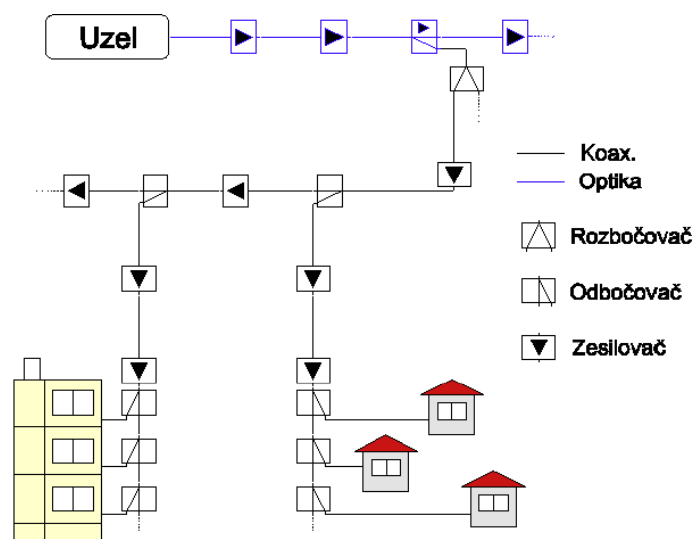
- **CATV** pro připojení zákazníků k Internetu pomocí kabelové televizní sítě –23 %
- **PLC (PDSL/BPL)** technologie přenosu po silových kabelech
- **xDSL technologie**, jako jsou **HDSL, ADSL, VDSL** atd. využívající přístupové sítě telekomunikačních sítí převážně CAT 1. –25 %
- **FTTx** (Fiber To The X (Home Building Network)) – 5 %
- **Ethernet** sítě užívající UTP kabelů

CATV

Stávající **rozvody kabelové televize jsou z principu jednosměrné**, s jedním vysílačem a mnoha přijímači ve stromové architektuře, tj. multiplexní médium typu „**broadcast**“.

- **IP požaduje** jednoznačně obousměrný přenos (**duplex**).
- Je nutná přestavba rozvodů-**aktivní prvky jsou jednosměrné**.
- **Pasivní prvky** (rozbočovače, odbočovače) a koaxiální kabeláž jsou z principu **obousměrné**.
- Uzlová zařízení pro připojení k internetu jsou umístěna u kořene každého analogového segmentu, jejichž IP konektivita se řeší a to **odděleně od distribuce televizního signálu**.

Typická topologie



PLC – Power Line Communication

Někdy též BPL (Broadband over Power Line). Určen pro přenos informací po elektrických rozvodech NN a VN.

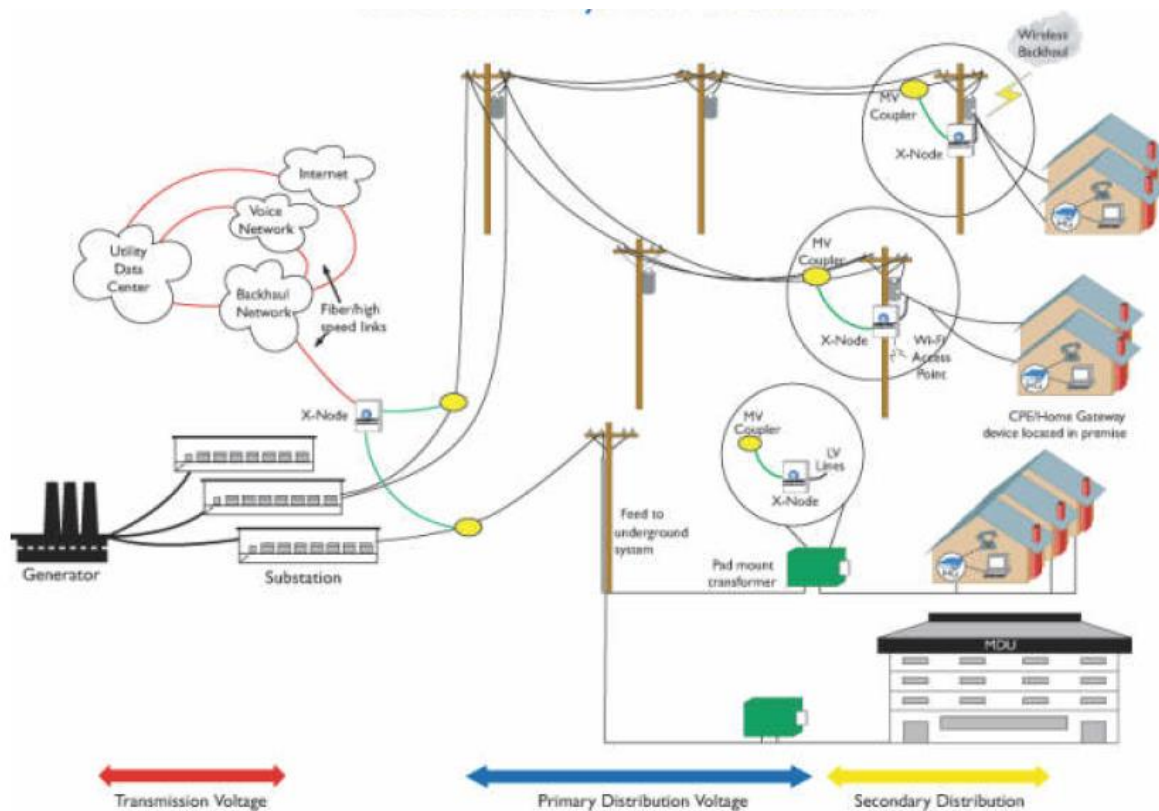
Není doposud standardizován. Hlavní problém je elektromagnetická kompatibilita.

Dosah při dodržení referenčních vlastností na „ideálním“ kabelu do 400m na NN rozvodech do 700m na VN rozvodech

Datový tok až 200Mbit/s. Možnost opakování (zesílení)

PLC z hlediska QoS :

- QoS (802.1p) s víceúrovňovými prioritními frontami a programově nastavitelným mechanismem klasifikace priorit pro simultánní multimediální aplikace v reálném čase.
- Možnost distribuce video a audio signálů.
- Programově nastavitelná šířka pásma.

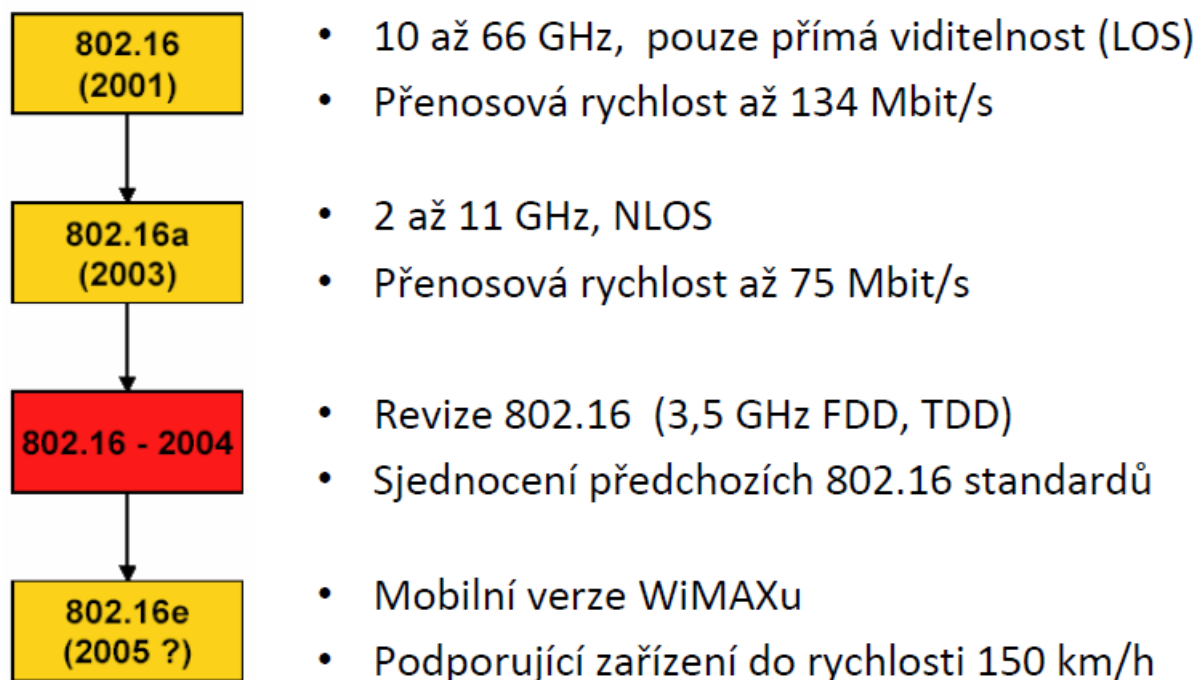


Bezdrátové přístupové sítě

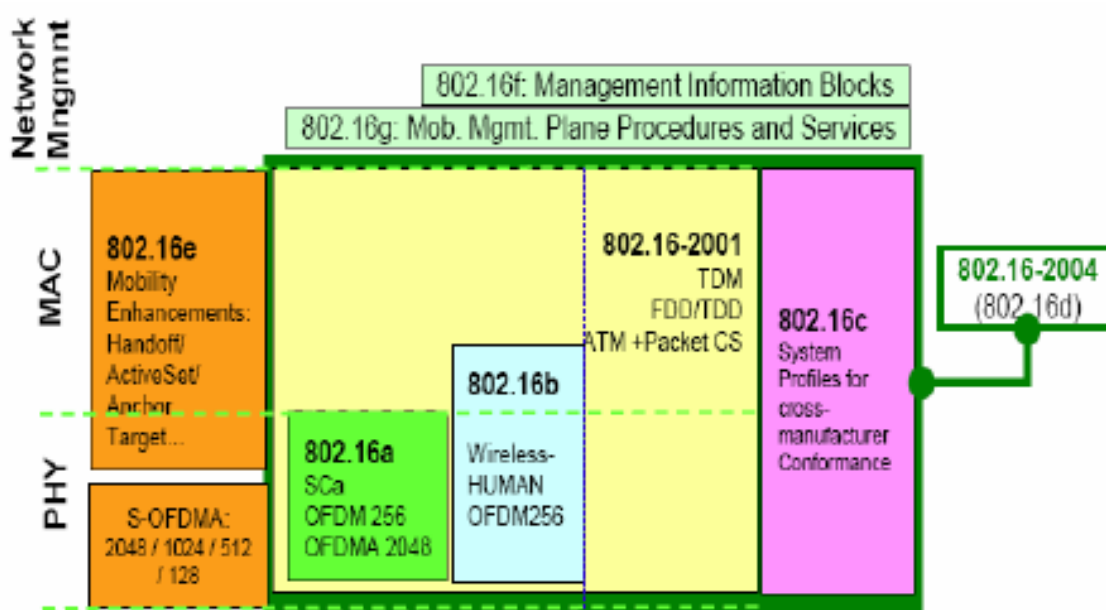
WiMAX – IEEE 802.16



Pracovní skupina založena v r. 1999



Vývoj standardů:



xDSL – digitální účastnické přípojky

dělení dle

- SYMETRIE PŘENOSOVÝCH SMĚRŮ (downstream, upstream)
 - Symetrické přípojky – HDSL, SHDSL a **VDSL**
 - Nesymetrické přípojky – ADSL, **VDSL**VDSL lze nakonfigurovat libovolně
- METODA PŘENOSU
 - V základním pásmu - HDSL, SHDSL
 - V přeloženém pásmu – ADSL, VDSL
- Přeložené pásmo – sdílení tlf. přípojkou či ISDN

V ČR se používají:

- **ADSL** - asymetrická linka, využívající měděné kroucené dvojlinky, sdílení s telefonní linkou, až 8/1 Mbit/s (teoretických) praxi spíše až 6 mbit/512 kbit
- ADSL2 - se v praxi již nepoužívá (i tak bylo rozšíření velmi malé)
- **ADSL2+** - vylepšená verze ADSL2, až 24/1,4 Mbit/s (teoretických) v praxi se ve světě používá až 20 Mbit/768 kbit (v ČR až 16 Mbit/768 kbit)
- **SHDSL** - symetrická linka, max. 4,5 Mbit/s při použití 2 párů kroucené dvojlinky
- SHDSL.bis - vylepšená verze SHDSL, max. 5696 kbit/s na jednom páru, podpora až 4 párů
- **VDSL2** - symetrická linka, max. 100 Mbit/s

Další varianty:

- **SDSL** - symetrická linka, max. 2,3 Mbit/s
- **HDSL** - symetrická linka, max. 4 Mbit/s při použití 2 párů kroucené dvojlinky
- **VDSL** - symetrická linka, max. 36 Mbit/s

xDSL – Digital Subscriber Line

- vysoká přenosová rychlost – desítky Mbps
- určené pro stávající vedení – symetrické místní kabely a na vyšších kmitočtech než původně předpokládáno
- xDSL je potřeba zakončit – uživatel/modem , ústředna/DSLAM nebo modem

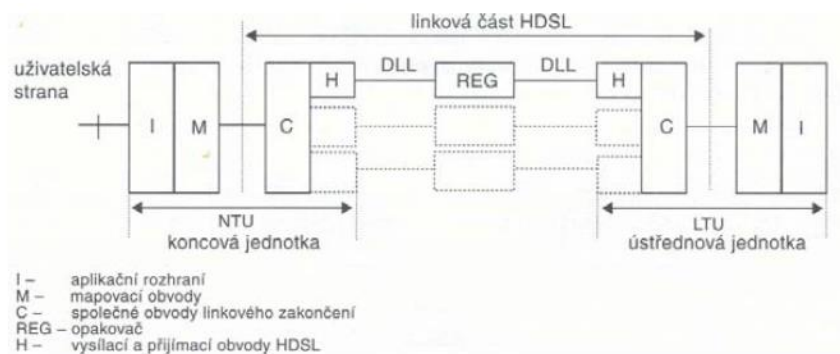
HDSL – High DSL

Přípojka s max. 2048kbps. Datový tok se rozdělí do více vedení. Používá se čtyřstavový linkový kód 2B1Q – dvojce bitů vyjádřena jednou úrovní .

Výhody

- přenos až 8km
- obsazená menší šířka pásma

Dva typy zařízení – ústřednová jednotka LTU (centrální) a koncová jednotka NTU (síťové zakončení)



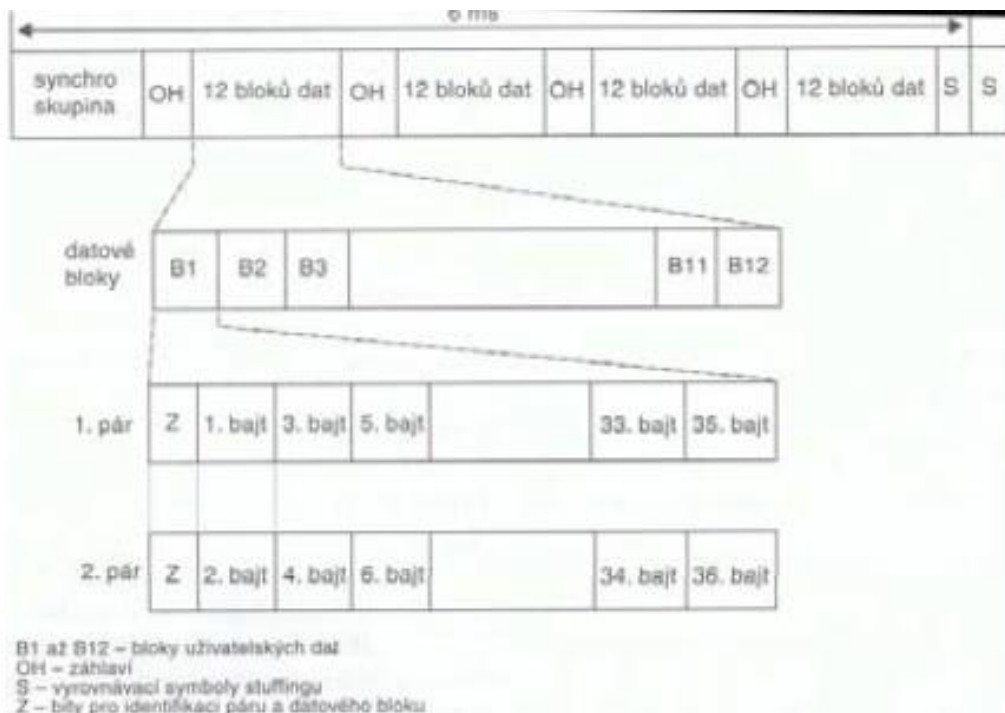
I – datový tok do aplikačního rámce (32B, 125μsec, 2048kbps)

M – mapování – přidání – hlavička cest (rámec 36B, multirámec 144B)

C - rozdělení datového toku do vedení, přidání záhlaví a synchro.bitů – rámce HDSL o délce 6ms

Struktura rámce

Rámec pro dva přenosové páry



Data se přenášejí střídavě po vedení – 36B/1 a 2 pár. Bit S pro dorovnání přenosových rychlostí – doba je průměrně 6ms.

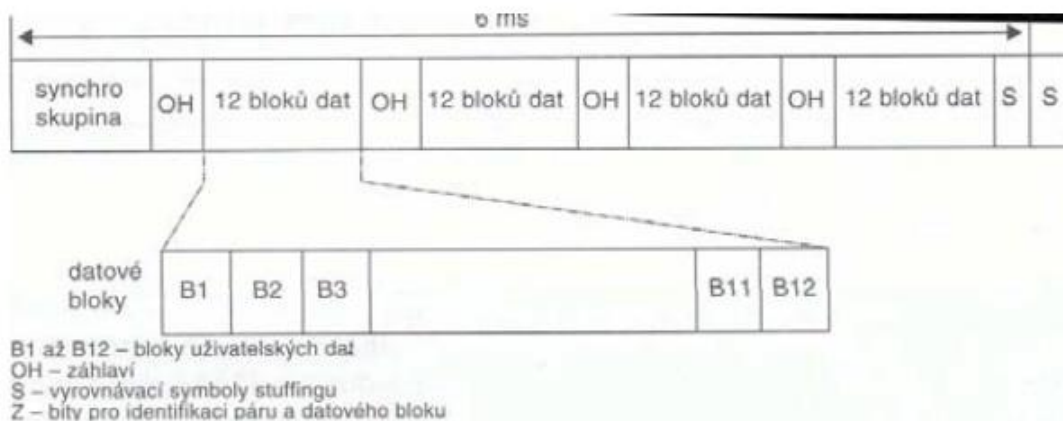
SHDSL – Single pair HDSL

Výsledkem standardizace HDSL je SHDSL. Jedná se o duplexní přenos pro symetrický pár.

Rozdíly oproti HDSL

- rychlost – 192-2312kbps
- používá se 16PAM modulace
- složitější funkční struktura – oddělení přenosové a aplikační části – univerzální
- jeden přenosový pár

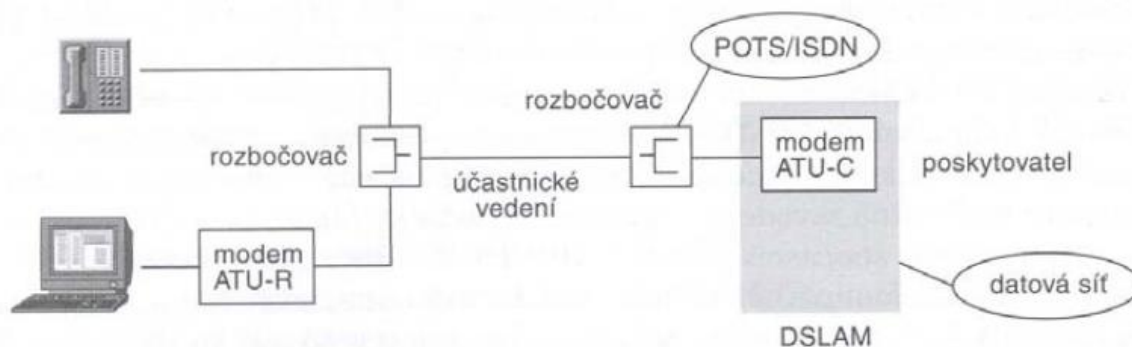
Struktura rámce



přenosová rychlost [kbit/s]	f_T [kHz]	střední úroveň rušení		vysoká úroveň rušení	
		překlenutelný útlum [dB]	typická překlenutelná vzdálenost [km]	překlenutelný útlum [dB]	typická překlenutelná vzdálenost [km]
384	150	50	4,8	43	4,1
512	150	44	4,2	37	3,5
1 024	150	32	3	25,5	2,4
2 048	200	24	2,1	17,5	1,6
2 304	200	21,5	1,9	15,5	1,4

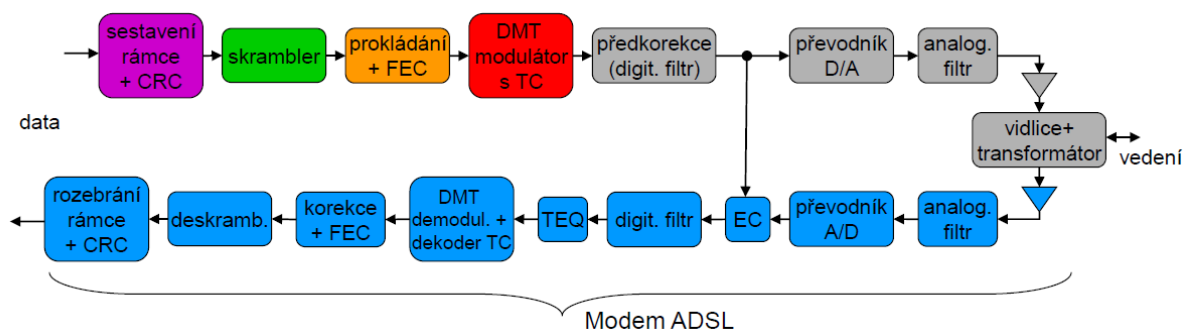
ADSL – Asymetrické DSL

Využívá stávající vedení. Downstream 8Mbps/ Upstream 1Mbps. Přeložené pásmo dovoluje zachovat tlf. přípojku. Koncepce pro domácí uživatele.

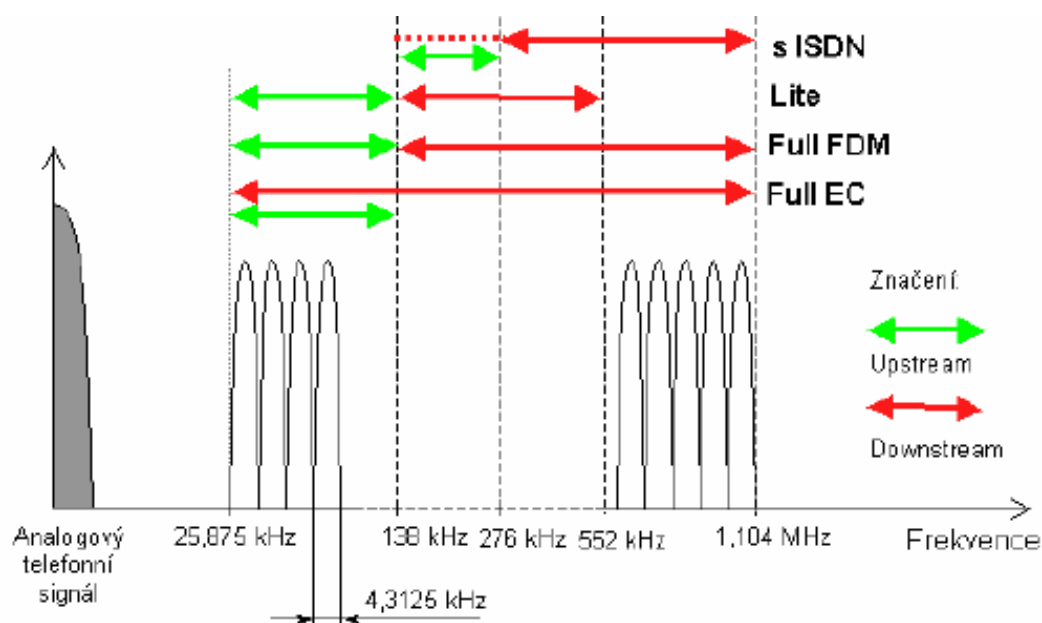


Rozbočovač – splitter – kmitočtová výhybka (pasivní filtr) horní a spodní propust'. Obě propusti jsou zakončeny modemy.

DSLAM – účastnický koncentrátor – agreguje digitální toky

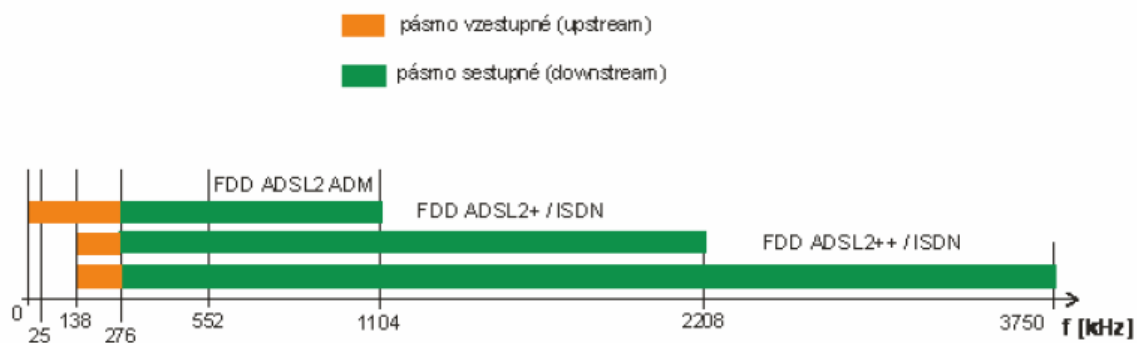


Kmitočtové schéma



Pásmo 0-1,104Mhz = 256 kanálů, šířka 4,3kHz (spodní se nevyužívají – ISDN)

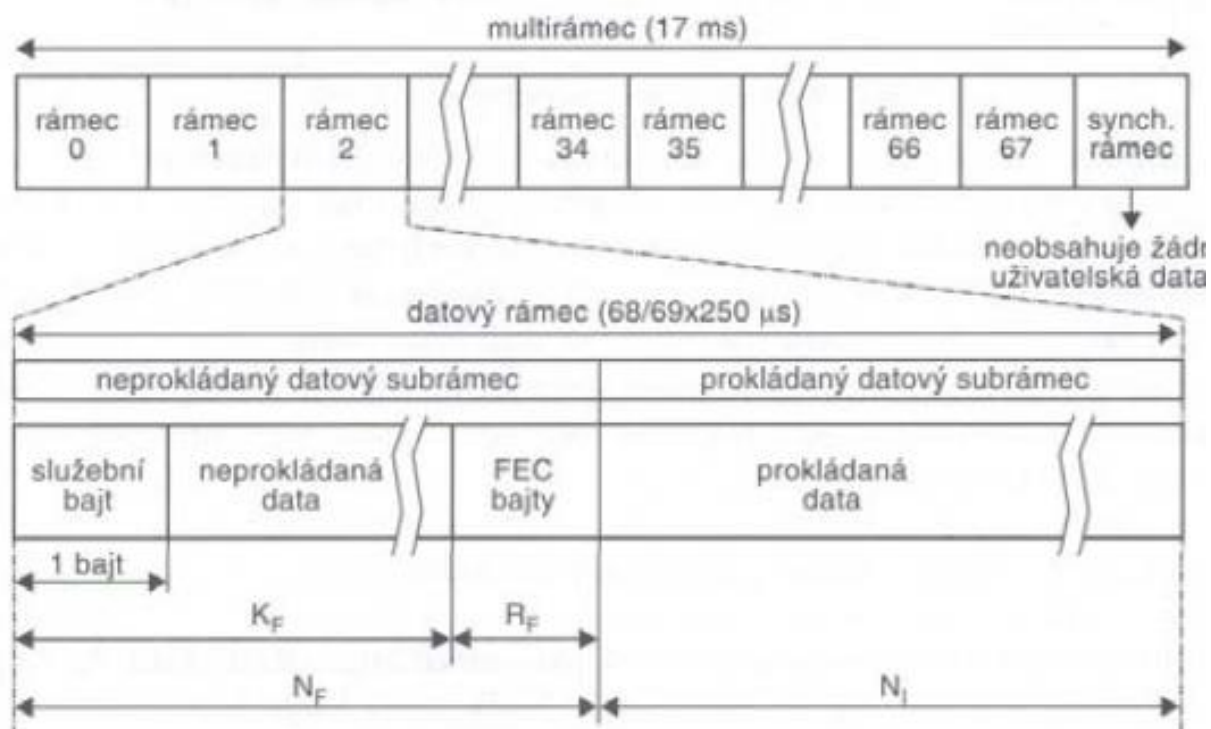
II. generace - ADSL2



Rámec ADSL

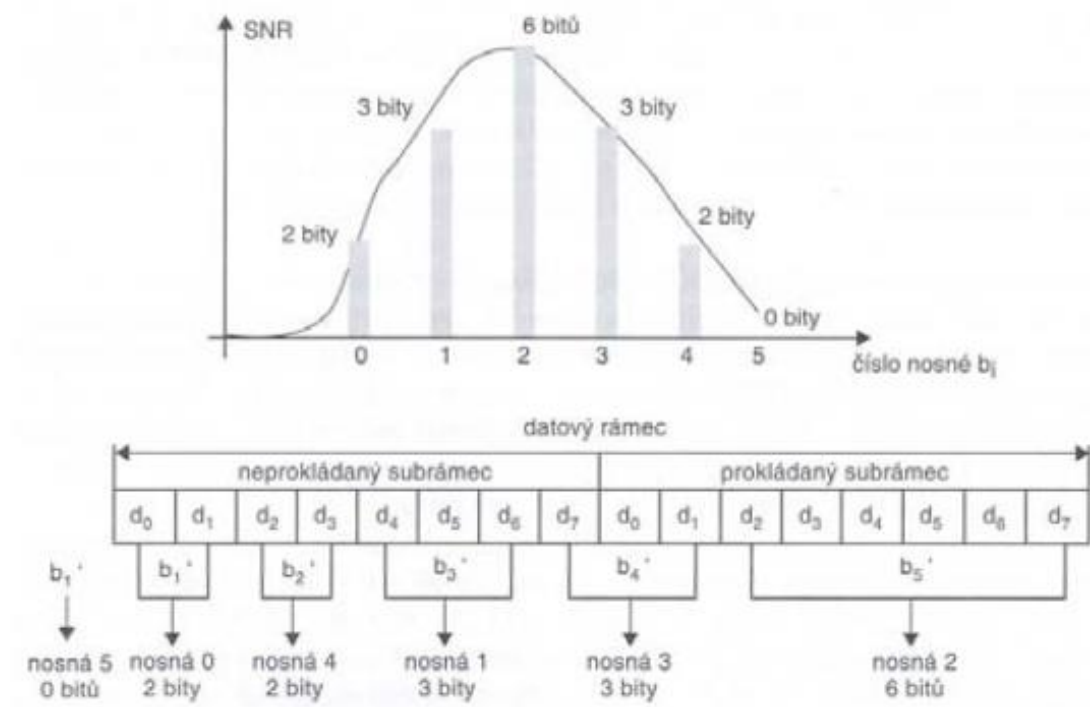
69 rámců v multirámcu (17ms) – 0-67 datové 68 synchronizační. Podpora rozsahu rychlostí s krokem 32kbps. Rychlost je závislá na odstupu signálu od šumu (SNR – viz. níže parametry vedení).

V subkanálu je 2-15 bitů / symbol (čím větší odstup tím větší počet bitů). Modulační rychlost 4kBd – tj. cca 60kbps na subkanál. Celková rychlost je součtem.



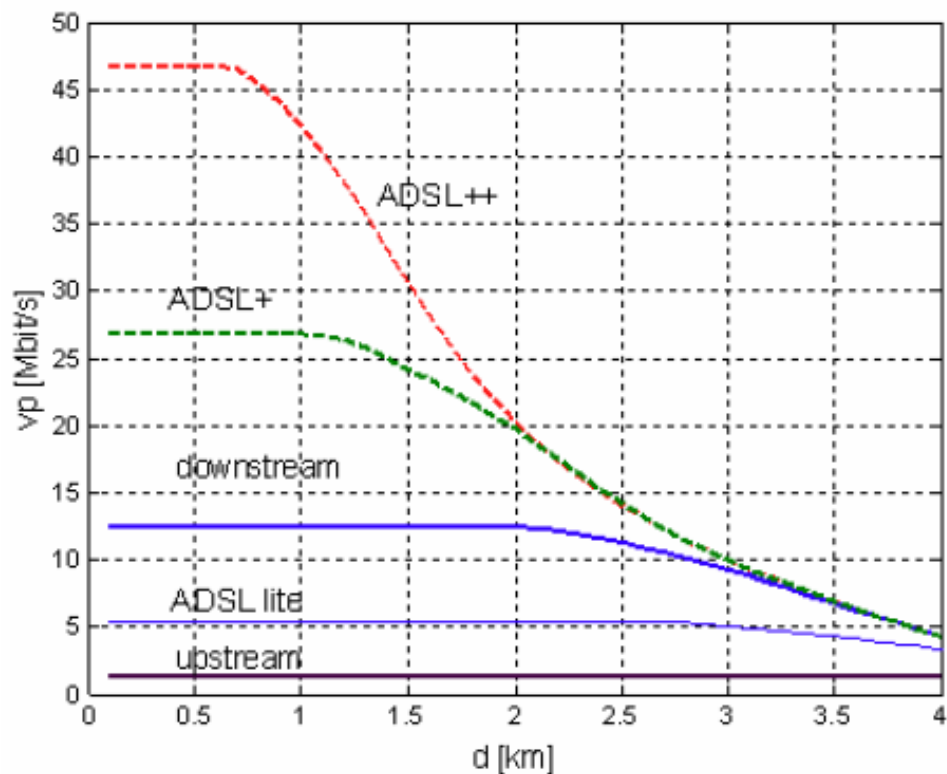
Prokládané datové rámce - princip protichybového systému s prokládáním bitů (odstraňují se „shluky“ chyb).

FEC – kontrola dat



- 6 subkanálů (0-5) – 8+8 bitů v rámci. Subkanály se zaplňují od neprokládaného.
- nosná 5 malý odstup – žádné alokované bity,
- nosná 0 a 4 -2 alokované bity -4QAM
- nosná 1 a 3 – 3 bity – 8QAM
- nosná 2 – 6 bitů – 64QAM

Rychlost a vzdálenost



VDSL – Very High Speed DSL

Nejvyšší přenosové rychlosti. Symetrický i asymetrický režim:

- Symetrický
 - 26/26 Mbit/s upload/download
- Asymetrický
 - 6,4/52 Mbit/s upload/download

Dvě varianty VDSL:

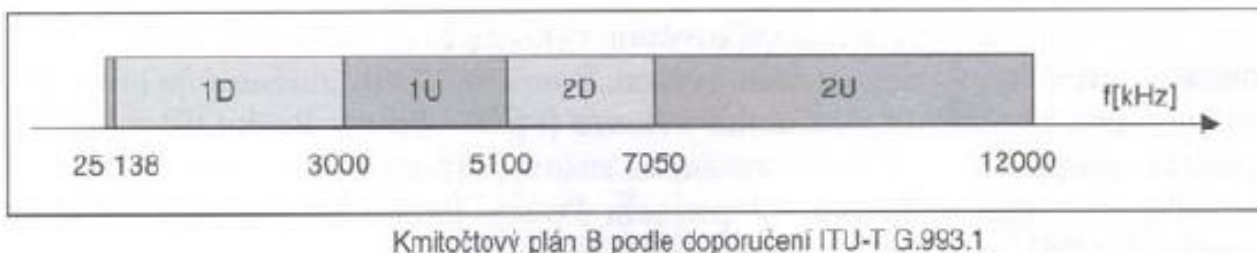
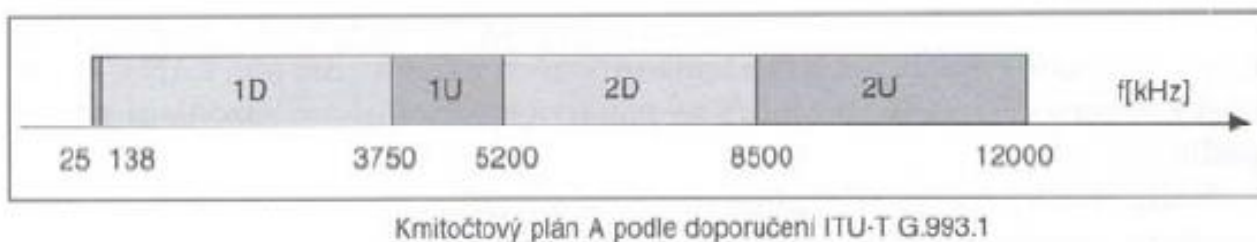
MCM – modulace s více nosnými (jako ADSL)

- Subkanál o šířce 4,3125 kHz
- Počet subkanálů – až 4096
- Modulační rychlost – 4 kBd
- Počet bitů na nosnou – 8-15 bit

SCM - modulace s jednou nosnou

- Jedna nosná v jednom přenosovém pásmu
- Počet bitů na nosnou – 2-10 bitů (1024-QAM)

Dva kmitočtové plány:



VDSL organizace rámce

Rámec obsahuje dva subrámce – prokládaný a neprokládaný.

Má délku 405B – 5B záhlaví (2B rámcový souběh, 3B služební) + 400B data

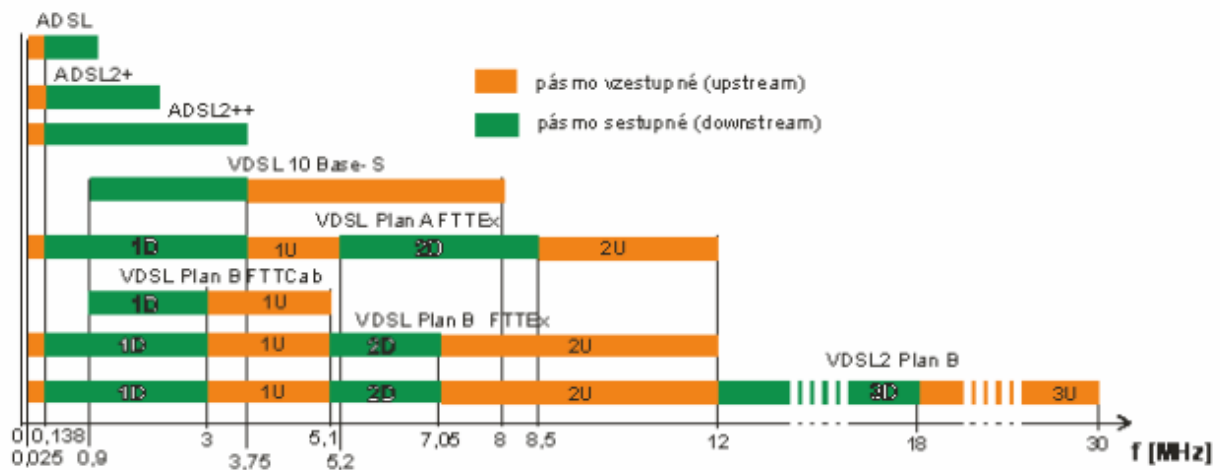
VDSL – přenosová pásma

třída provozu	S1, S2	S3, S4, S5	A1, A2	A3, A4
typ přenosu	symetrický	symetrický	asymetrický	asymetrický
použitá pásma	1D, 1U, 2U	1D, 2D, 1U, 2U	1D, 1U	1D, 2D, 1U

Lze je kombinovat

třída provozu	vzestupně [kbit/s]	sestupně [kbit/s]	předpokládaná překlenutelná vzdálenost [m]
A4	4096	23168	300
A3	3072	14464	1300
A2	2048	8576	1500
A1	2048	6400	1600
S5	28288	28288	100
S4	23168	23168	200
S3	14464	14464	500
S2	8576	8576	1000
S1	6400	6400	1200

VDSL – vývoj



Pozn.:

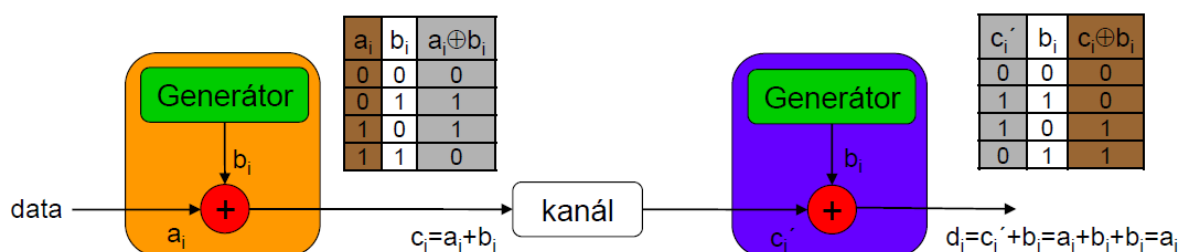
Skramblování

- Skrambler (deskrambler)

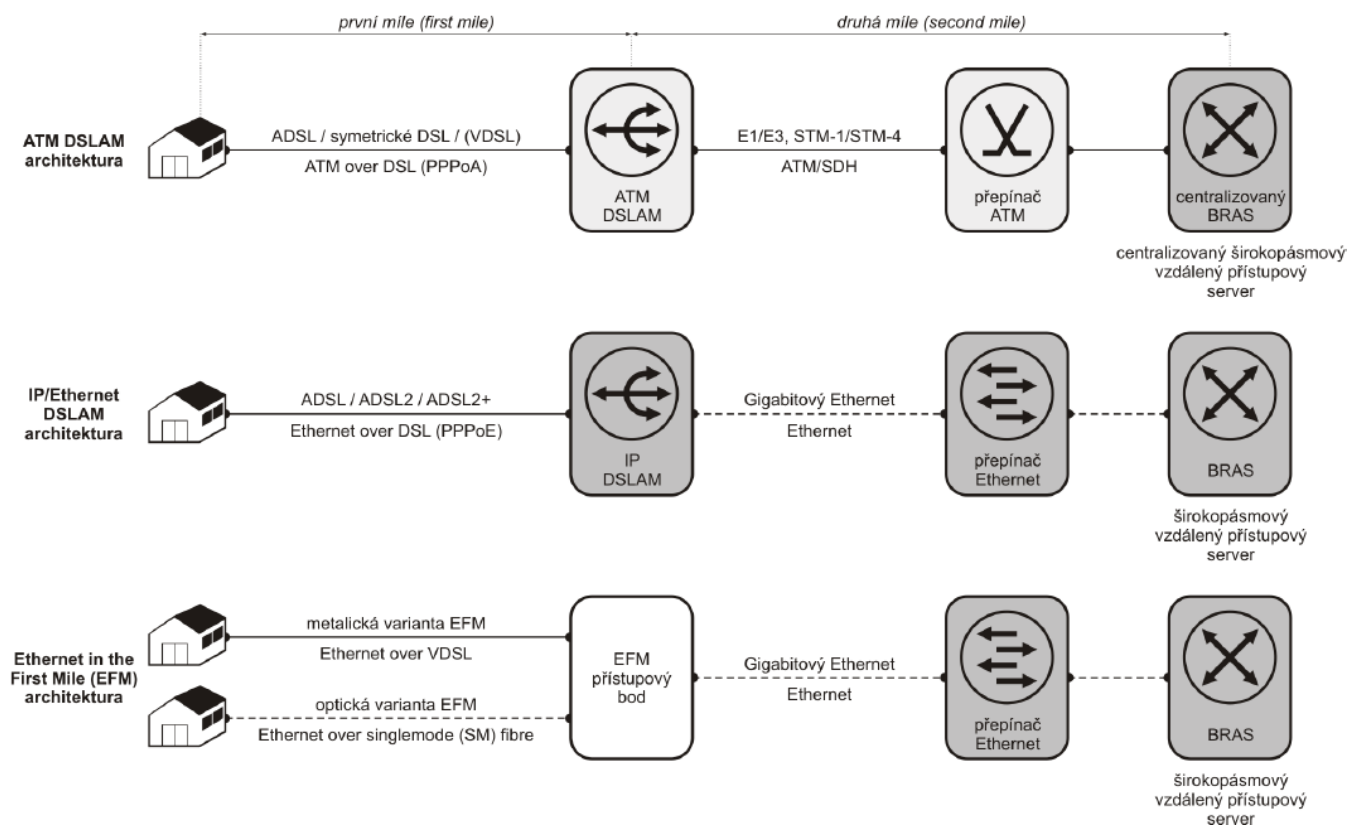
- Operace XOR a
- Posuvný registr
- Cíl

➤Zajistit nezávislost posloupnosti výstup. dat (na vedení) a vstup. dat (transformace vstup. sekvence na pseudonáhodnou výstup. sekvenci)

Skramblováním se odstraňují dlouhé sekvence stejných symbolů, které mohou vést k existenci stejnos. složky v přenosovém spektru (nežádoucí).



Vývoj od DSL k Ethernetu



Pozn.: EFM Ethernet First Mile - IEEE 802.3 ah 2004

Limit xDSL – srovnání s FTTX

