X36MTI

CATV a Internet

Vít Mach-Žižka

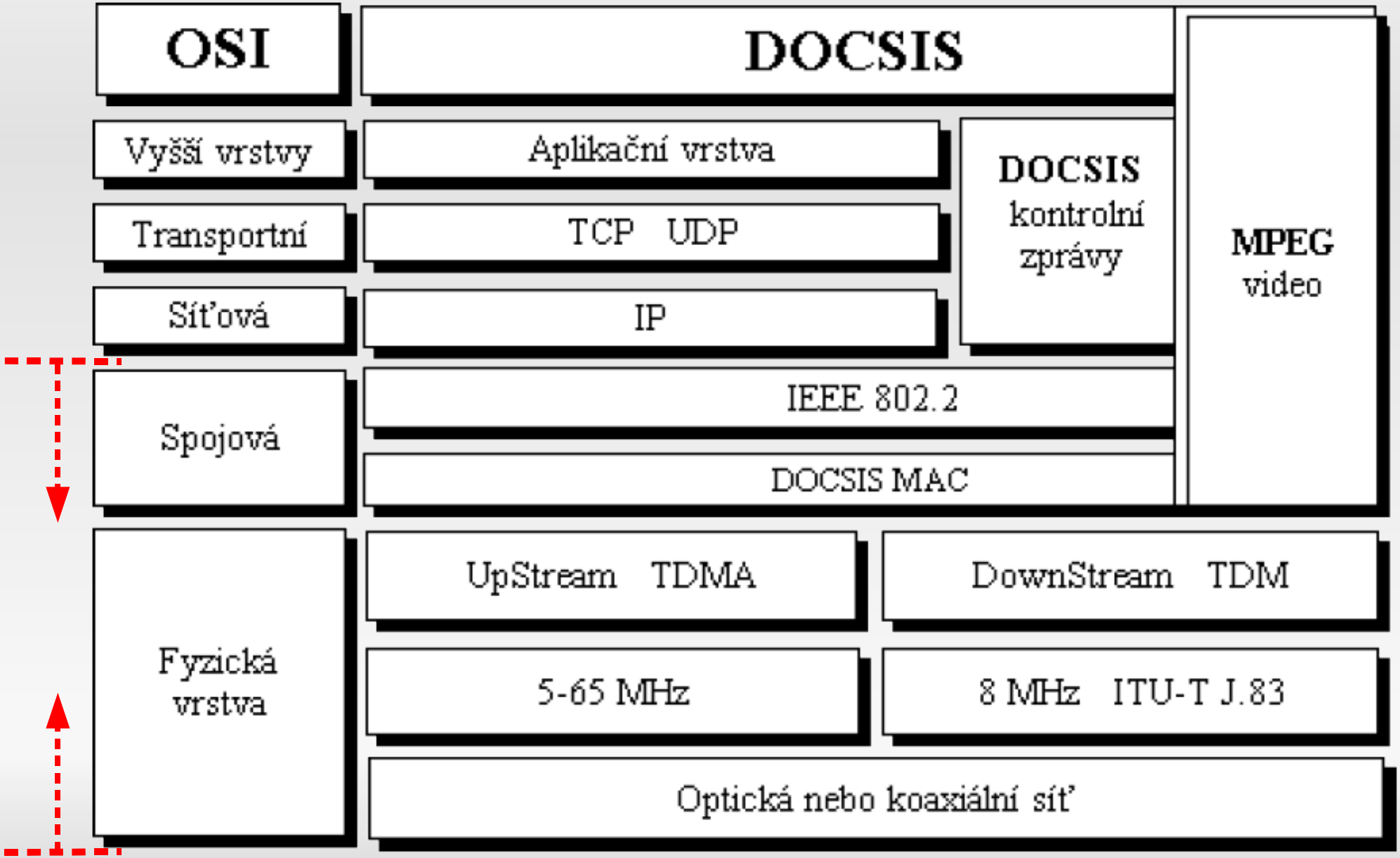
Úvod (proč?)

- s rychlým rozvojem internetu přichází myšlenka o využití rozvodů kabelové televize i k jiným účelům než jenom k distribuci TV kanálů
- kabelové společnosti mohou jednoduše více zúročit své nemalé investice do vybudované infrastruktury

Cíle (co?)

- z hlediska modelu OSI máme částečně vybudovanou infrastrukturu (fyzická vrstva) a IP protokol (od síťové výš) => potřebujeme vytvořit spojovou vrstvu a přizpůsobit existující fyzickou
- snaha, aby se spojová vrstva chovala vůči síťové vrstvě (tj. IP) podobně jako Ethernet, který byl v mnoha ohledech inspirací (obdobný sytém MAC adres použitý ve standardu DOCSIS)

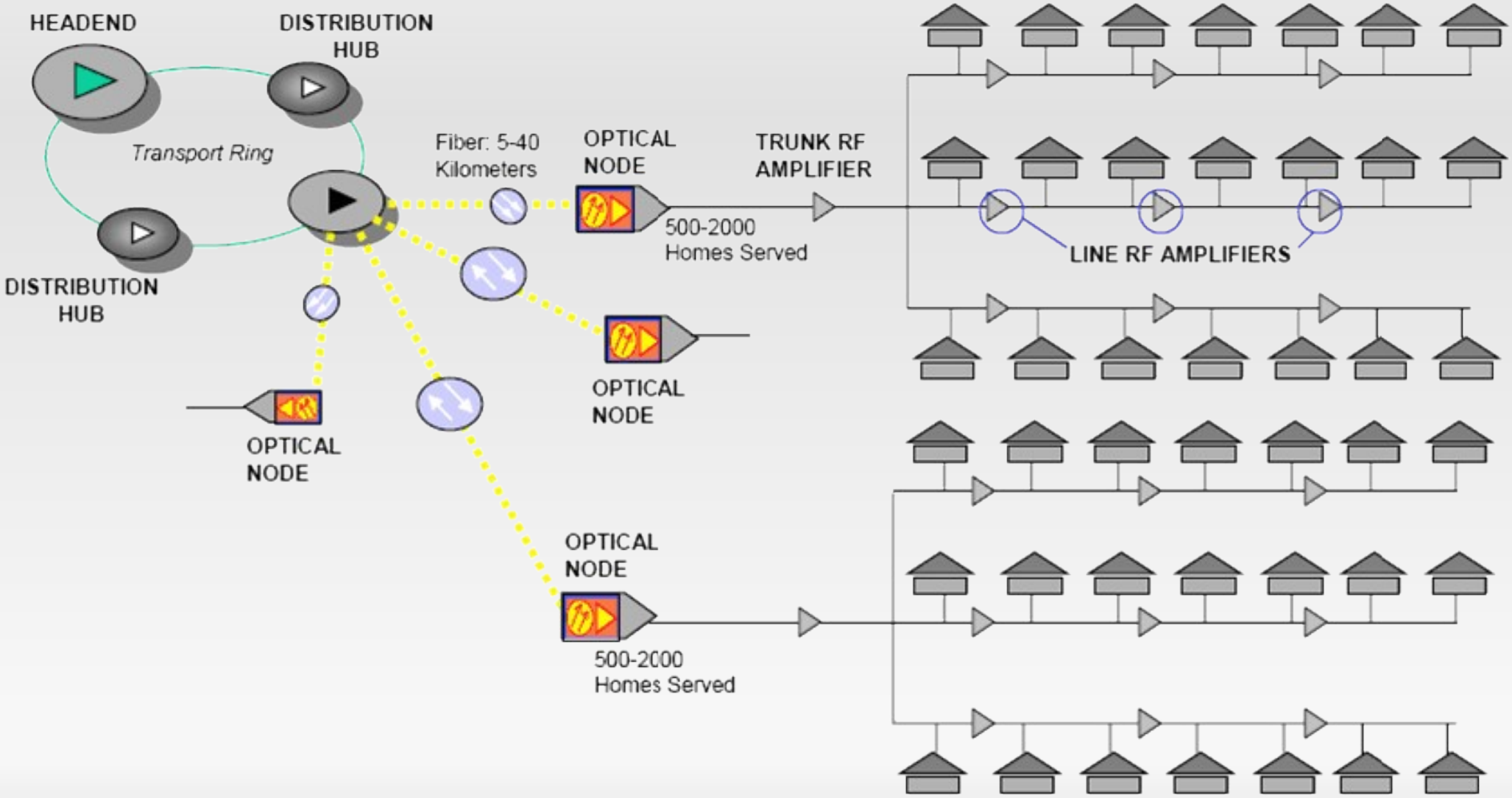
Cíle (co?)


OSI
DOCSIS
Vyšší vrstvy
Aplikační vrstva
DOCSIS
kontrolní
zprávy
MPEG
video
Transportní
TCP UDP
Síťová
IP
Spojová
IEEE 802.2
DOCSIS MAC
Fyzická
vrstva
UpStream TDMA
DownStream TDM
5-65 MHz
8 MHz ITU-T J.83
Optická nebo koaxiální síť

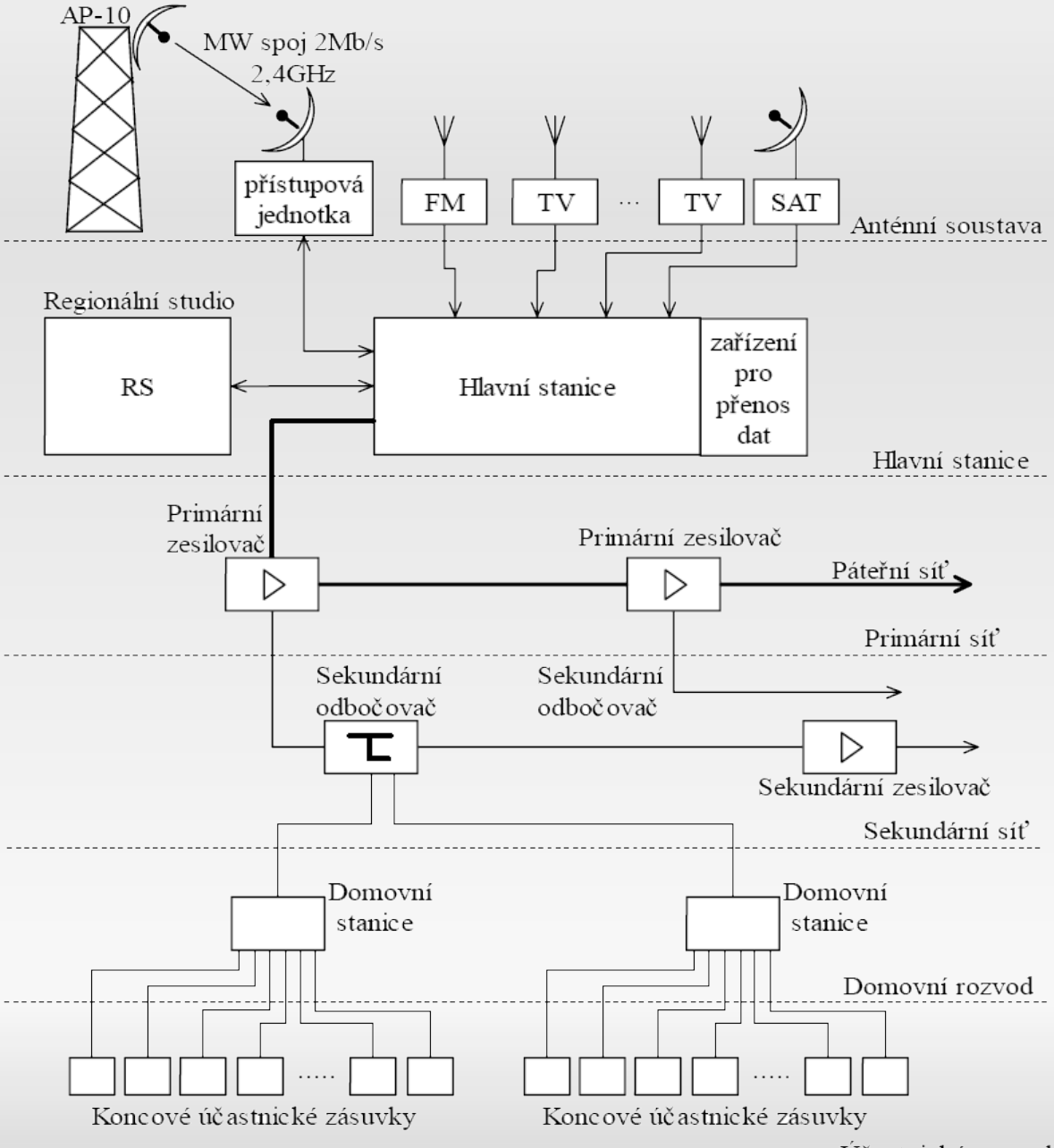
Základní princip (jak?)

- sítí kabelové televize jsou data přenášena analogově, každý TV kanál má vyhrazené určité kmitočtové pásmo
- digitální signál Internetu se ve vysílači (CMTS) převede na analogový a vysílá se ve vyhrazeném pásmu podobně jako TV kanál
- na straně uživatele se zase oddělí a převede zpět na digitální (modem)

Architektura (1)

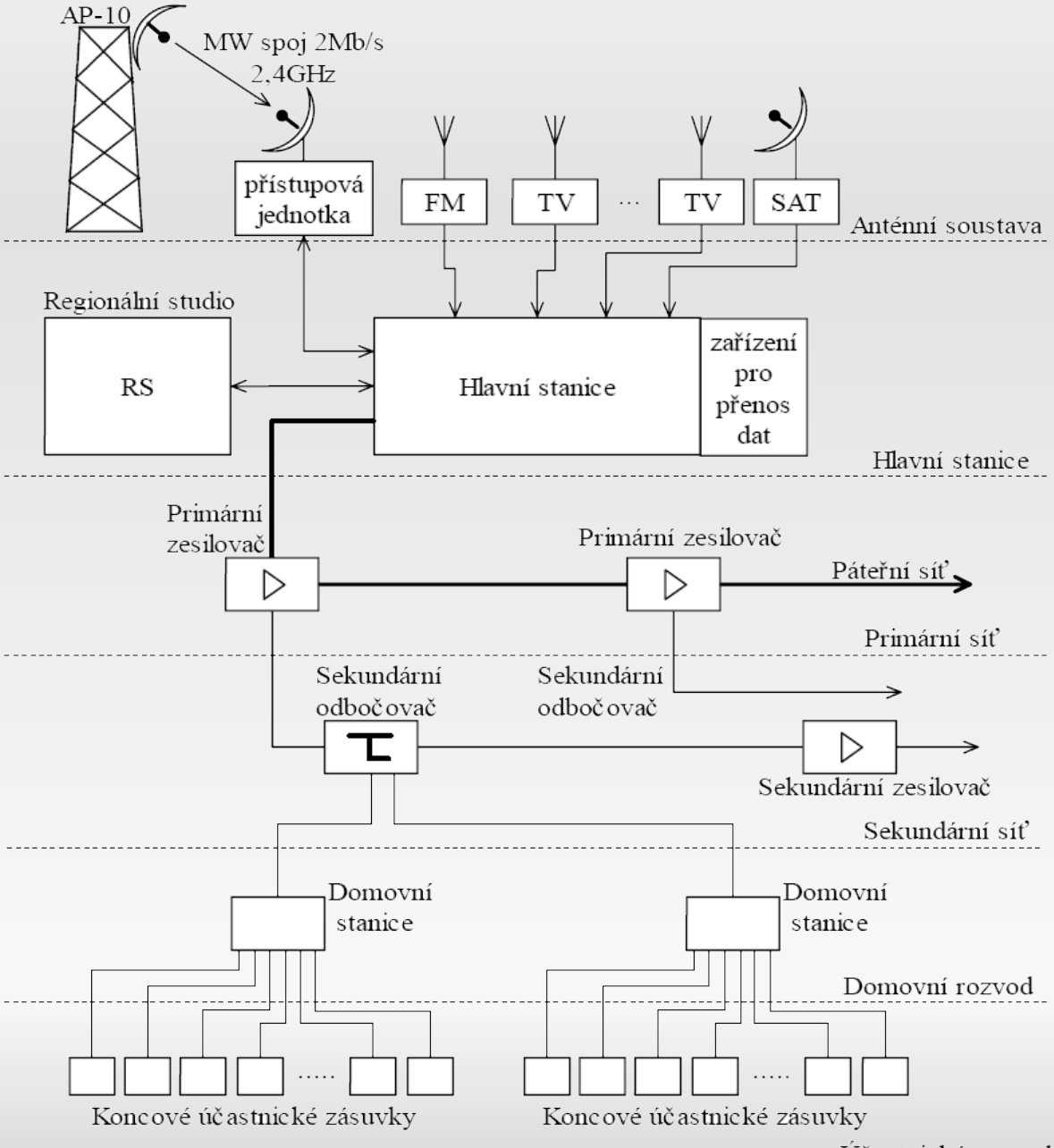


Architektura (2)



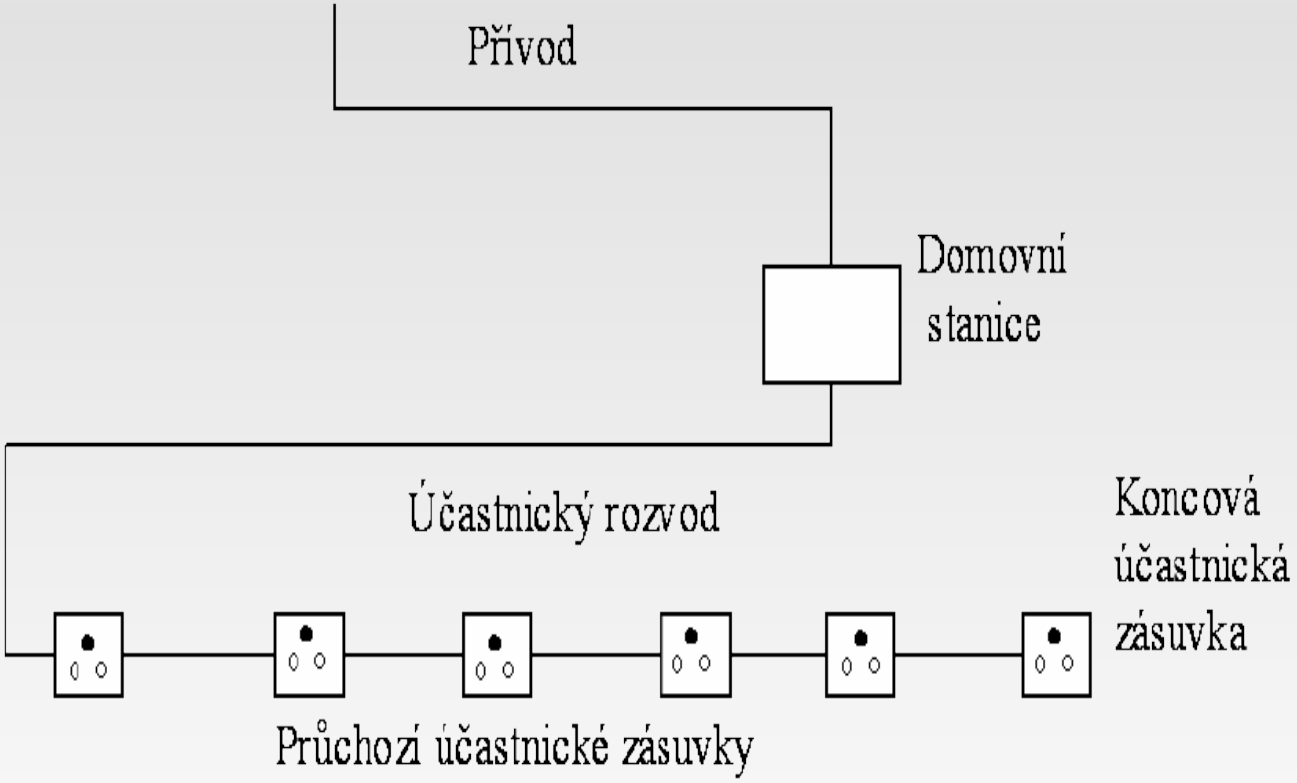
- anténní soustava
  - paraboly, antény
- primární síť
  - optická
- domovní rozvod
  - zvlášť ke každému uživateli
  - obsahuje filtry pro programové nabídky

Architektura (3)



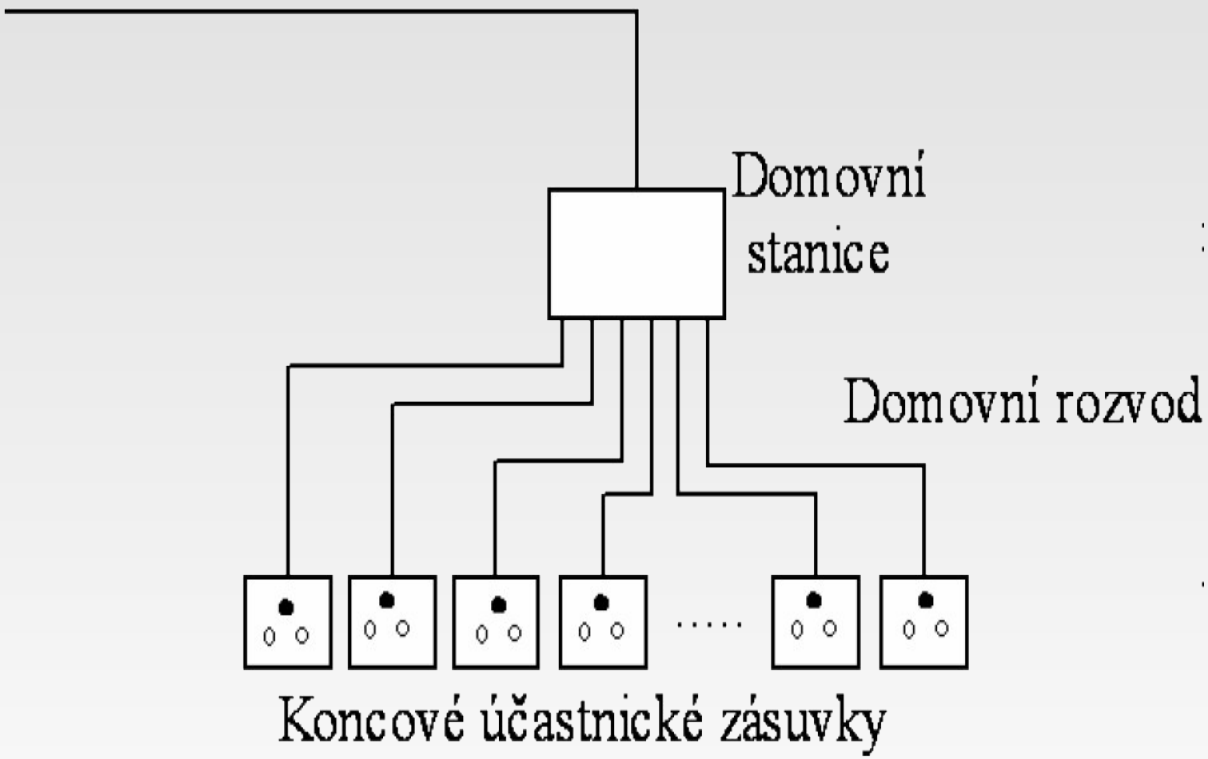
- dělení architektury
  - podle použití sítě
    - jednosměrné (distribuční)
    - obousměrné
  - podle topologie
    - sběrnicová
    - hvězdicová

Architektura (4)



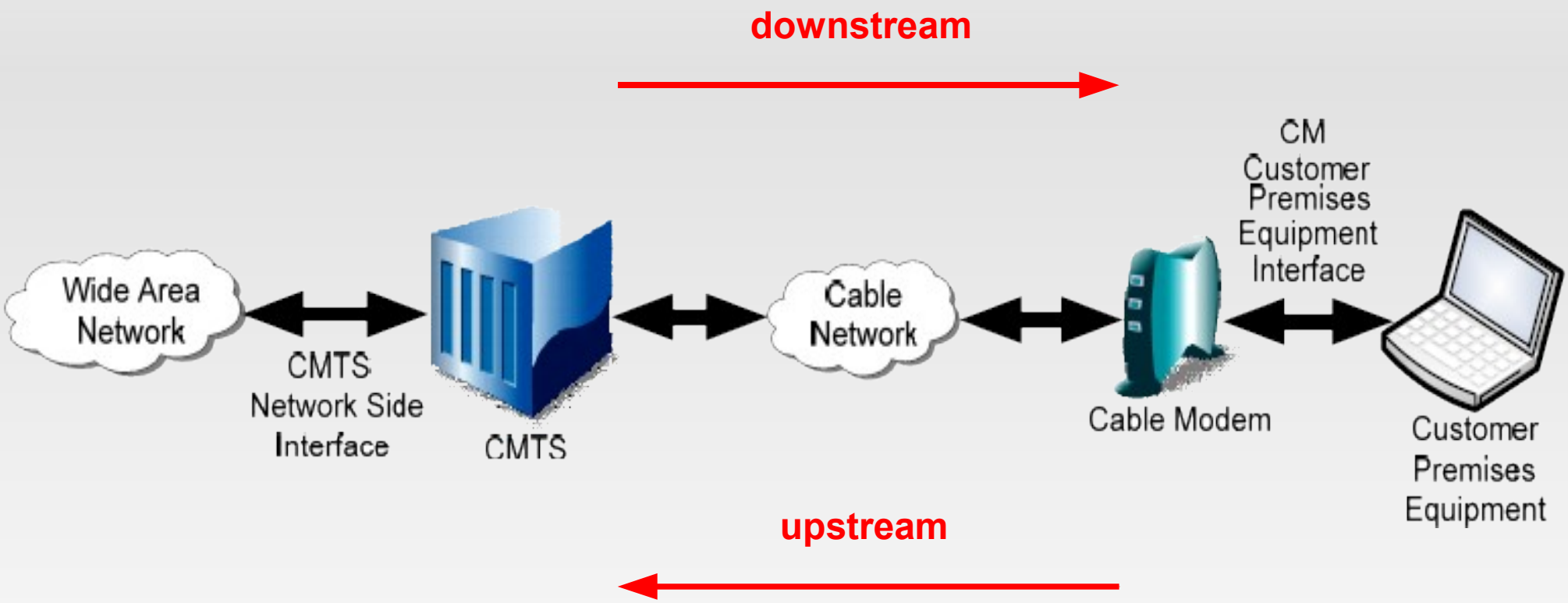
- sběrnicová síť
  - nepoužívá se :-)
  - jednoduchá výstavba a reonstrukce
  - na všech zásuvkách totéž, nelze odpojit konkrétního uživatele

Architektura (5)

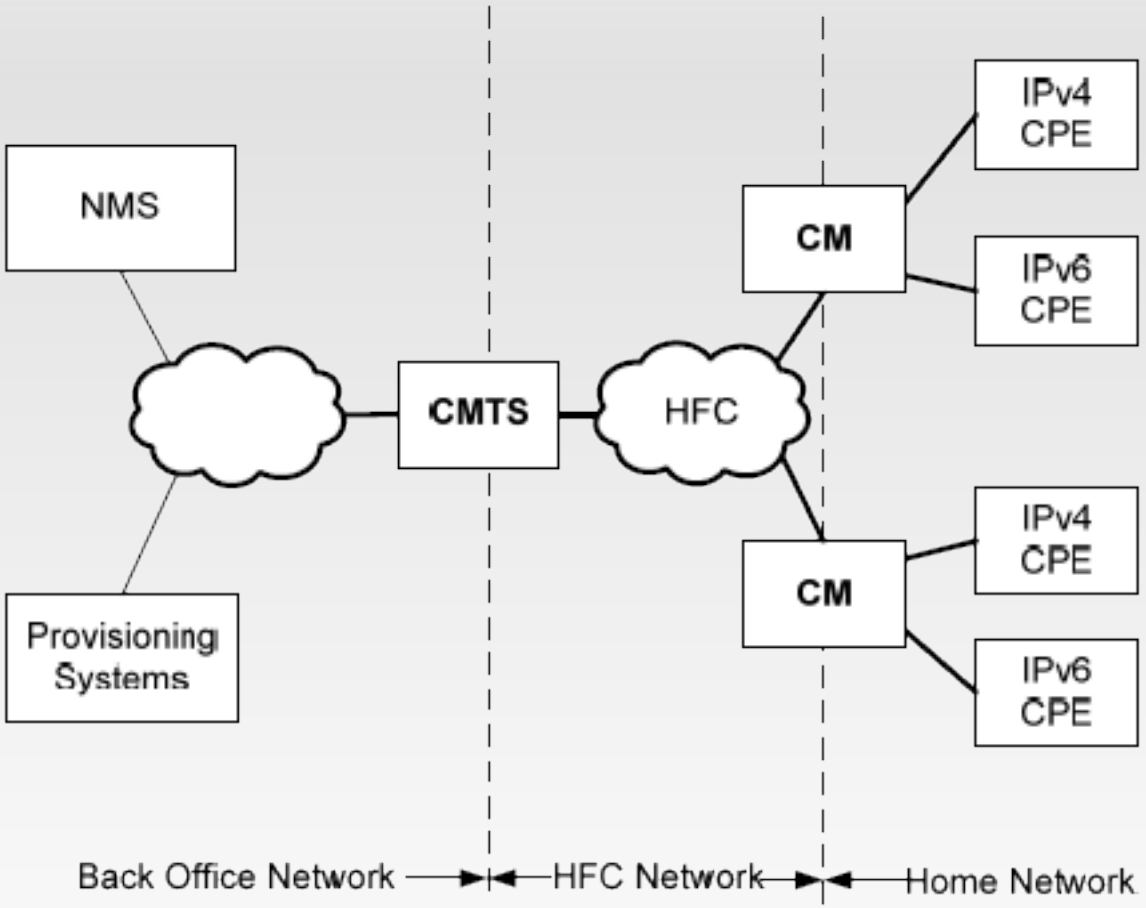


- hvězda
  - používá se
  - lze odpojit konkrétního uživatele
  - delší kabely
  - obtížnější realizace

Architektura (6)



Architektura (7)



CMTS

- CMTS - Cable Modem Terminal System
- je součástí hlavní stanice
- na spojové vrstvě
  - komunikuje se všemi a řídí všechny kabelové modemy
- na fyzické vrstvě
  - moduluje signál ze vstupního rozhraní ethernet na výstupní rozhraní do sítě CATV (downstream)
  - a demoduluje v opačném směru (upstream)

CMTS

- signál z CMTS se v hlavní stanici slučuje s TV kanály podle předem schváleného kmitočtového plánu
- k jeho řízení a správě se obvykle používá protokol SNMP

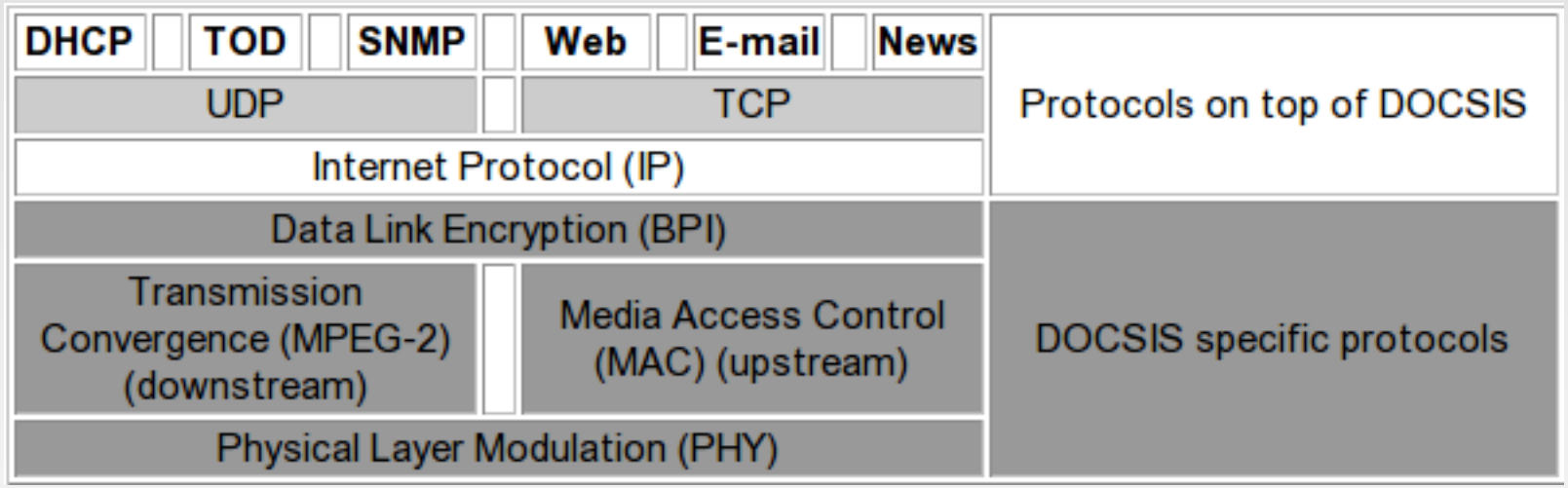
Modemy

- kabelové modemy mají při modulaci a demodulaci signálu přesně obrácenou úlohu než CMTS
- každé zařízení má z výroby určenou svou unikátní MAC adresu, podle které je identifikováno, neautorizovaná zařízení nemohou v síti pracovat
- jsou koncipovány tak, aby nevyžadovaly žádnou konfiguraci ze strany uživatele, veškeré potřebné parametry si automaticky stahují ze sítě

Standard pro komunikaci

- DOCSIS Data Over Cable Service Interface Specification, průmyslový standard, první verze v dubnu 1997
- DOCSIS definuje rozhraní pro komunikaci v kabelových sítích, tj. mezi CMTS a CMs
- v dnešní době dominuje

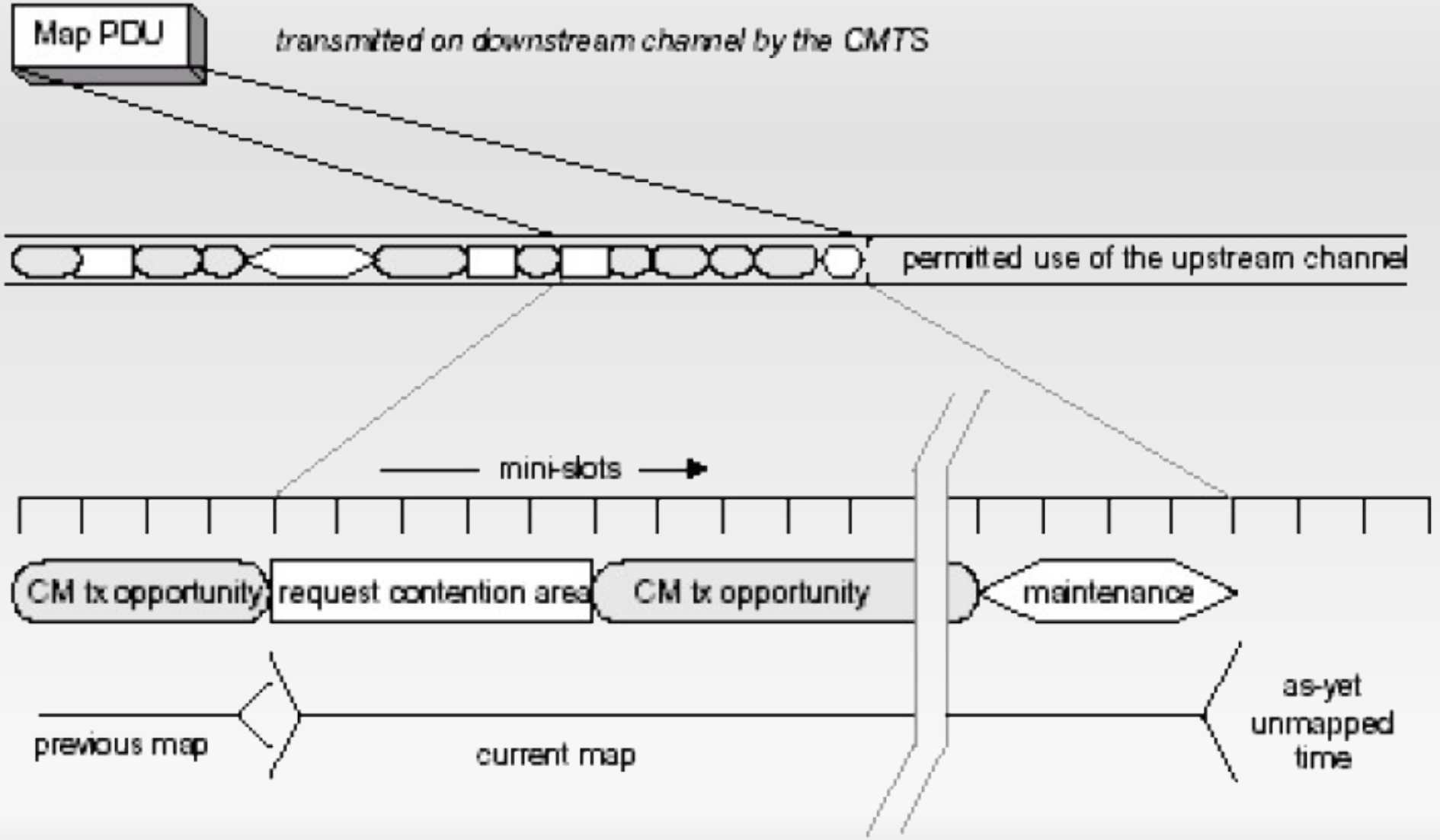
DOCSIS protokol stack



DOCSIS MAC upstream protocol

- do upstream kanálu může posílat data mnoho zařízení a je tedy důležité zajistit jeho sdílení
- sdílení upstream kanálu je založeno na principu časového multiplexu (nutná přesná časová synchronizace upstream kanálu mezi CMTS a CMs)
- upstream kanál je rozdělen do několika stejně velkých minislotů, které modemy využívají podle alokační mapy Map PDU, kterou rozesílá a na základě jejich modemů žádostí aktualizuje CMTS

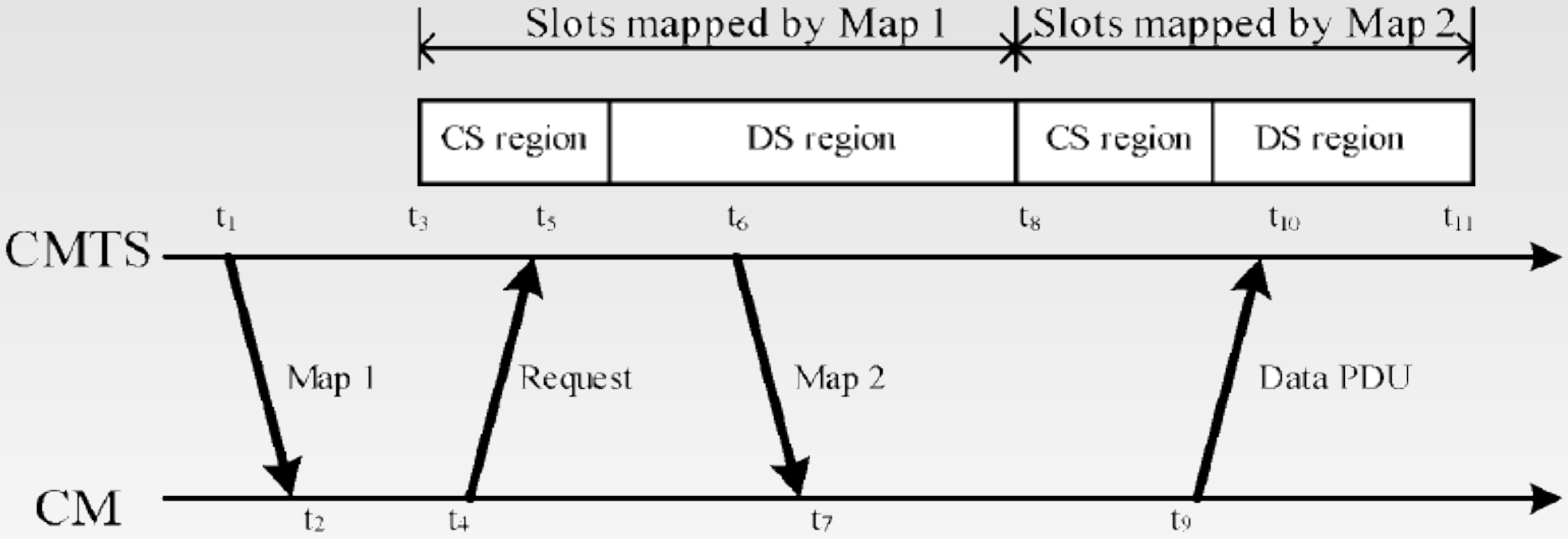
DOCSIS MAC upstream protocol, data flow



DOCSIS MAC upstream protocol

- minisloty můžeme podle obsahu dělit na contention sloty (CS) or data sloty (DS)
  - CS nesou žádosti modemů na přidělení pásma
  - DS nesou data

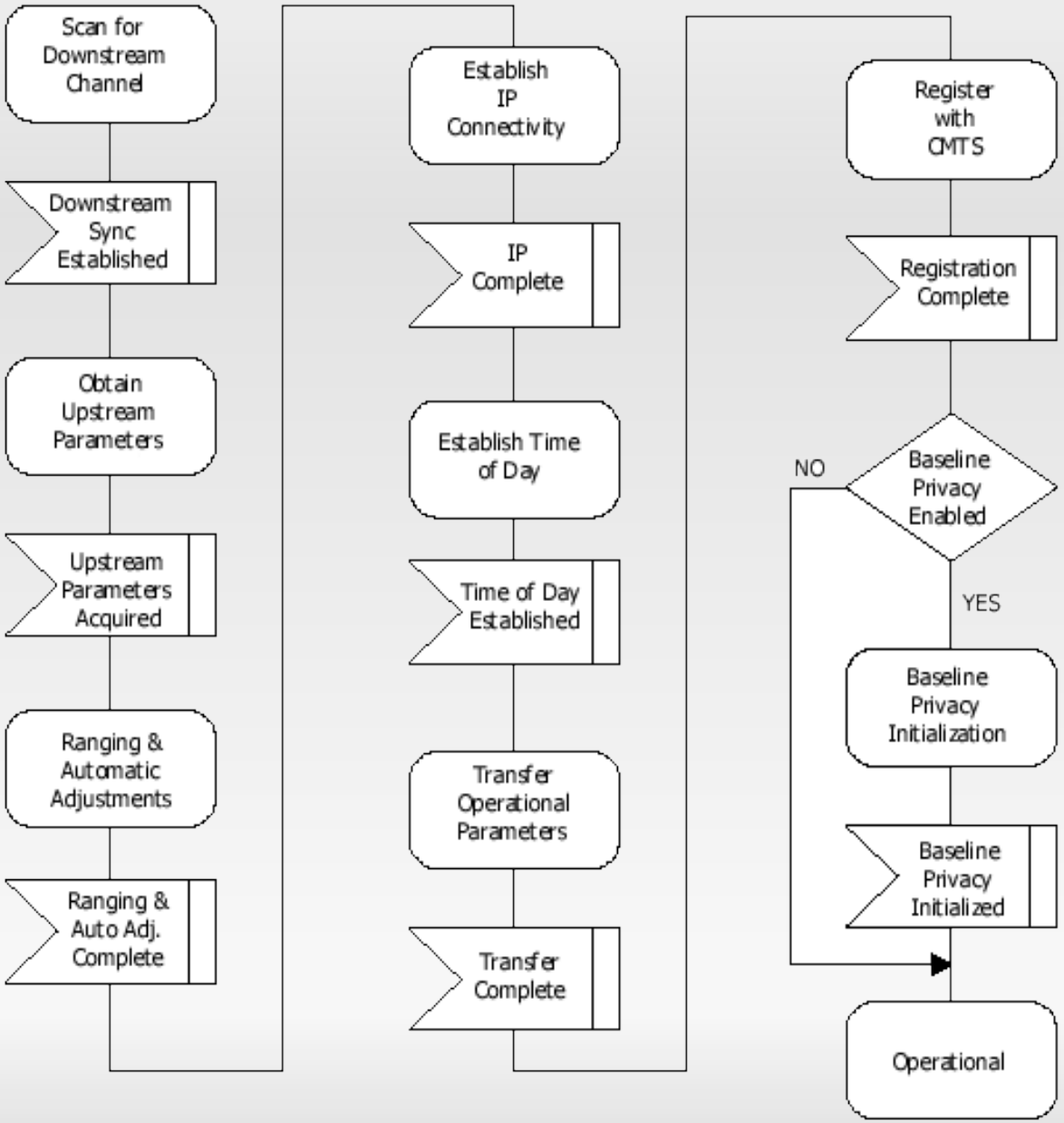
DOCSIS MAC upstream protocol, data flow



DOCSIS downstream protocol

- tvoří ho nepřetržitý tok PDU (Protocol Data Unit) paketů, přesněji pakety o pevné délce 188 bytů, které CMTS posílá do sítě, v záhlaví těchto paketů (4 byte) je specifikován typ dat, která se přenášejí
- CMTS periodicky posílá kromě samotných dat do downstream kanálu také služební pakety, jež slouží k navazování a řízení spojení, jedním z takovýchto paketů je UCD (Upstream Channel Descriptor), ze kterého si modem zjistí pro něj potřebné údaje pro navázání spojení v upstream kanálu.
- CMTS dále pravidelně posílá do downstream kanálu alokační mapu (MAP), která přikazuje všem modemům, jak mají používat minisloty v upstream kanálu

DOCSIS Navazování spojení

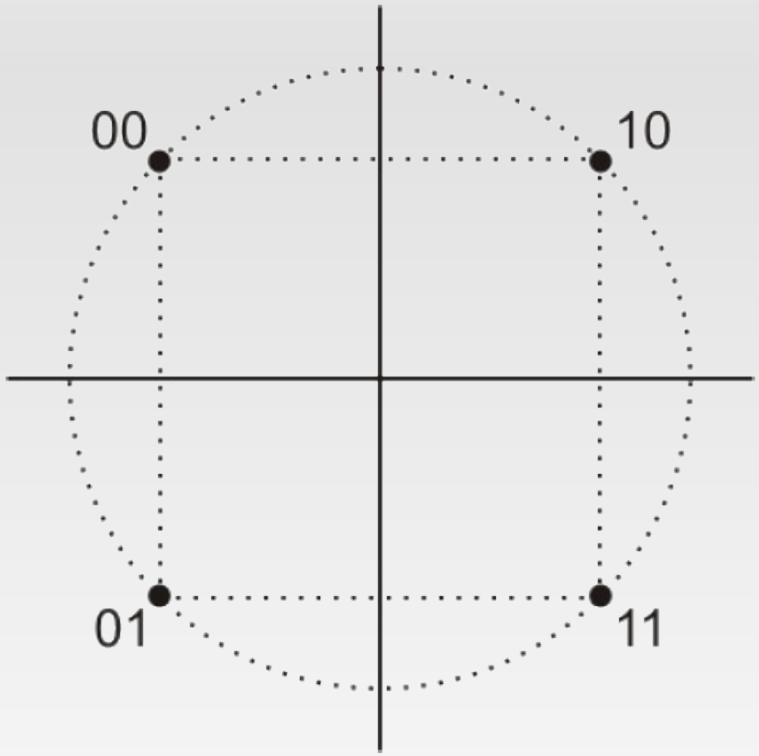


- proces inicializace pro single cable modem
- CMTS periodicky posílá do dopředného kanálu také služební pakety, jež slouží k navazování a řízení spojení
  - hledání downstream kanálu
  - přijmutí parametrů pro upstream kanál
  - automatická nastavení
  - vytvoření IP spojení
  - ...

DOCSIS Modulace

- několik typů modulací, nejpoužívanější je QAM (kvadraturní amplitudová modulace) a QPSK (kvadraturní klíčování fázovým posuvem)
- vysílací frekvence kabelových modemů je možno nastavit v krocích po 250kHz v rozmezí 5MHz až 42MHz (upstream) a přijímací frekvence v rozsahu 54MHz až 750 MHz (downstream) v krocích po 250kHz, šířka přenosového kanálu v dopředném směru je 6 MHz, tedy stejně jako je šířka jednoho TV kanálu

DOCSIS Modulace QAM



- QAM
  - modulace na jednu nosnou vlnu
  - kombinace amplitudového a fázového klíčování tzn. ovlivňování amplitudy a fáze nosné vlny diskrétním signálem
  - př. 4-QAM

DOCSIS verze

- DOCSIS 1.0
  - dopředný kanál má šířku 6 MHz, což odpovídá jednomu televiznímu kanálu
  - rychlost dopředného kanálu závisí na šířce pásma a typu použité modulace, nejvíce používané varianty jsou 64-QAM s maximální rychlostí 27,9 Mbit/s nebo 256-QAM s rychlostí 39,4 Mbit/s
  - zpětný kanál leží v rozsahu frekvencí 5 až 42 MHz a pro jeho sdílení je použito časového multiplexu (TDMA – Time division multiple acess), přičemž použitá šířka pásma může být 200, 400, 800, 1600 nebo 3200 kHz.

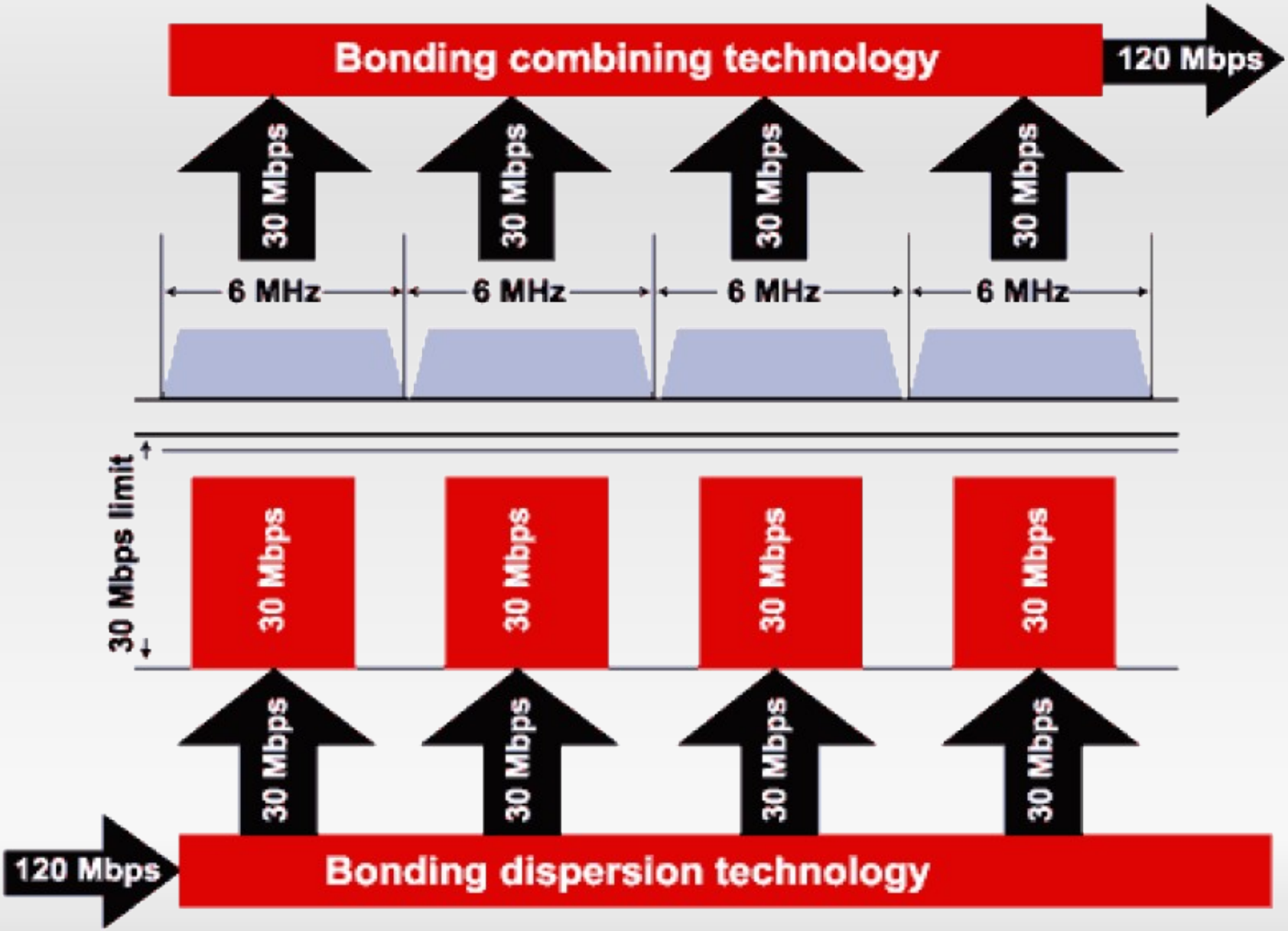
DOCSIS verze

- DOCSIS 2.0
  - tento standard je plně kompatibilní s předchozími verzemi a po certifikaci v lednu 2003 dostal označení Q1 2002/Q4 2003, má především vylepšen zpětný kanál, který je díky vhodný pro multimediální aplikace.
  - používá ve zpětném kanálu pásma široká 200, 400, 800, 1600, 3200, 6400 kHz a použité modulace jsou QPSK, 8-QAM, 16-QAM, 32-QAM, 64-QAM

DOCSIS verze

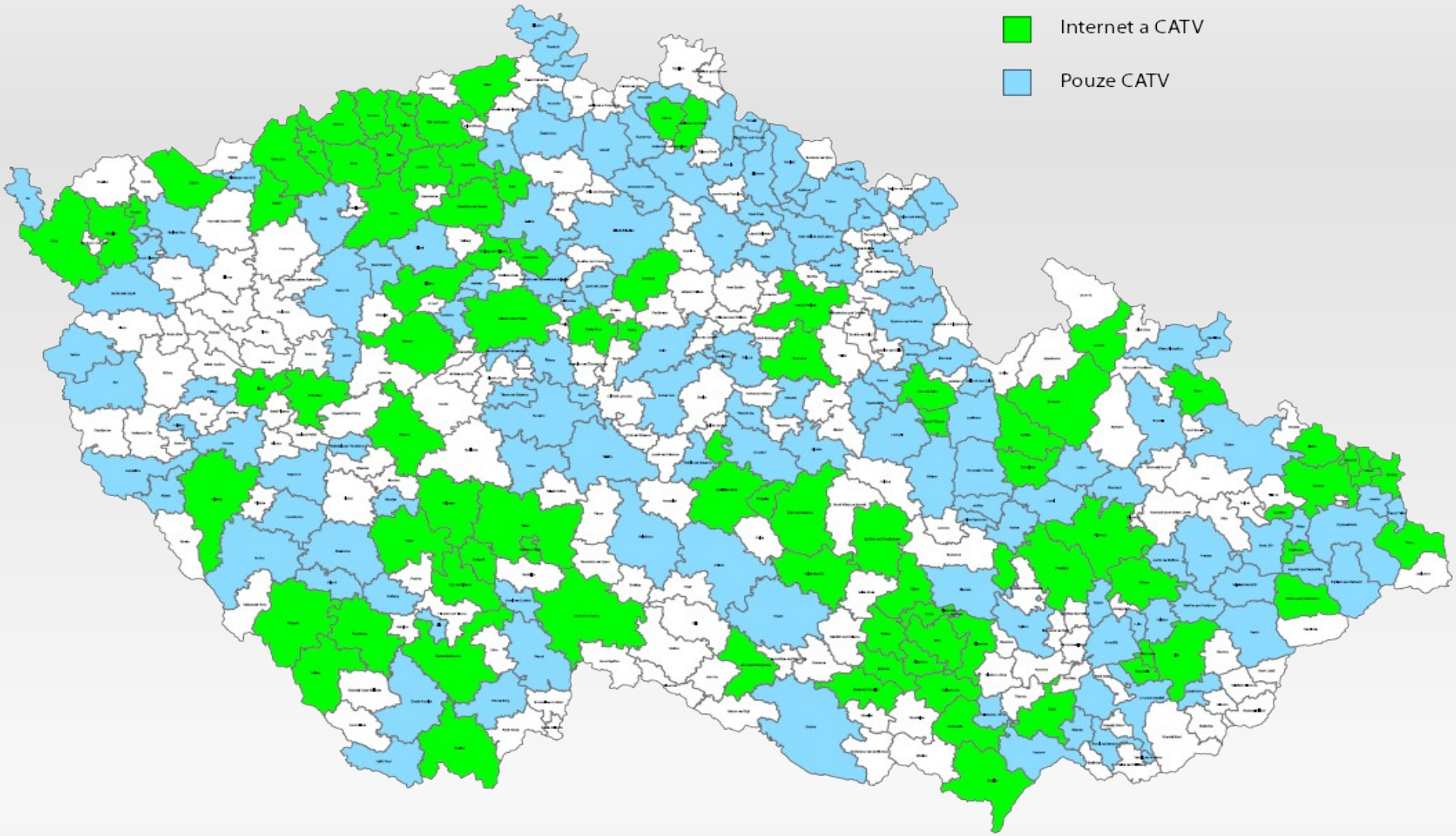
- DOCSIS 3.0
  - standard schválený v druhé polovině roku 2006, umožňuje sloučit přenosovou kapacitu více kanálů do jednoho virtuálního
  - výše uvedený způsob je výhodný především v tom, že nevyžaduje žádné velké zásahy do infrastruktury CATV sítě, operátor musí pouze instalovat nové aktivní prvky CMTS
  - ve výsledku DOCSIS 3.0 nabídne nabídne uživatelům maximální (sdílenou) přenosovou rychlost 160 Mbps pro downstream a až 120 Mbps pro upstream

DOCSIS verze



Pokrytí ČR

Mapa pokrytí prostřednictvím CATV (červen 2006)



Obrázek B.2 Mapa pokrytí OPOU technologií HFC/kabelové modemy

Závěr

- děkuji za pozornost

Zdroje

- Access server http://access.feld.cvut.cz
- ISDN server http://www.isdn.cz/
- Wikipedia http://ww.wikipedia.org
- Karneval http://www.karneval.cz
- UPC http://www.upc.cz
- NIX http://www.nix.cz