

Nasazení prototypu CLA PB01 v testbedu CzechLight a síti CESNET2

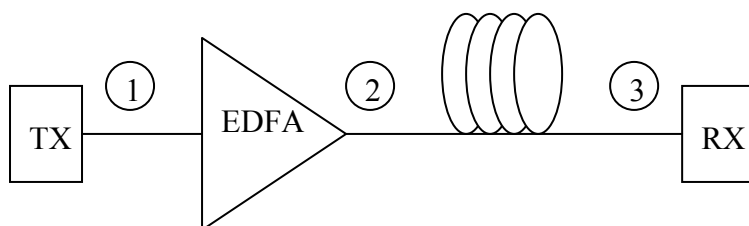
Josef Vojtěch josef.vojtech@cesnet.cz

Prosinec 2005

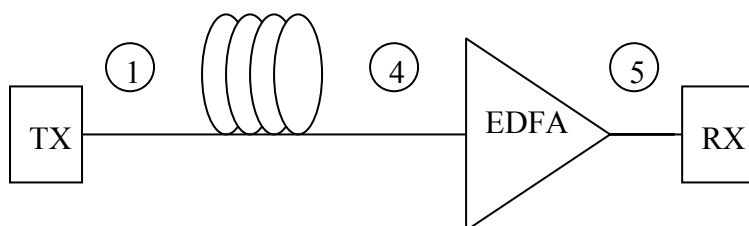
Tato technická zpráva popisuje úspěšné roční nasazení prototypu dálkově ovládaného optického zesilovače CLA PB01 v síti CESNET2. CLA PB01 byl v síti CESNET2 nasazen na 1GE lince Praha - Hradec Králové (délka 150.4 km vlákna G.652, útlum 35.7 dB) od prosince 2004 v experimentálním režimu a od března 2005 v režimu plně provozním. Vlastnímu nasazení prototypu zesilovače CLA PB01 v síti CESNET2 předcházely laboratorní testy na cívkách s vláknem a pilotní nasazení na lince Praha - Plzeň testbedu CzechLight.

Laboratorní testy

Při laboratorních testech na cívkách standardního jednovidového vlákna (G.652) byly ověřovány maximální dosahy zesilovače CLA PB01 pro 1GE (gigabitový Ethernet). Použity byly CWDM GBIC transceivery pracující na vlnové délce 1550nm, určené pro překlenutí útlumu až 32 dB. Na obrázcích 1. a 2. je vždy schematicky zachyceno osazení jednoho vlákna dvouvláknové přenosové trasy. V aplikaci předzesilovače (zapojení dle obr. 1). bylo dosaženo 150 km překlenutelné vzdálenosti. Pro větší vzdálenosti již šum zahlcoval přijímač a bylo nutno nasadit laditelný optický filtr před přijímač (do bodu 5 na obr.2.). Ten umožnil zvýšení dosahu až na 225 km vlákna G.652. Velmi nízké šumové číslo předzesilovače vedlo k jeho laboratornímu otestování v dalších možných aplikacích. Pokud se vzdáme myšlenky zesilování pouze na jedné straně linky a na obr. 2. a na straně vysílače (v bodě 1) osadíme ještě výkonný booster (výstup alespoň 20dBm) pak je možno překlenout vzdálenost 300 km. Při nasazení zdroje pro distribuované Ramanovské zesilování (v bodě 4, obr 2.), vzroste překlenutelná vzdálenost bez osazení jakéhokoliv zařízení v lince na 325 km. Nasazení samotného boosteru dle obr. 2. je již rutinní záležitostí a umožňuje překonat 210 km SSMF.



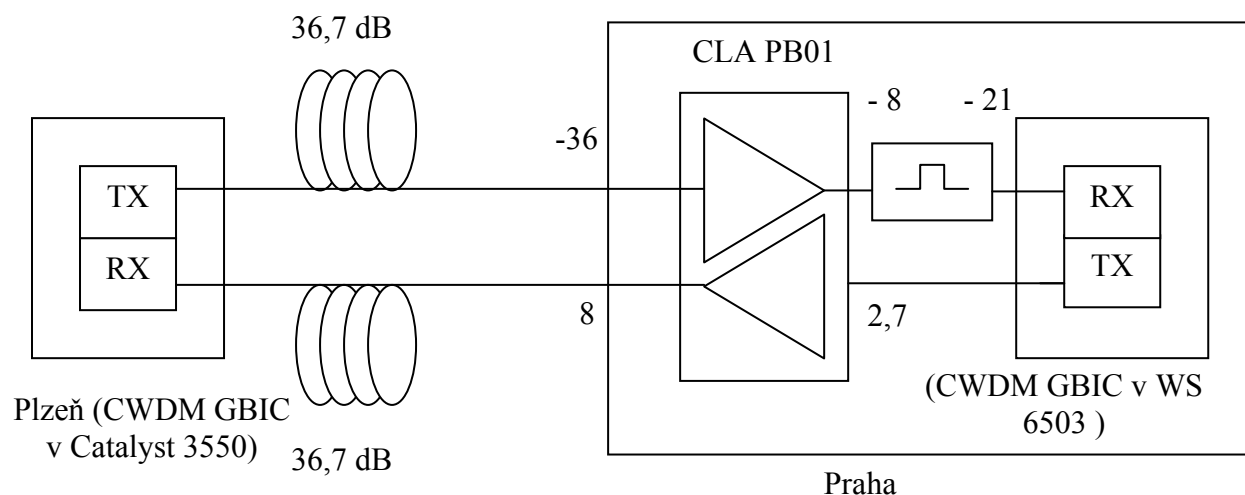
Obr. 1. Aplikace boosteru



Obr. 2. Aplikace předzesilovače

Experimentální nasazení v testbedu CzechLight

K úspěšnému pilotnímu nasazení na 1GE lince Praha-Plzeň (délka 159.4 km vlákna G.652, útlum 36.7 dB) testbedu CzechLight došlo v květnu 2004. Bylo zde použito velmi zajímavé osazení pro zesilování pouze na jedné straně (One Side Amplification - OSA). Při tomto způsobu osazení jsou optické zesilovače umístěny pouze na jedné straně linky (typicky v PoP), na klientské straně zůstává pouze standardní transceiver. Zapojení je schematicky znázorněno na obr. 3, měřené optické výkony jsou uvedeny v dBm.



Obr. 3. Experimentální nasazení na lince testbedu CzechLight Praha-Plzeň

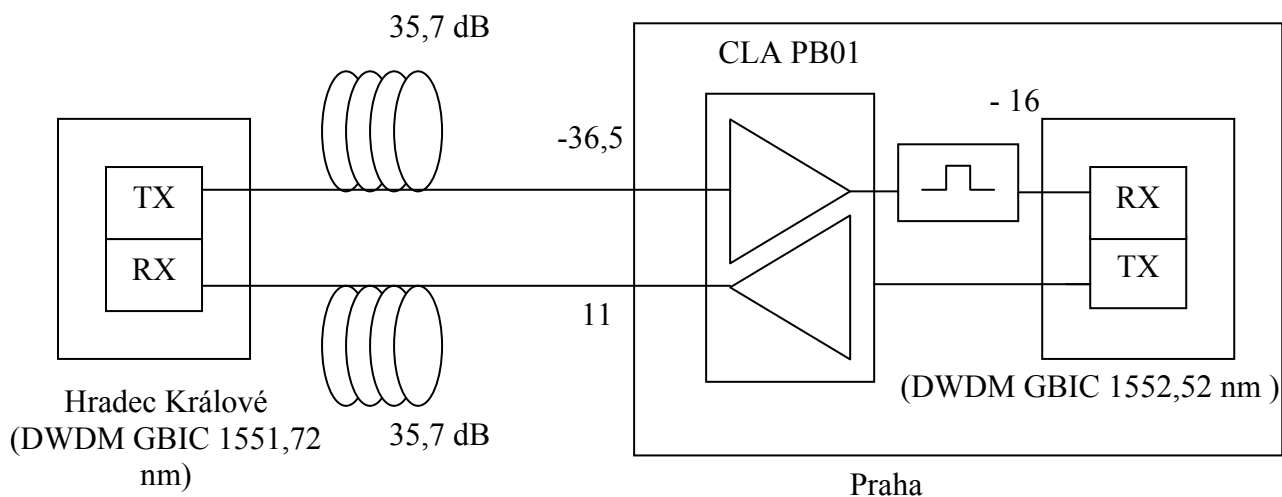
Jak je zmíněno v kapitole Laboratorní testy, při této vzdálenosti již šum předzesilovače zahlučuje přijímač a je nutno použít optický filtr. Vlivem poměrně velké tolerance střední vlnové délky vysílače CWDM transceiveru bylo pro účinné odstranění šumu předzesilovače nutné použít laditelný optický filtr. To potenciálně může působit problémy v případech kdy vlivem teplotních změn dochází k posunům střední vlnové délky vysílače. Transceiver v Plzni byl ale umístěn v klimatizovaných prostorách se stálou teplotou a k posunu střední vlnové délky vysílače po dobu experimentu nedošlo.

Další prototyp – zesilovač CLA DI01 je úspěšně nasazen od dubna 2005 ve funkci jediného linkového zesilovače na 10 gigabitové lince Praha-Brno testbedu CzechLight. Tento prototyp byl nasazen díky nezdaru původních pokusů realizovat tuto trasu v délce 295,8 km (útlum 66,5 dB) jako NIL (Nothink in Line) kvůli velké délce a pravděpodobně i nehomogenitě trasy (užití různých typů vláken na trase). V srpnu 2005 se podařilo vyjednat zkrácení délky trasy na 283,9 km. Prototyp linkového zesilovače CLA DI01 zůstává nadále osazen a trasa je tak připravena pro zavedení přenosu více vlnových délek technologií DWDM. Tento linkový zesilovač se také osvědčil i v nedávné době během demonstrací přenosu High Definition videa mezi Českou Republikou a Spojenými státy, které proběhly v rámci mezinárodní akce iGrid2005.

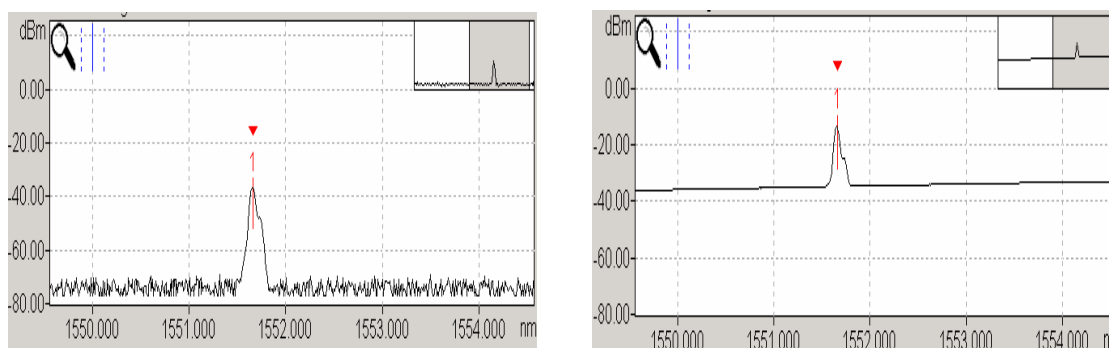
Nasazení v síti CESNET2

Výše uvedené výsledky vedly k nasazení zesilovače CLA PB01 v síti CESNET2 na 1GE lince Praha - Hradec Králové (délka 150.4 km vlákna G.652, útlum 35.7 dB). Na této lince produkční síť pracoval zesilovač CLA PB01 v experimentálním režimu od prosince 2004 a od března 2005 do prosince 2005 pak v režimu plně provozním. Zapojení bylo užito

již ověřené OSA, schematicky je znázorněno na obr. 4, měřené optické výkony jsou uvedeny v dBm. Pro zvýšení spolehlivosti byly k osazení použity DWDM transceivery (vlnové délky 1552,52 nm a 1551,72 nm s překlenutelným útlumem 28dB) jejichž vysílače jsou teplotně stabilizovány, nedochází tedy k posunu střední vlnové délky a navíc je možno použít pevné filtry, které mají stabilní vlnovou délka a nízkou cenu ve srovnání s filtry laditelnými. Na obrázku 5. je vlevo zachycena spektrální charakteristika signálu na vstupu předzesilovače (úroveň signálu -35,7 dBm, odstup signál šum 40,3 dB), vpravo pak spektrální charakteristika signálu na výstupu předzesilovače (úroveň signálu -12,9 dBm, odstup signál šum 22,2 dB).



Obr. 4. Provozní nasazení na lince CESNET2 Praha-Hradec Králové



Obr. 5. Spektrální charakteristiky signálů (vlevo vstup předzesilovače, vpravo výstup)

Osazením uceleného přenosového DWDM systému na linkách Praha – Hradec Králové – Olomouc – Brno v prosinci 2005 skončila činnost CLA PB01 na lince z Prahy do Hradce Králové. Déle se ale předpokládá jeho další nasazení na 1GE lince z Prahy do Ústí nad Labem s případnou možností přenosu více vlnových délek technologie DWDM.