

SIMULATION OF STATIC GRANT ALLOCATION IN NG-PON2 NETWORKS

Patrik Cymorek

Master Degree Programme (1), FEEC BUT

E-mail: xcymor01@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Tomáš Horváth

E-mail: horvath@feec.vutbr.cz

Abstract: This paper deals with issue of static grant allocation. The main goal of this paper is to present functionality of NG-PON2 networks and describe static form of grant allocation. The first part of the paper is focused on development of passive optical networks. Subsequently Next-Generation Passive Optical Networks and simulation in OPNET modeler are described. In modeler own designs of node and process models are used.

Keywords: NG-PON2, OPNET Modeler, Static allocation

1 ÚVOD

Již od dob 70. let minulého století je optické vlákno využíváno jako médium pro přenos dat. Od začátků užívání optických vláken uplynuly již desítky let, během kterých docházelo k nárůstu požadavků na připojení, způsobených rychlým vývojem společnosti.

V rámci vývoje optických sítí byly upřednostňovány sítě pasivního typu z důvodu minimalizace nákladů. Prvním standardem PON (Passive Optical Network) vydaným v roce 1998 společností ITU-T byl APON (ATM PON), následný vývoj zobrazuje tabulka 1 [2].

Tabulka 1: Vlastnosti standardů ITU-T.

	APON	BPON	GPON	XG-PON	NG-PON2
Sym. rychlost [Gbit/s]	0,155	0,622	2,5	2,5	10
Asym. rychlosti [Gbit/s] (Sestupný / Vzestupný směr)	0,622/0,155	1,244/0,155 1,244/0,622	2,5/1,2	10/2,5	10/2,5 2,5/2,5
Maximální počet stanic	32	32	64	128	256
Max. dosah [km]	20	20	20	40	60

Pro standard NG-PON2 jsou schváleny dvě finální specifikace, třetí je ve vývoji a je průběžně doplňován společenstvím FSAN. Druhým tvůrcem obdobných standardů je institut IEEE.

Bylo očekáváno, že následkem vývoje NG-PON2 vydá také institut IEEE standard, který se bude svými parametry podobat. Společnost ovšem vytvořila studijní skupinu, jejímž úkolem je vyvinout standard NG-EPON (Next Generation of Ethernet Passive Optical Networking), který by předstihl dobu a dokázal by uspokojit požadavky koncových zákazníků na několik let dopředu. Předpokládá se, že by bylo možné tohoto cíle dosáhnout použitím pokročilých modulačních technik. Již dnes jsou k dispozici publikace, prezentující vysokorychlostní přenosy na jedné vlnové délce. Studijní skupina uvažuje až 25 Gbit/s na jedné vlnové délce a zároveň je zvažována kombinace až 4 takových zdrojů signálu, tedy přenosová rychlost až 100 Gbit/s. V rámci zvažovaného standardu by teoreticky mohlo být využíváno koncových jednotek umožňujících příjem dvou i více vlnových délek, což by zvýšilo rychlost na 50 Gb/s či více. Vzhledem k rozpracovanosti standardu se zatím jedná spíše o vizi [1].

2 NG-PON2

Nejnovější standard známý pod zkratkou ITU-T G.989 vydaný v roce 2015, ačkoli stále nedokončený, nese označení NG-PON2 (Next-Generation Passive Optical Network 2) [3].

Síť je tvořena nejdůležitějšími jednotkami:

- OLT (Optical Line Terminal) jednotkami na rozhraní přístupové a transportní sítě,
- ONT (Optical Network Terminal) jednotkami provádějícími převod optického signálu na elektrický na straně koncových uživatelů.

Provoz v síti se principiálně neliší od předešlých standardů. V sestupném směru jednotky OLT multiplexují XGEM rámce na optické vlákno využívající XGEM Port-ID jako klíč pro identifikaci, pro kterou koncovou jednotku je daný rámec vyslán. Ve splitterech dochází k vydělení příchozího optického signálu na všechny výchozí porty. Jednotky ONT filtrují pro ně určenou komunikaci na základě XGEM Port-ID, ostatní příchozí rámce jsou zahozeny. Multicast komunikace může být přijímána více jednotkami současně.

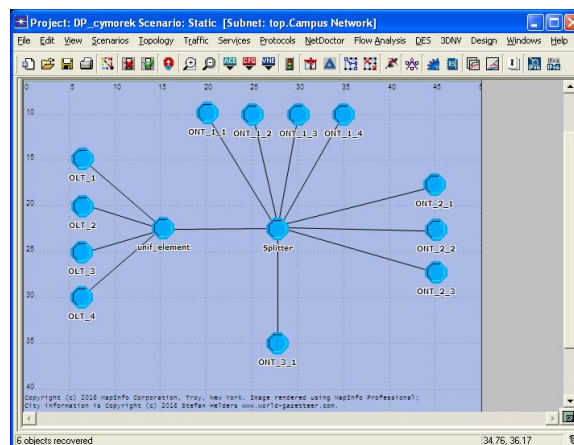
Pro vysílání ve směru vzestupném přiděluje jednotkám ONT časové intervaly pro vysílání jednotka OLT staticky nebo dynamicky. Jednotka OLT, které je směřována vzestupná komunikace je identifikována alokačním ID (Alloc-ID). Pro přiřazení rámců k různým logickým spojením využívají jednotky ONT jako identifikátor XGEM Port-ID.

Nejnovější standard, stejně jako jeho předchůdci, je zpětně kompatibilní. Společně s NG-PON2 je možno provozovat síť standardu GPON a XG-PON na společném médiu díky rozdílným vlnovým délkám, čímž nedochází ke kolizím. Jednotky sítě se při užívání různých standardů ovšem liší. U standardu NG-PON2 se jedná především o jednotky OLT a ONT, které využívají unikátních prvků, a to aktivně laditelných laserů a filtrů.

Společnost Calix Inc. dodávající zařízení a software pro poskytovatele připojení ve svých laboratořích vytvořila model sítě, kdy byly na jediné optické vlákno multiplexovány přenosy ve standardech GPON, XG-PON a NG-PON2 a bylo v součtu sestupné a vzestupné komunikace dosaženo rychlosti 100 Gbit/s.

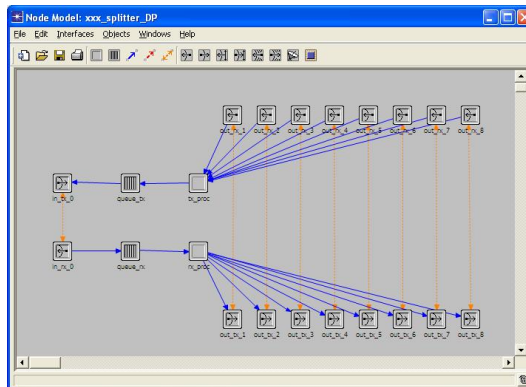
3 SIMULACE NG-PON2 V OPNET MODELERU

Pro simulaci statického přidělování grantů byl zvolen program OPNET Modeler v14.5. Navrženou topologii optické sítě NG-PON2 je možno vidět na obrázku 1.



Obrázek 1: Topologie sítě NG-PON2.

V rámci tohoto programu existuje mnoho implementovaných modelů uzlů a procesů, optická síť ovšem implementována není. Pro potřebu bylo tedy nutno vytvořit vlastní procesní a uzlové modely, které co nejdříve odpovídají skutečnému chování v síti standardu NG-PON2. Jako příklad je na obrázku 2 uveden uzlový model splitteru.



Obrázek 2: Navržený uzlový model splitteru.

Na výše uvedeném obrázku je možno vidět, že model se sestává ze vstupních a výstupních rozhraní, procesorů pro jednotlivé směry komunikace a front. Na rozdíl od reálných splitterů je nutno v modelu implementovat fronty, které vnášejí do simulace zpoždění, se kterým je nutno dále pracovat. V kontrolním výpisu uvedeném níže, je možno vidět rozdíl mezi časy, kdy různé jednotky ONT zpracovávají rámce pro ně určené. Rozdíl je tvořen dobou, která je potřeba k vysílání paketů z front, jejichž výstupní rychlost je nastavena na 10 Gbit/s.

```
Packet in ONT_1_1 time: 0.000000512, grant start: 0.000002000, end: 0.125002000.
Packet in ONT_1_2 time: 0.000000614, grant start: 0.125003000, end: 0.250003000.
Packet in ONT_1_3 time: 0.000000717, grant start: 0.250004000, end: 0.375004000.
Packet in ONT_1_4 time: 0.000000819, grant start: 0.375005000, end: 0.500005000.
Packet in ONT_1_1 time: 0.500004512, grant start: 0.500005999, end: 0.625005999.
```

4 ZÁVĚR

V rámci této práce byl teoreticky představen standard NG-PON2 definován ITU-T, pro který byly následně v programu OPNET Modeler nezahrnujícím optické entity vytvořeny vlastní modely. Simulací bylo demonstrováno statické přidělování grantů v pasivní optické síti. Byla zobrazena část konzolového výpisu, včetně poukázání na rozdíly mezi reálnými a simulovanými prvky.

REFERENCE

- [1] Knittle, C.: *Passive Optical Networking – for the Next Generation* [online]. 2015. Dostupné z URL: <http://www.cablelabs.com/next-generation-passive-optical-networking/>
- [2] Cymorek, P.: *Simulace Triple Play služeb v sítích XG-PON v prostředí NS-3*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav telekomunikací, 2015. 62 s
- [3] ITU-T: *Recommendation G.989.1* [online]. 2013. Dostupné z URL: <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.989.1/en>