

Prednáška 11/12

doc. Ing. Rastislav RÓKA, PhD.

Katedra telekomunikácií

FEI STU Bratislava

Prideľovanie šírky pásma 1/19

Pasívna optická sieť PON

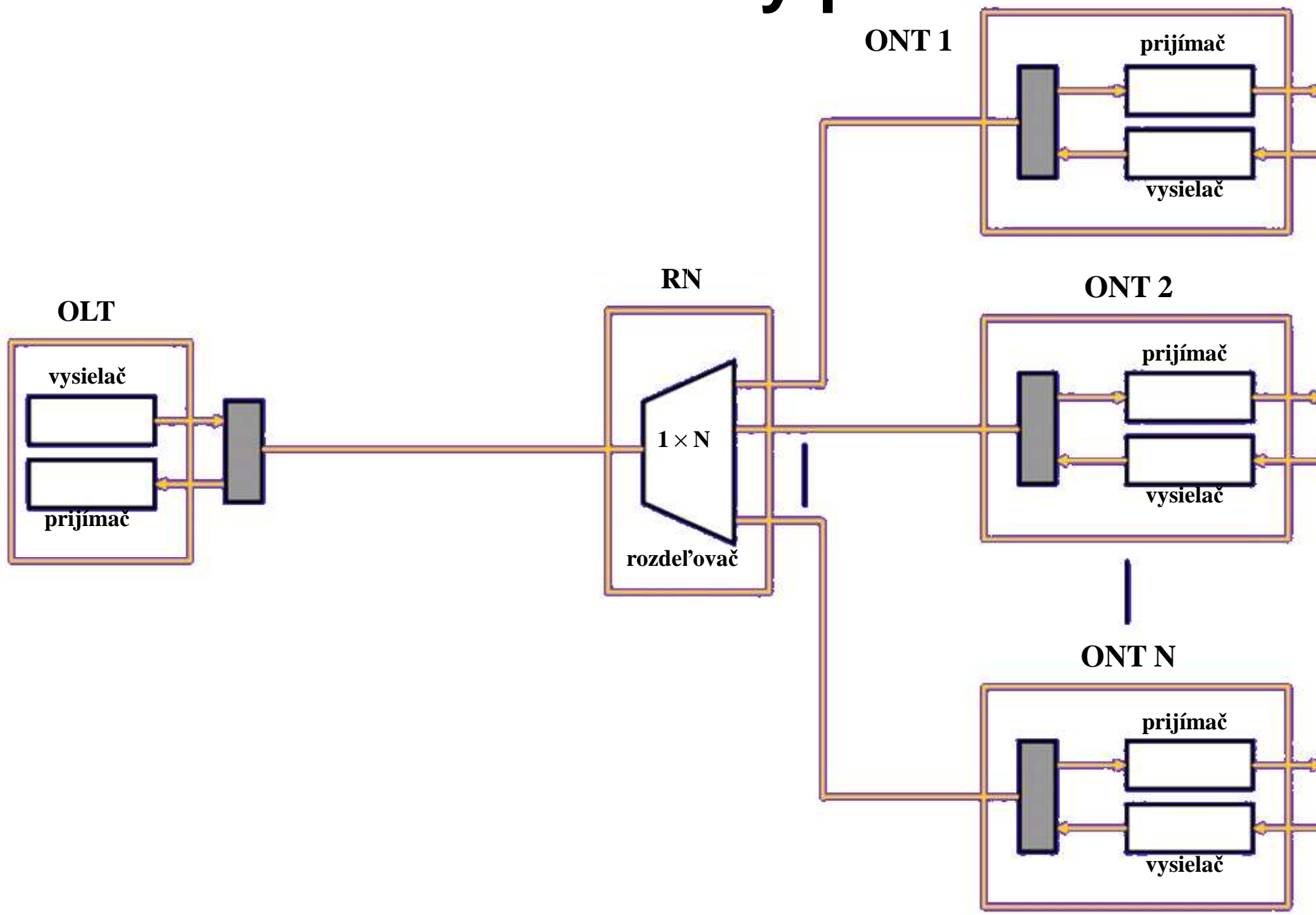
- optické terminály
 - **optický linkový terminál OLT** - riadiaci prvok spolu s príslušným optickým vysielačom a prijímačom, riadi celú pasívnu optickú prístupovú sieť a poskytuje rozhranie medzi prístupovou sieťou a metropolitnou sieťou,
 - **optické sieťové terminály ONT** - rozhranie medzi prístupovou sieťou a koncovým účastníckym vybavením,
 - v súčasnosti 1 OLT na max. 64 ONT.

Pridelovanie šírky pásma 2/19

Pasívna optická sieť PON

- protiprúdový prenos
 - jednotky ONT musia mať optické vysielajúce pri vlnovej dĺžke 1310 nm pre protiprúdové signály,
 - potrebná je synchronizácia protiprúdového prenosu,
 - pre pridelovanie rozdielnych časových slotov jednotlivým terminálom ONT používa protokol TDMA, avšak rozvíjajú sa algoritmy DBA,
 - systém PON musí zmerať vzdialenosti OLT a ONT a zahrnúť vlastné oneskorenie optických signálov pri šírení sa na prenosovej ceste do programovania časových slotov pre ONT,
 - max. prenosová vzdialenosť PON je 20 km.

Pridel'ovanie šírky pásma 3/19



Pridel'ovanie šírky pásma 4/19

Statické pridel'ovanie šírky pásma

- FBA - Fixed Bandwidth Allocation
 - garantuje každému terminálu ONT pevnú dĺžku časového grantu v každom službovom cykle,
 - pracuje s technikou TDMA, jednoduchá na implementáciu,
- LBA - Limited Bandwidth Allocation
 - dĺžka časového grantu každého terminálu ONT je zhora ohraničená maximálnou dĺžkou časového grantu určenou systémovými parametrami,

$$B_{grant,i} \leq B_{max,i}$$

Pridelovanie šírky pásma 5/19

Statické pridelovanie šírky pásma

- CBA - Credit-based Bandwidth Allocation

- OLT pridáva kredit do pôvodnej požiadavky každého terminálu ONT a na základe ich vyhodnotenia je priradená dĺžka aktuálneho časového grantu,
- kredit môže byť konštantný alebo lineárny,

$$B_{grant,i} = B_{rad,i} + C$$

- EBR - Excessive Bandwidth Reallocation

- rozšírenie algoritmu LBA, ktoré využíva opätovnú distribúciu nevyužitej šírky pásma niektorého terminálu ONT medzi ostatné terminály ONT.

$$B_{add,i} = (B_{excess} \cdot B_{max,i}) / \sum_i B_{max,i}$$

Pridelovanie šírky pásma 6/19

Dynamické pridelovanie šírky pásma

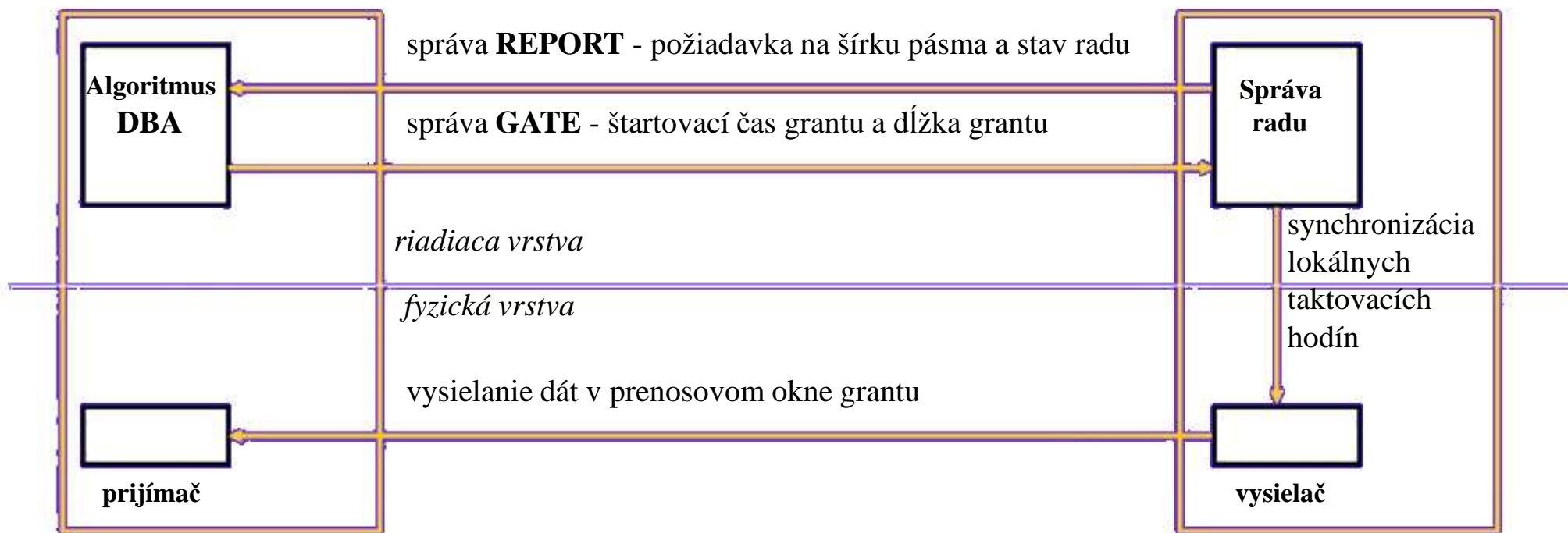
- dátová prevádzka je značne rôznorodá, preto sú aj požiadavky účastníkov na poskytnutie príslušnej šírky pásma v čase veľmi premenlivé (prípadné použitie statického pridelovania šírky pásma je neefektívne),
- rozhodovací mechanizmus MPCP (Multi-Point Control Protocol) je zameraný na dynamické pridelovanie protiprúdovej šírky pásma, pričom nešpecifikuje žiadny algoritmus DBA.

Pridelovanie šírky pásma 7/19

Mechanizmus MPCP

OLT

ONT



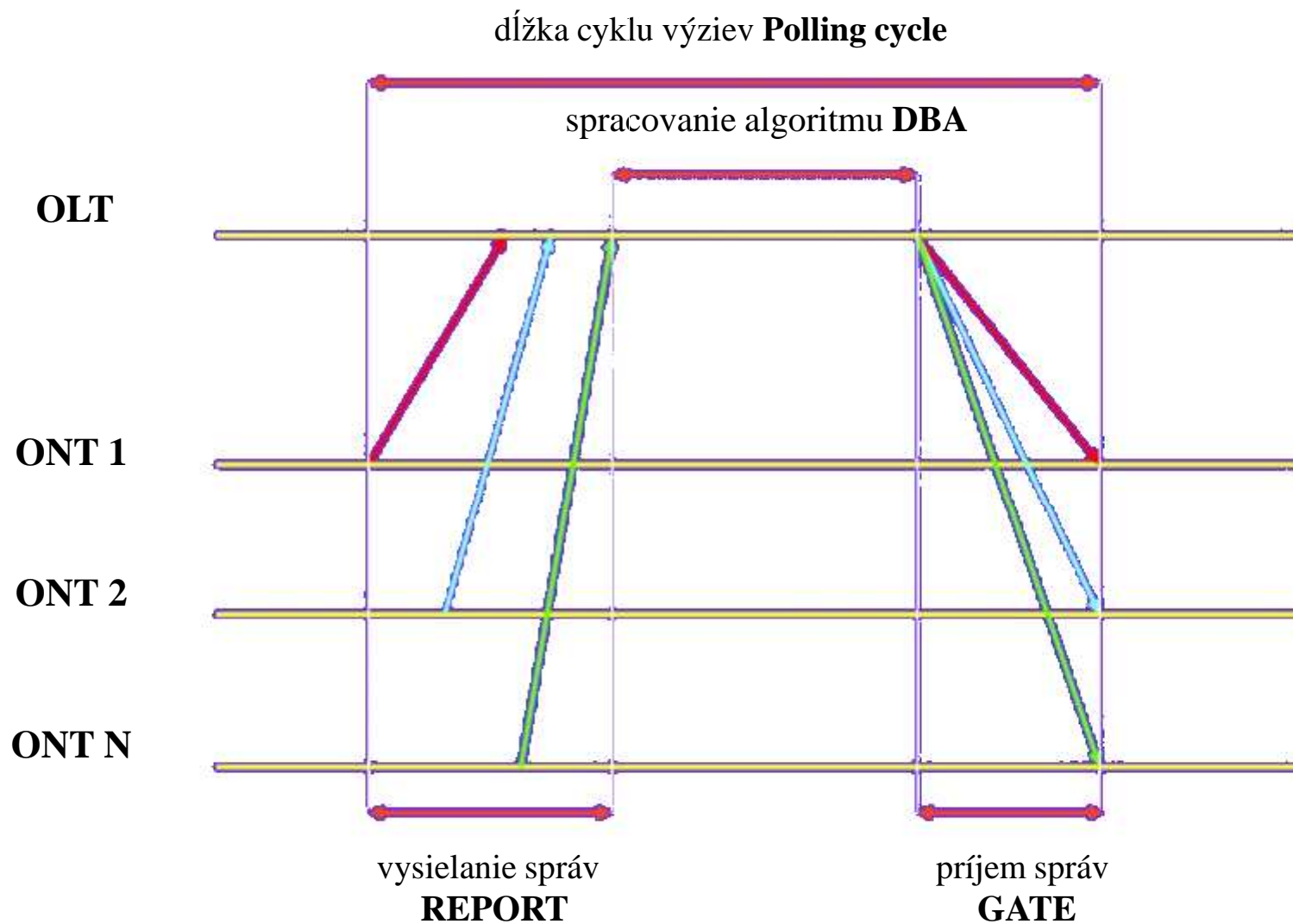
Pridelovanie šírky pásma 8/19

Algoritmy DBA

- algoritmy pridelovania šírky pásma DBA (Dynamic Bandwidth Allocation) môžu byť použité pre výpočet a určenie bezkolízneho časového harmonogramu protiprúdového prenosu a pre vytvorenie správ REPORT/GATE,
- k požiadavkám používateľov je možné pristupovať nasledujúcimi spôsobmi:
 - stanoviť prioritné státie v rade,
 - stanoviť prioritné plánovanie,
 - prideliť šírku pásma podľa triedy.

Pridelovanie šírky pásma 9/19

Diagram algoritmov DBA



Prideľovanie šírky pásma 10/19

Vývoj algoritmov DBA

- prispôsobenie sa fluktuácii prevádzky
 - odhad množstva prevádzky prichádzajúcej medzi 2 následnými prenosovými grantami k terminálom ONT pomocou pomerného riadenia v metóde CTE IPACT a jednokrokovej predikcie v metóde DBA pre QoS,
 - sofistikované predikčné mechanizmy pre algoritmy DBA,
- poskytovanie parametrov QoS
 - vývoj mechanizmov QoS, ktoré poskytnú absolútne štatistické zaistenie QoS.

Prideľovanie šírky pásma 11/19

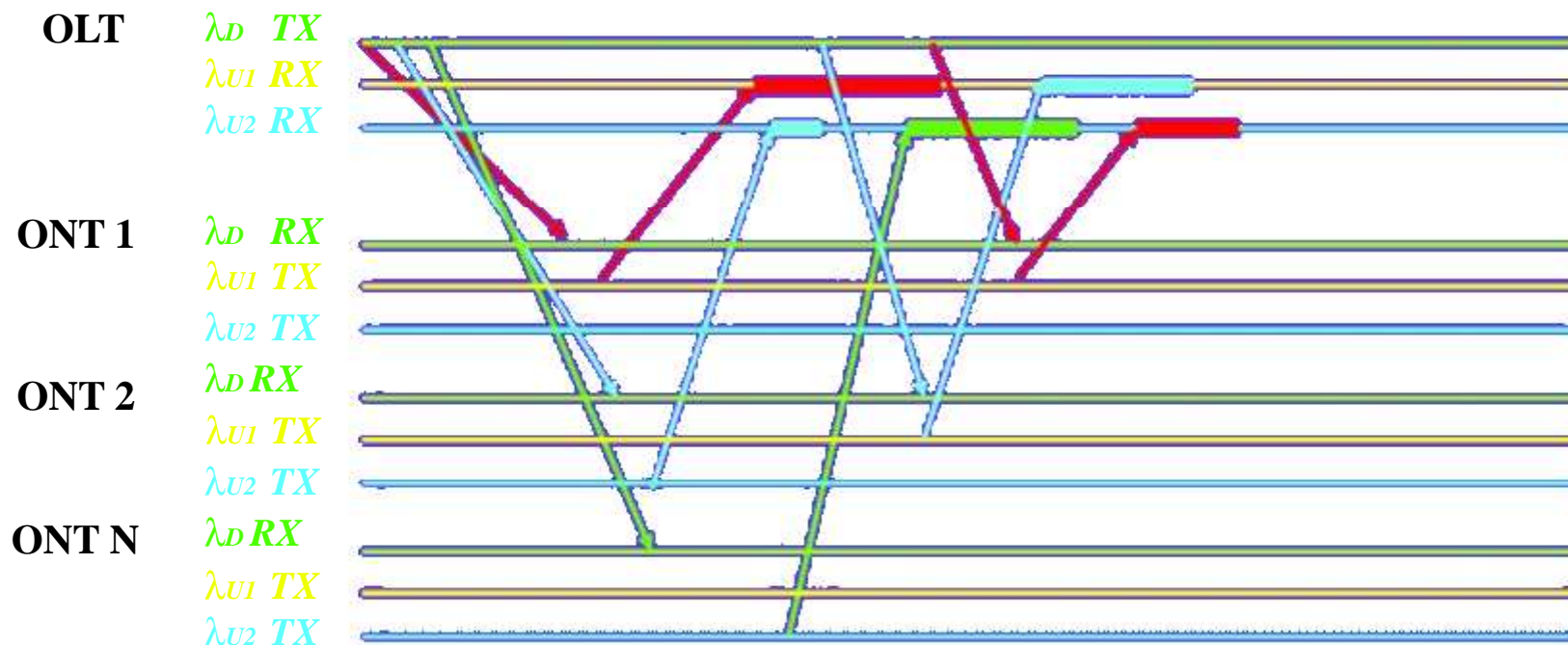
Algoritmy DBA v sieťach WDM-PON

- algoritmy DBA sú použité pre určenie bezkolízneho časového harmonogramu protiprúdového prenosu na rozdielnych vlnových dĺžkach používaných terminálmi ONT,
- k požiadavkám používateľov je možné pristupovať dvomi všeobecnými formami:
 - plánovanie online,
 - plánovanie offline.

Prideľovanie šírky pásma 12/19

Algoritmy DBA v sieťach WDM-PON

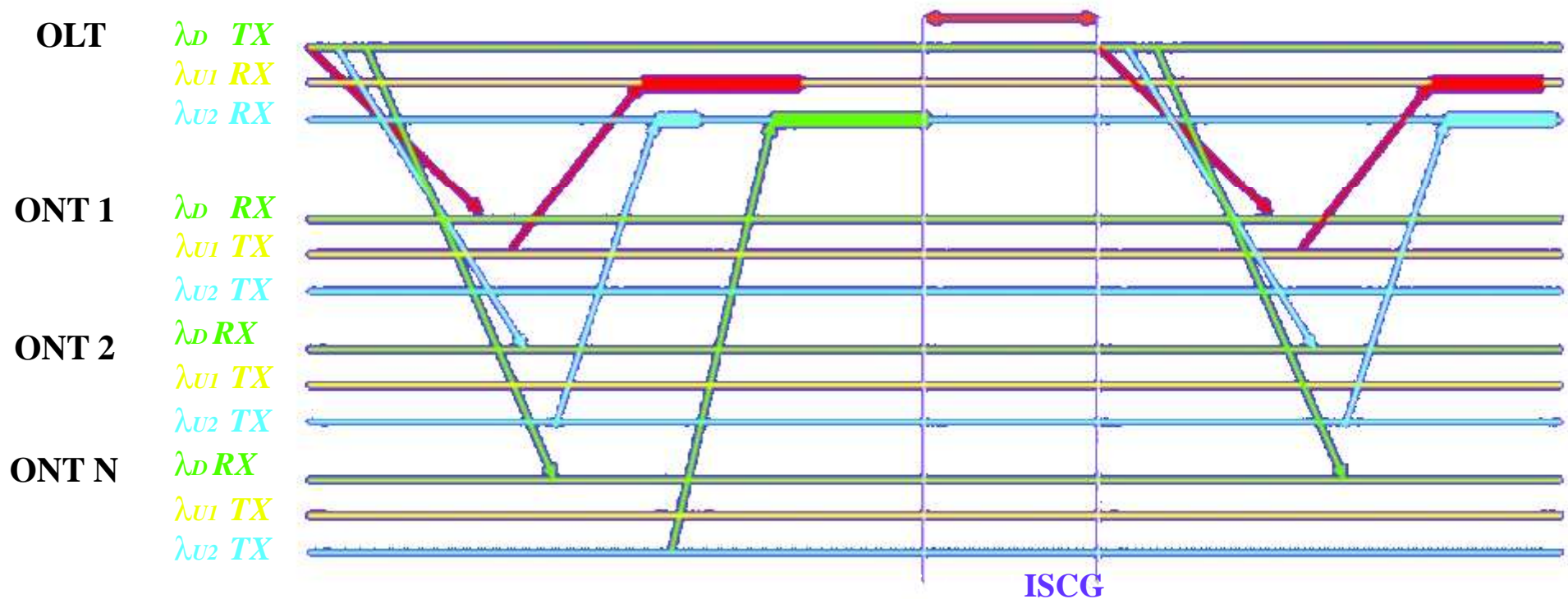
- plánovanie online - stratégia NASC:
 - plánovanie protiprúdového prenosu pre konkrétny ONT na najskôr prístupnom vlnovodížkovom kanále spomedzi kanálov podporovaných terminálom ONT,



Prideľovanie šírky pásma 13/19

Algoritmy DBA v sieťach WDM-PON

- plánovanie offline - interval ISCG:
 - plánovanie protiprúdového prenosu až po prijatí požiadaviek všetkých ONT, čím jednotka OLT berie do úvahy požiadavky všetkých terminálov ONT naraz,



Pridelovanie vlnových dĺžok 14/19

Pridelovanie vlnových dĺžok WA

- vlnové dĺžky môžu byť združené do skupín s cieľom získať rozmanité pásma vlnových dĺžok zdieľané v jednom optickom vlákne alebo prispôbené vo viacerých optických vláknach,
- algoritmus WA umožňuje prideliť samostatnú vlnovú dĺžku pre každú skupinu požiadaviek na neprekrývajúce sa svetelné cesty,
- minimalizácia počtu skupín a maximalizácia počtu svetelných ciest v každej skupine,
- rovnaké pásma vlnových dĺžok môžu uľahčiť priemyselnú výrobu optických komponentov.

Pridelovanie vlnových dĺžok 15/19

Smerovanie vlnových dĺžok RWA

- pre danú sieťovú topológiu a množinu požiadaviek na svetelné cesty je cieľom určiť cestu a vlnovú dĺžku pre každú požiadavku použitím minimálneho možného počtu vlnových dĺžok,
- dve dimenzie riešenia problému RWA:
 - virtuálne linky v ľubovoľnom reprezentačnom grafe,
 - pole reprezentačných grafov alebo vlnových dĺžok dostatočných pre splnenie požiadaviek.

Pridelovanie vlnových dĺžok 16/19

Dynamické pridelovanie vlnových dĺžok

- významnou vlastnosťou v počiatočnej fáze implementácie sietí WDM-PON je protokolová transparentnosť, t.j. každý prenosový kanál pracuje nezávisle na ostatných,
- celková priepustnosť systému WDM-PON môže výrazne vzrásť, ak budú používané vlnové dĺžky zdieľané medzi viacerými terminálmi ONT,

Pridel'ovanie vlnových d'ezok 17/19

Dynamické pridel'ovanie vlnových d'ezok

- nové algoritmy dynamického pridel'ovania vlnových d'ezok a šírky pásma, ktoré pridel'ujú nielen časové intervaly, ale aj vlnové d'ezky pre každé spojenie medzi terminálmi OLT a ONT,
- algoritmy úzko súvisia s architektúrou siete WDM-PON.

Prideľovanie vlnových dĺžok 18/19

Virtualizácia šírky pásma

- ponúka množstvo služieb (od pod- λ k nad- λ) pre prenos cez spoločnú sieť WDM pri dátovej rýchlosti optimalizovanej s ohľadom na najnižšie sieťové náklady,
- elektrické spracovanie signálov je použité buď na multiplexovanie viacerých pod- λ služieb na spoločnú vlnovú dĺžku alebo na spojenie šírky pásma viacerých λ pre podporu prenosu nad- λ služby typu koniec-koniec,

Pridelovanie vlnových dĺžok 19/19

Virtualizácia šírky pásma

- a) optimalizované využívanie linkovej kapacity systému WDM,
- b) integrovaný manažment šírky pásma,
- c) klientské rozhrania pre viaceré služby a protokoly,
- d) vysoko-integrované obvody PIC a mapovací protokol DVC.