

Riadenie prevádzky a pret'aženia v ATM sieťach

Riadenie zaťaženia - manažment prevádzky

- nevyhnutná súčasť ATM siete,
- nárazový charakter prevádzky,
- štatistické multiplexovanie,
- rezervovanie šírky pren. pásma na základe strednej hodnoty,
- kritický bod: špičková hodnota rýchlosti,
- proces počas zaťaženia linky musí byť riadený, pretože nie všetky signály sú rovnako citlivé na stratu buniek a oneskorenie,

Riadenie zaťaženia - manažment prevádzky

| Služba | CLR (<i>Cell Loss Ratio</i>) |
|--------------------|--------------------------------|
| Prenos hlasu | 10^{-3} |
| High Quality Voice | $8 \cdot 10^{-6}$ |
| hi-fi stereo | 10^{-7} |
| Prenos súborov | $5 \cdot 10^{-4}$ |
| Real Time Video | $5 \cdot 10^{-6}$ |
| Videokonferencia | $5 \cdot 10^{-6}$ |
| High Definition TV | 10^{-8} |

požiadavky služieb
na parameter CLR

požiadavky služieb
na šírku prenosového
pásma

| Služba | Požadovaná šírka pásma |
|---------------------------------|------------------------|
| High Definition TV | až 600 Mbit/s |
| Komprimované High Definition TV | 28 Mbit/s |
| Komprimované Real Time Video | 2 Mbit/s |
| Komprimované hi-fi stereo | 128 kbit/s |
| Prenos hlasu | 64 kbit/s |
| Komprimovaný prenos hlasu | 4.8 kbit/s |

Kvalita služby - QoS

- asynchrónny prenosový mód je jedna z najvhodnejších alternatív na vybudovanie konvergovanej siete,
- podpora širokého spektra služieb a aplikácií s odlišnými charakteristikami a požiadavkami na QoS,
- na pôde *ITU-T* a *ATM Forum* boli špecifikované **prevádzkové parametre, kategórie ATM služieb a QoS parametre.**

Kvalita služby - prevádzkové parametre

Prevádzkové parametre

- popisujú správanie sa signálu (hlas, dáta, video).

Špičková prenosová rýchlosť - **PCR** (Peak Cell Rate)

-

Priemerná rýchlosť buniek - **SCR** (Sustainable Cell Rate)

-

Maximálna veľkosť zhluku - **MBS** (Maximum Burst Size)

-

Kvalita služby - prevádzkové parametre

Minimálna rýchlosť buniek - MCR (Minimum Cell Rate)

-
-
-

Zmena oneskorenia príchodu buniek - CDV

(Cell Delay Variation)

- odchýlka príchodu buniek od referenčných hodnôt príchodov buniek.

$$CDV = \max(CTD) - \min(CTD)$$

Kvalita služby - prevádzkové parametre

Tolerancia zmeny oneskorenia príchodu buniek - **CDVT**

(Cell Delay Variation Tolerance)

- reprezentuje ohraničenie pre odchýlky akceptovateľného oneskorenia od referenčných hodnôt príchodov buniek,
- veľké hodnota CDVT negatívne ovplyvňuje TCP priepustnosť a SAR (segmentovanie a obnovenie buniek).

Kvalita služby - prevádzkové parametre

Tolerancia veľkosti zhuku - **BT** (Burst Tolerance)

- charakterizuje interval medzi dvoma po sebe nasledujúcimi zhukmi, počas ktorých sú bunky vysielané prenosovou rýchlosťou PCR,
- parameter MBS súvisí s parametrom BT.

$$BT = (MBS - 1) * ((1/SCR) - (1/PCR))$$

$$MBS = 1 + \left[\frac{BT * PCR * SCR}{PCR - SCR} \right]$$

Kategórie služieb

- definované na základe prevádzkových parametrov.

Služba s konštantnou bitovou rýchlosťou - CBR (Constant Bit Rate)

-

- pre aplikácie v reálnom čase,

- minimálne zmeny CDV a zlepšuje TCP priepustnosť.

Služba s premenlivou prenosovou rýchlosťou v reálnom čase

rt-VBR (real time Variable Bit Rate)

Kategórie služieb

Služba s premenlivou prenosovou rýchlosťou bez potreby prenosu v reálnom čase - nrt-VBR
(non-real time Variable Bit Rate)

Služba s dostupnou bitovou rýchlosťou - ABR (Available Bit Rate)

- určená pre dátové prenosy,

-

- parametre ABR služby:

ACR (Allowed Cell Rate) [bunky/s],

AIR (Additive Increase Rate).

Kategórie služieb

Služba s nešpecifikovanou bitovou rýchlosťou - **UBR**

(Unspecified Bit Rate)

- pre aplikácie bez časovej transparentnosti a garancie QoS
(*Best-effort* služba).

Služba garantovanej rýchlosti rámcov - **GFR**

(Guaranteed Frame Rate)

- garantuje MCR za predpokladu dodržania maximálnej veľkosti rámca
(MFS) a MBS.

QoS parametre

QoS parametre

- prevádzkové parametre, ktoré sa stanú súčasťou prevádzkového kontraktu, alebo slúžia na vyhodnotenie zabezpečenia QoS.
- a) QoS parametre, ktoré sú predmetom dohadovania medzi sieťou a koncovým zariadením počas vytvárania spojenia
 - **Oneskorenie prenosu buniek - CTD** (Cell Transfer Delay)
 - **Maximálne prenosové oneskorenie buniek - MaxCTD** (Maximum Cell Transfer Delay)
 - najvyššie prípustné oneskorenie pre prenos bunky,

QoS parametre

- **Pomer stratených buniek - CLR** (Cell Loss Ratio)
 -
- **Zmeny oneskorenia buniek - CDV** (Peak-to-peak Cell Delay Variation)
 - množstvo oneskorenia medzi pevným oneskorením a MaxCTD.
- b) QoS parametre, ktoré nie sú predmetom dohadovania medzi sieťou a koncovým zariadením
 - **Pomer chybných buniek - CER** (Cell Error Ratio)
 - pomer celkového počtu chybných buniek k počtu všetkých úspešne prenesených a chybných buniek v sledovanom časovom úseku.

QoS parametre

- **Rýchlosť zle vložených buniek - CMR** (Cell Misinserted Rate)
 - počet zle vložených buniek počas definovaného časového intervalu.

d'alšie QoS parametre týkajúce sa **blokov buniek**:

- **Rýchlosť chybných blokov buniek - ECBR** (Errored Cell Block Rate)
$$ECBR = N/T_{ECBR}$$
- **Maximálny počet chybných blokov buniek - MECBC** (Maximum Errored Cell Block Count)
 - maximálny počet chybných blokov buniek definovanej dĺžky v ľubovoľnom časovom intervale.

QoS parametre

Závažne chybný blok buniek - **SECB**

- Pomer závažne chybných blokov buniek - **SECBR**
(Severly Errored Cell Block Ratio)

$$\text{SECBR} = N/T_{\text{ECBR}}$$

$\text{SECBR} = \text{SECB} / \text{celkový počet blokov buniek v sledovanom úseku}$

ATM a vyrovnávacie pamäte

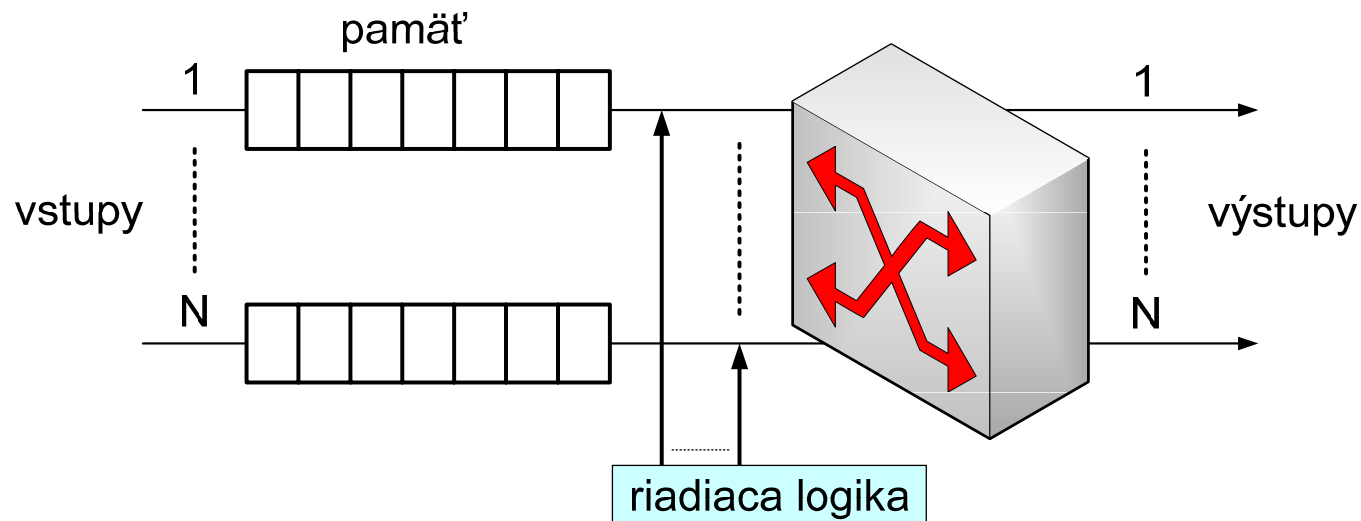
Radenie buniek na vstupe spojovacieho elementu

Radenie buniek na výstupe spojovacieho elementu

Radenie buniek v strede spojovacieho elementu

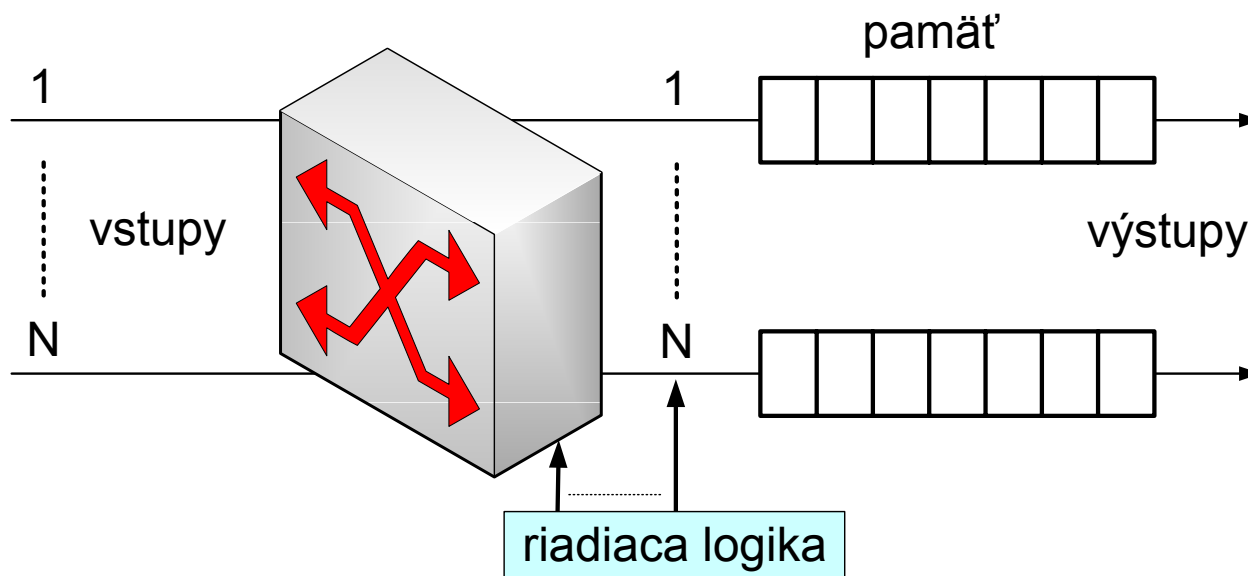
ATM a vyrovnávacie pamäte

Radenie buniek na vstupe spojovacieho elementu



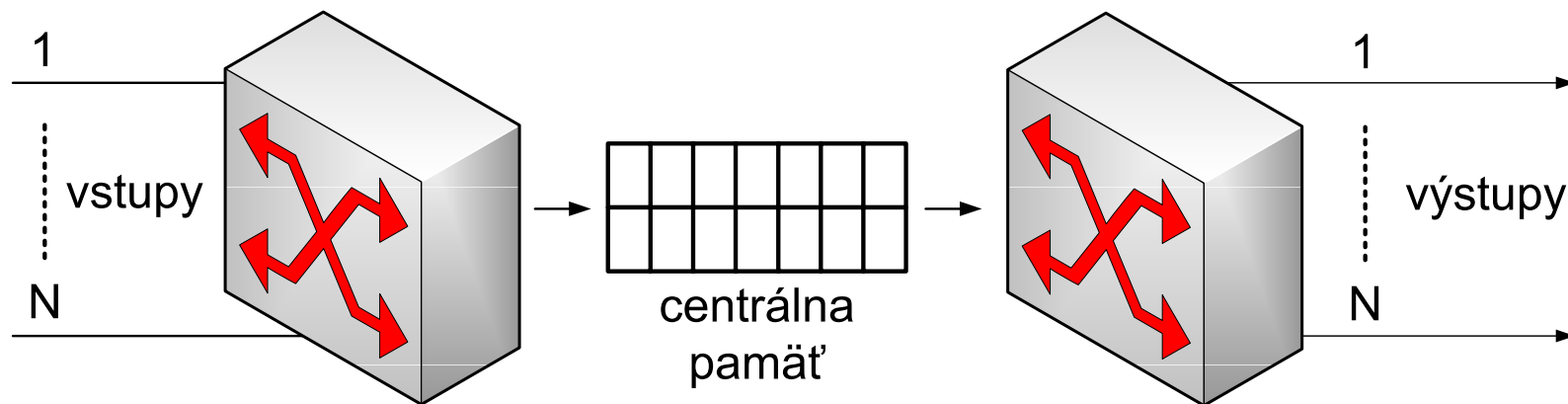
ATM a vyrovnávacie pamäte

Radenie buniek na výstupe spojovacieho elementu



ATM a vyrovnávacie pamäte

Radenie buniek v strede spojovacieho elementu



Manažment prevádzky a prevádzkový kontrakt

Manažment prevádzky

Ochrana siete a koncových zariadení pred zahltením tak, aby boli dosiahnuté výkonnostné parametre v sieti a bola zachovaná dohodnutá kvalita služieb.

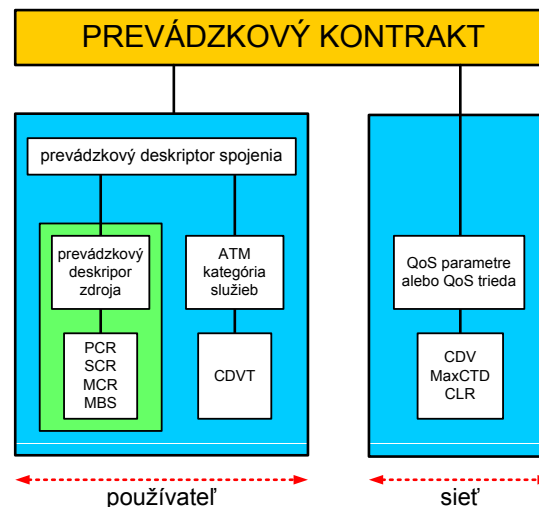
Úlohy ATM manažmentu prevádzky:

- určiť, či nové spojenie môže byť zriadené,
- dohoda s účastníkom siete na výkonnostných parametroch,
- udržiavanie hodnôt výkonnostných parametrov.

Manažment prevádzky a prevádzkový kontrakt

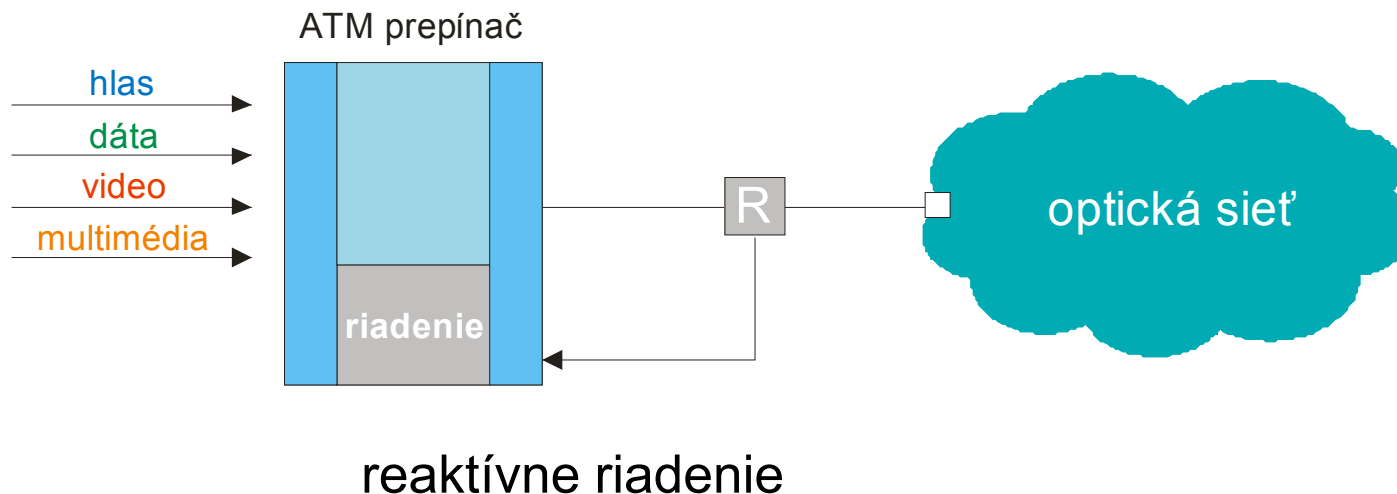
Prevádzkový kontrakt

-
- stanovia sa vlastnosti spojenia na UNI a NNI rozhraniach,
- sieť sa zaručí poskytovať prevádzku na dohodnutej úrovni a účastník súhlasí dodržiavať a neprekročiť dohodnuté výkonnostné parametre.

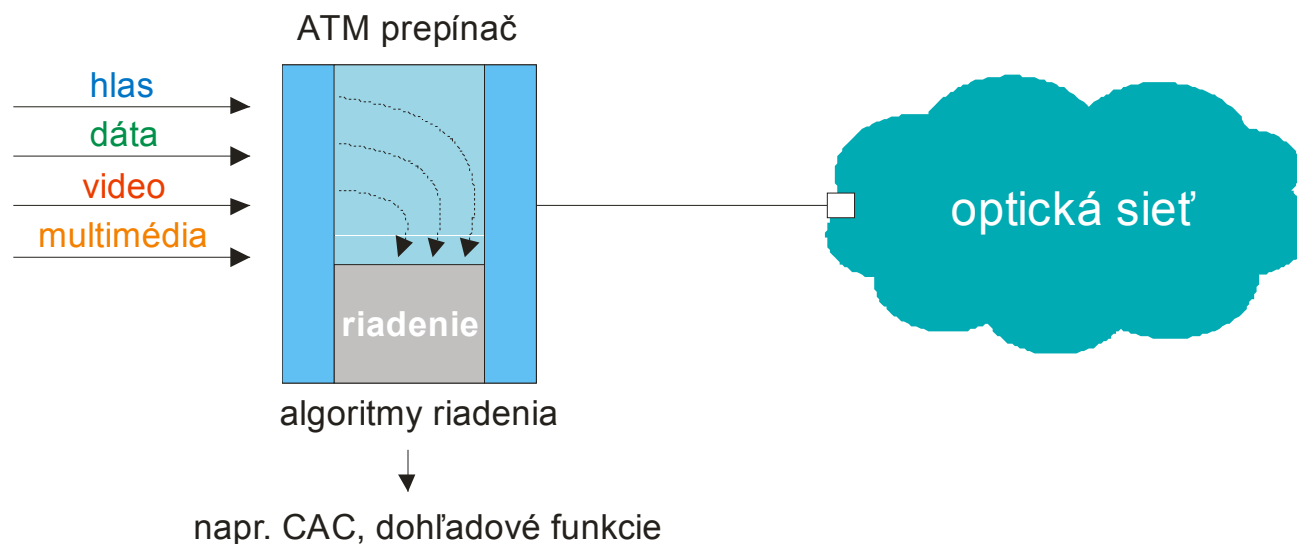


Riadenie prevádzky a preťaženia

- **preťaženie** je stav elementov siete, v ktorých sieť nie je schopná zachovať dohodnuté parametre prenosu,
- prístupy pre riadenie širokopásmových sietí: **reaktívne** a **preventívne**.



Riadenie prevádzky a pret'azenia



Riadenie prevádzky a pret'azenia

Riadenie prístupu spojení - **CAC** (Connection Admission Control)

-

- podľa použitého algoritmu je požiadavka na vytvorenie spojenia spracovaná, len ak je k dispozícii dostatočné množstvo sieťových prostriedkov (šírka pásma, kapacita vyrovnávacej pamäte, a pod.) v každom uzle cesty spojenia,
- rozhodnutie je na základe **kategórie služby**, požadovanej **QoS** a **stavu siete**.

Riadenie prevádzky a pret'azenia

Riadenie dohľadu nad sieťou - **UPC/NPC**

(Usage/Network Parameter Control)

-

- ochrana prostriedkov siete pred úmyselným, ale aj neúmyselným zneužitím.

GCRA (Generic Cell Rate Algorithm)

- kontrola zhody vzhľadom na prevádzkový kontrakt spojenia,

- pre CBR službu: PCR a CDVT,

- pre VBR službu: PCR a CDVT; SCR a BT.

Riadenie prevádzky a pret'azenia

Riadenie priority

-

Tvarovanie prevádzky (Traffic Shaping)

- modifikovanie prevádzky na úrovni buniek,
- zníženie špičkovej prenosovej rýchlosti, limitovanie veľkosti zhukov, zníženie veľkosti parametra CDV vhodným umiestňovaním buniek do multiplexu, ...

Riadenie prevádzky a pret'aženia

Rýchla rezervácia sieťových prostriedkov – FRM

(Fast Resource Management)

- funkcia umožňujúca vyčleniť v sieti dostatočnú kapacitu v dôsledku trvania prenosu zhluku buniek na základe požiadavky účastníka.

Riadenie toku kategórie služieb ABR

- služby ABR využívajú dočasne voľné prenosové pásmo, ale prenos je citlivý na stratovosť buniek.

(preto musí byť dodržaná dohodnutá QoS)

Funkcie riadenia preťaženia

Zahodenie vybraných buniek (Selective Cell Discarding)

- v závislosti od poskytovanej služby ATM spojenia, alebo na základe nižšej priority pre stratovosť buniek.

Zahodenie rámcov (Frame Discard)

EFCI (Explicit Forward Congestion Indication)

- informácia v PT,
- podpora pri potláčaní a zotavení zo stavu preťaženia.

Riadenie prístupu spojení - CAC

- manažment prevádzky v ATM sieti by mal zabezpečiť virtuálne okruhy, ktoré poskytnú stabilnú výkonnosť siete pri výskyte stochasticky sa meniaceho zaťaženia siete,
- zaťaženie by malo byť čo najväčšie, no pri plnom zachovaní QoS požiadaviek spojení.

Požiadavky na CAC mechanizmus:

Riadenie prístupu spojení - CAC

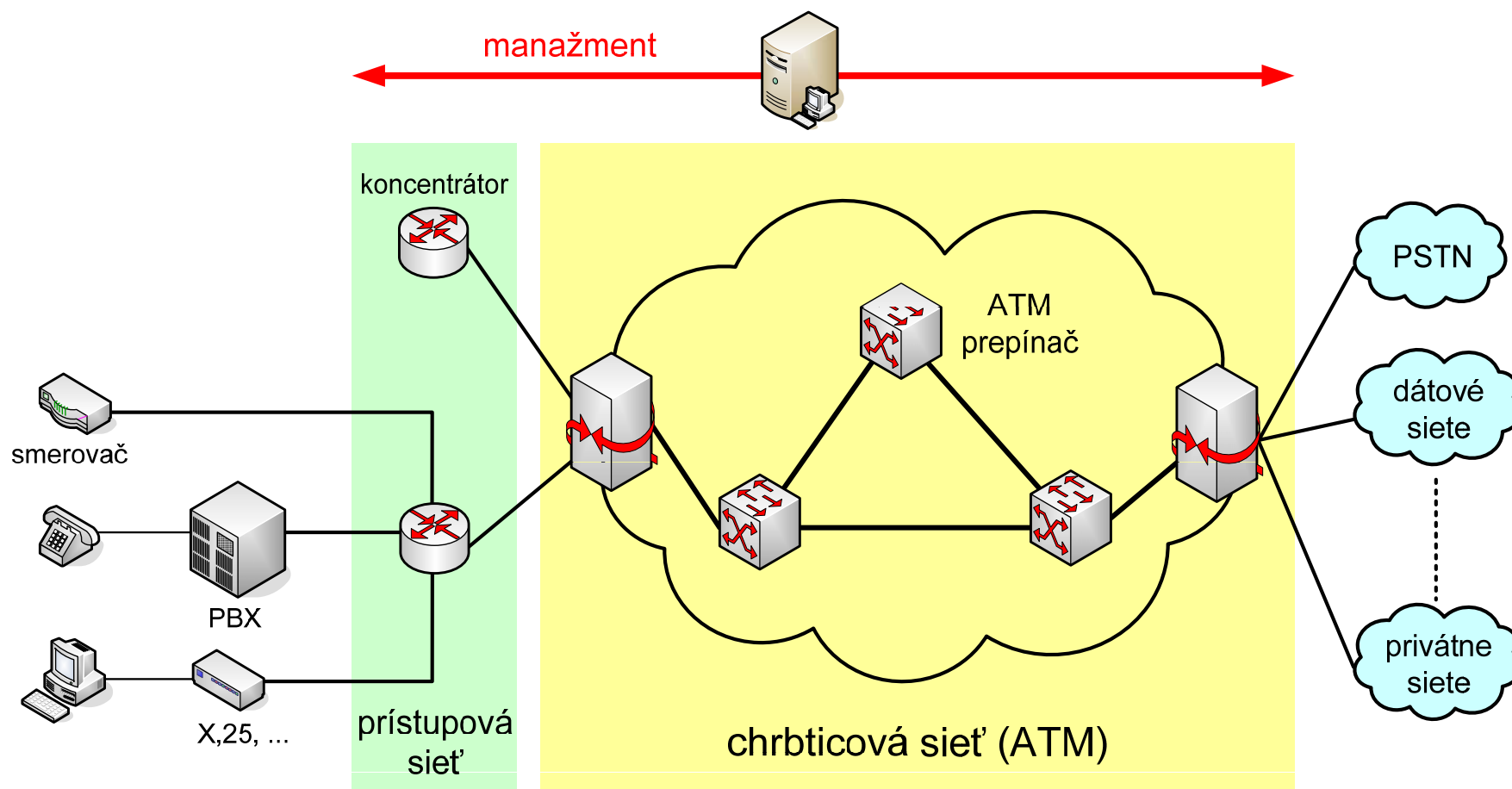
Prehľad vybraných CAC metód

- metóda FIFO radenia pre CBR prevádzku,
- metóda alokovania špičkovej prenosovej rýchlosti,
- konvolučná metóda,
- gaussova aproximačná metóda,
- metóda efektívnej šírky pásma,
- metóda difúznej aproximácie,
- metóda pre samopodobnostnú prevádzku,
- metódy založené na on-line meraní prevádzky,
- heuristické metódy.

Dohľad nad sieťou

- neustále monitorovanie prevádzky v multiplexe,
- opatrenia pri preťažení:
 - zahodenie buniek,
 - priorita buniek,
 - oneskorenie buniek,
 - hlásenie chybového stavu operátorovi siete.

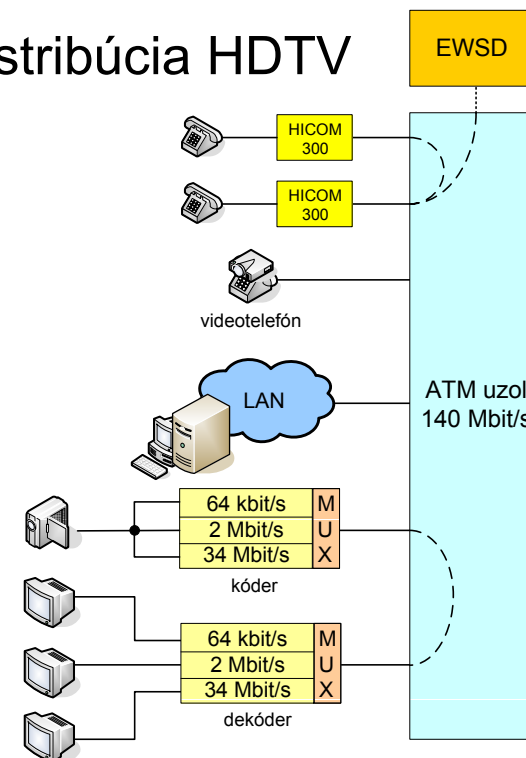
Architektúra ATM siete



Vývoj ATM sietí

1986 - projekt BERKOM (Nemecko)

- spracovanie dokumentov, analýza a prenos obrazov v medicíne, vysoko kvalitný obraz a audio, filmy, distribúcia HDTV
- cca 140 Mbit/s.



Vývoj ATM sietí

1994 – Európsky ATM pilotný projekt

- overenie technických možností a štandardov,
- 15 krajín (najväčšia ATM sieť na svete),
- v každej krajine je medzinárodný uzol,
- podpora 34 Mbit/s PDH a 155 Mbit/s SDH liniek.

Vývoj ATM sietí

1996 – B-WiN (Broadband Wissenschaftsnetz - Nemecko)

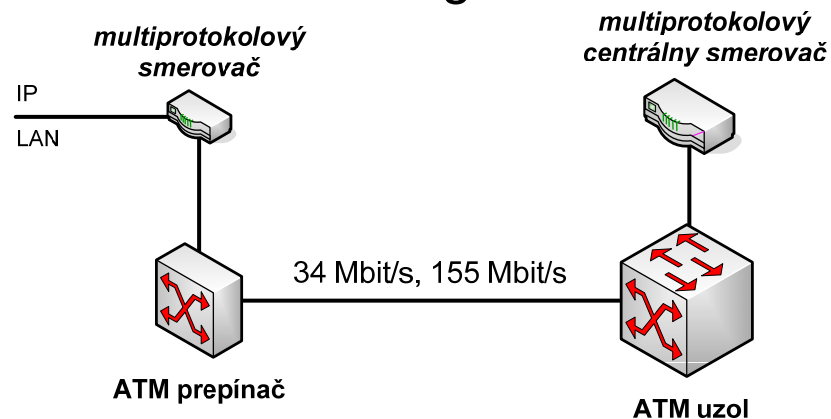
(komunikačná infraštruktúra pre výskumné a akademické inštitúcie)

- narastajúci počet 2 Mbit/s spojení a narastanie prevádzky.

1. fáza

- 34 Mbit/s a 155 Mbit/s – bez rozhrania UNI,

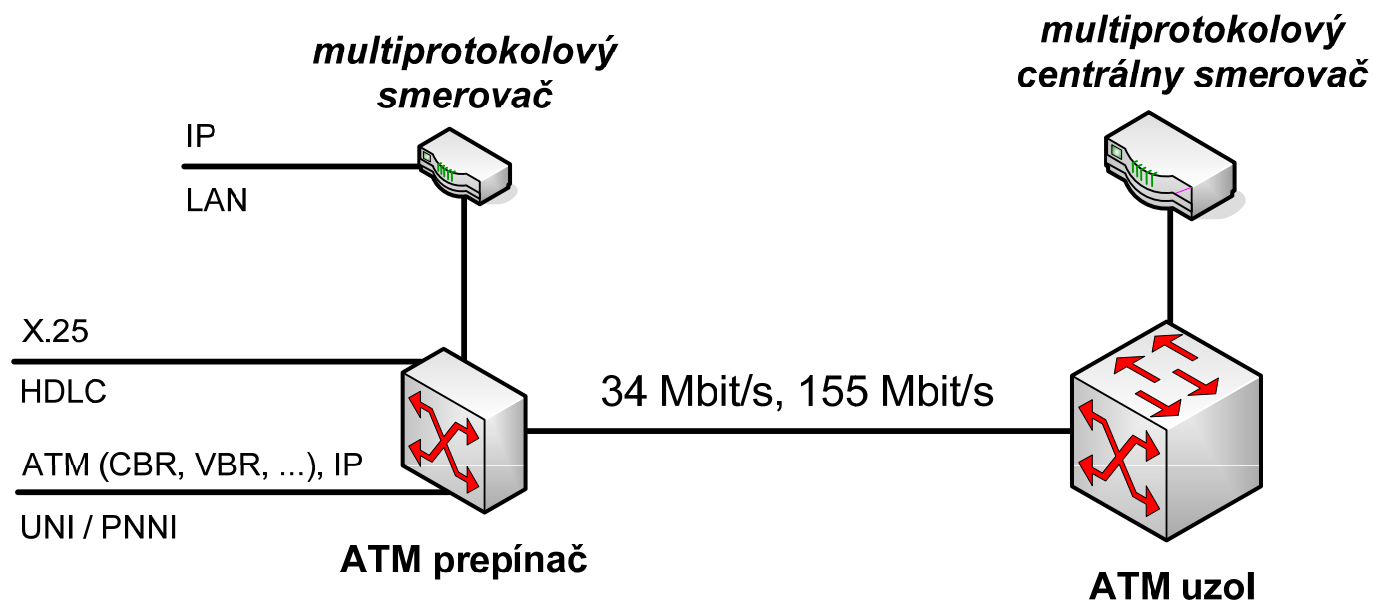
- ATM len ako prenosová technológia.



Vývoj ATM sietí – B-WiN

2. fáza

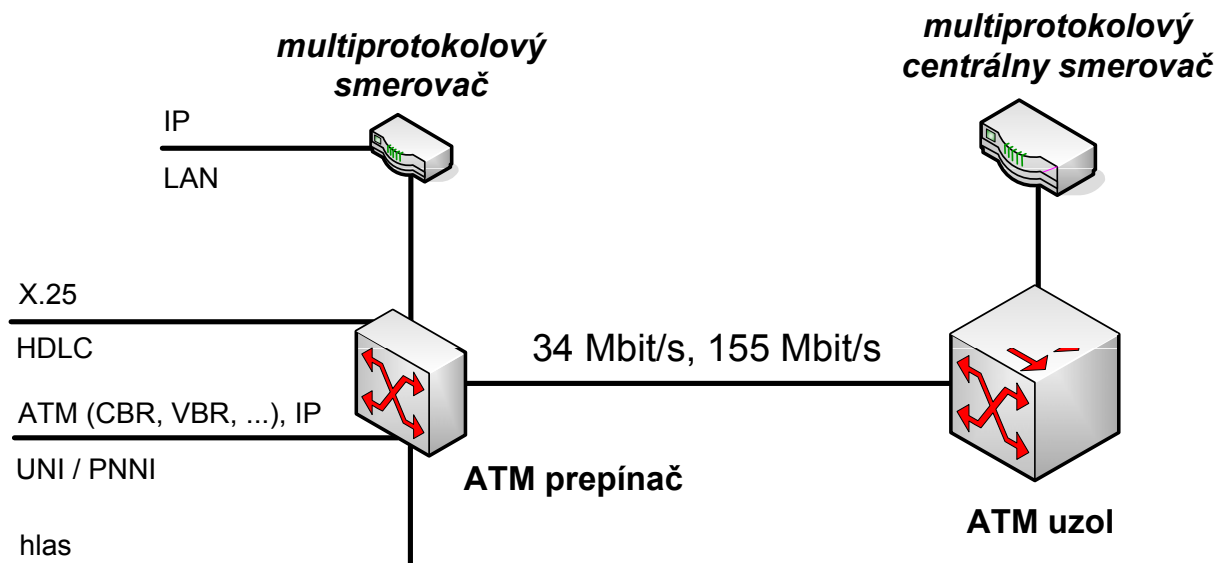
- už aj rozhranie UNI / PNNI.



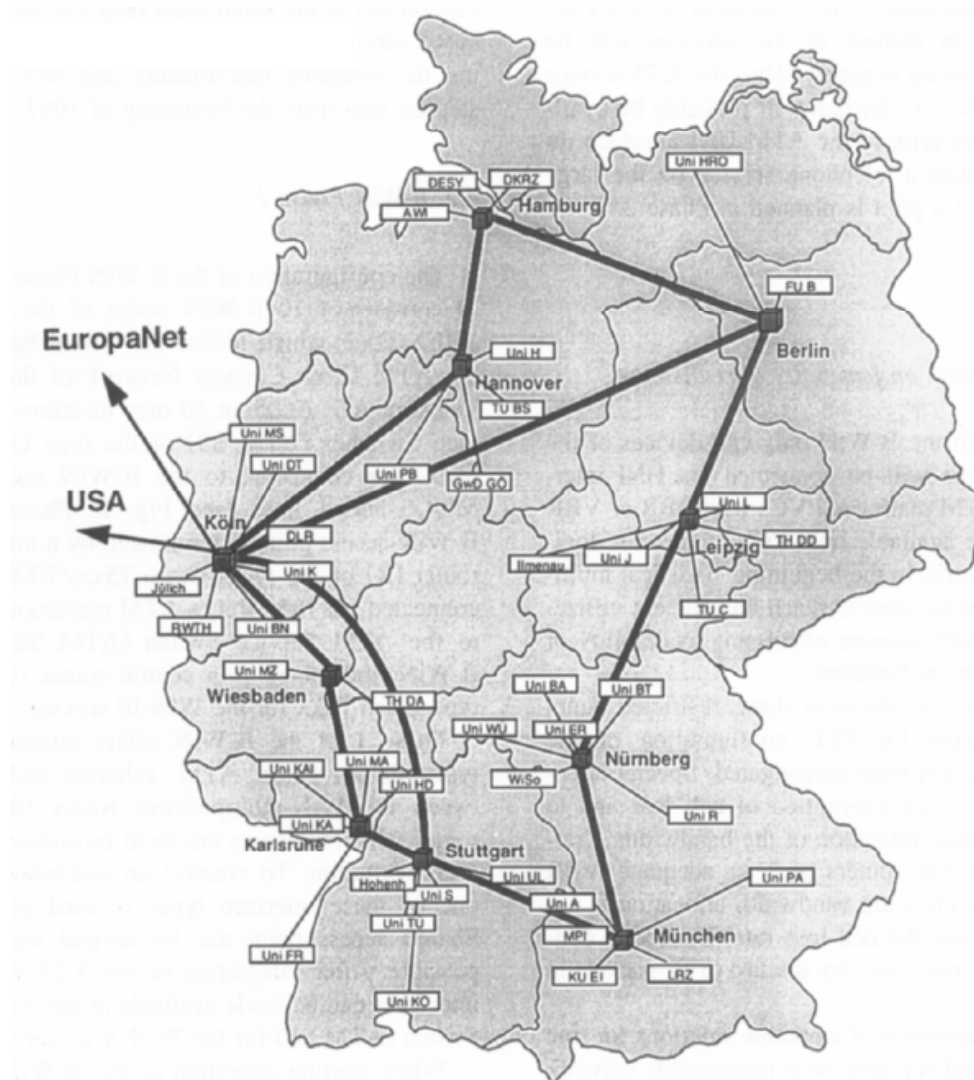
Vývoj ATM sietí – B-WiN

3. fáza

- integrácia hlasu,
- plánované aj pripojenie PBX k ATM prepínaču.
- ďalší rozvoj je závislý od štandardizácie.



Vývoj ATM sietí – B-WiN



- 10 hlavných ATM uzlov,
- 50 ATM prepínačov pripojených k hlavným ATM uzlom prenajatými linkami 34 Mbit/s,
- každý prístupový bod má multiprot. smerovač pripojený k ATM, prepínaču pren. rýchľ. 155 Mbit/s
- pri každom centrálnom uzle je centrálny smerovač.

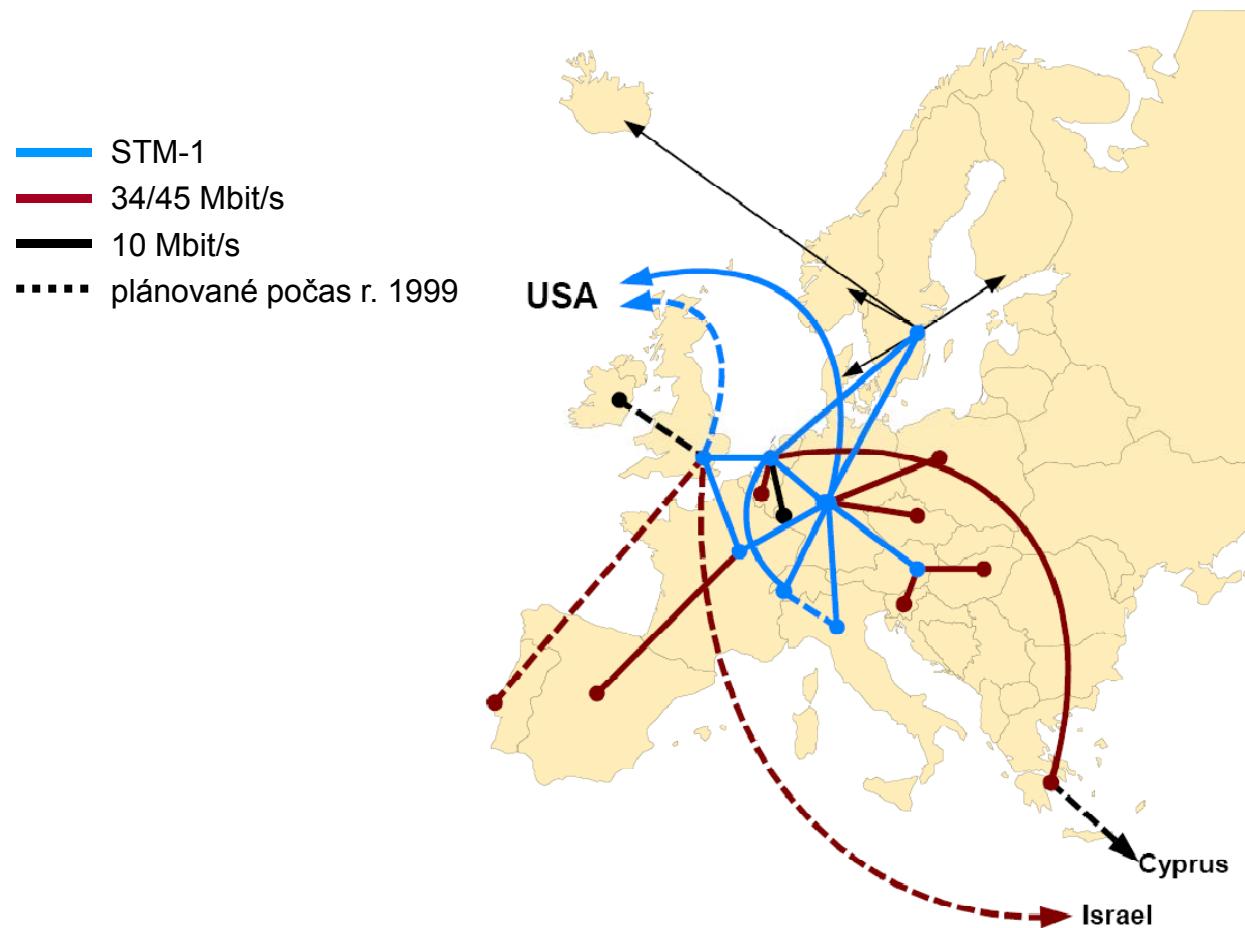
Vývoj ATM sietí

1997 – TEN-34 (Trans-European Network Interconnected at 34 Mbit/s)

1999 – TEN-155

- pre akademické a výskumné inštitúcie
- zvýšenie prenosovej kapacity, ale aj garancia QoS (manažovanie šírky prenosového pásma)
- 155 Mbit/s, SDH technológia

Vývoj ATM sietí – TEN-155



fyzická topológia TEN-155 v apríli 1999

ATM siete na Slovensku

1996 – Telekomunikačná sieť energetiky

1996 – Sieť Slovenského plynárenského priemyslu

1997 – ATM sieť Slovenských telekomunikácií

(1999 - prvý videokonferenčný prenos na Slovensku)

1999 – Podniková sieť EBO – Jaslovské Bohunice

Ďalšie projekty:

Transpetrol, a.s.

Železiarne Podbrezová, a.s.

Katedra telekomunikácií, FEI STU Bratislava