



**WWW.PROFIBER.EU**  
...umění optické komunikace

**Aktuální témata RFoG nebo RF overlay TV PBN**

Jan Brouček, Radek Kocián

www.profiber.eu | info@profiber.eu | Copyright © PROFiber Networking s.r.o.




## RF video jako překryvná služba FTTH

P2P (point-to-point) →

→ PON (Passive optical network) →

→ P2MP (point-to-multipoint)



**Udělejte si doma kabelovku !**

- P2P - Vyhrazené vlákno každému klientovi
- PON – pasivní optická síť – sdílení vlákna více klienty (32/64/128)
  
- Migrace FTTB → FTTH ( snadná migrace z P2P FTTB/C → PON FTTH)
- Využití stávající technologií (xDSL, DOCSIS)

## FTTH: RF video/RF overlay

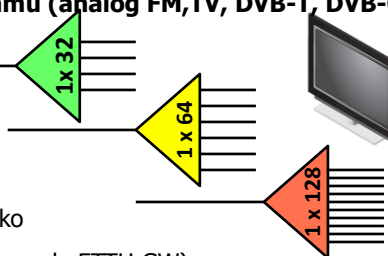
### RF distribuce TV signálu jako nástroj pro zvýšení penetrace FTTH zákazníků

- **RF downstream** pro distribuci **TV programů (analog FM,TV, DVB-T, DVB-C)**  
– osvědčená technologie kabelové televize
- **TX 1550nm+EDFA+splittery**

1x32 běžně.

1x64 někdy

1x128 těžko



**P2P** : RF video po samostatném vláknu (**2 vlákna** do FTTH GW)

**PON**: RF video po **stejném vláknu** na samostatné vlnové délce 1550 nm  
(1 vlákno do FTTH GW + 1550 drop demultiplexor v GW směruje signál na TV RX)  
kompatibilní s GPON a GEPON technologií

www.profiber.eu | info@profiber.eu | Copyright © PROFiber Networking s.r.o.

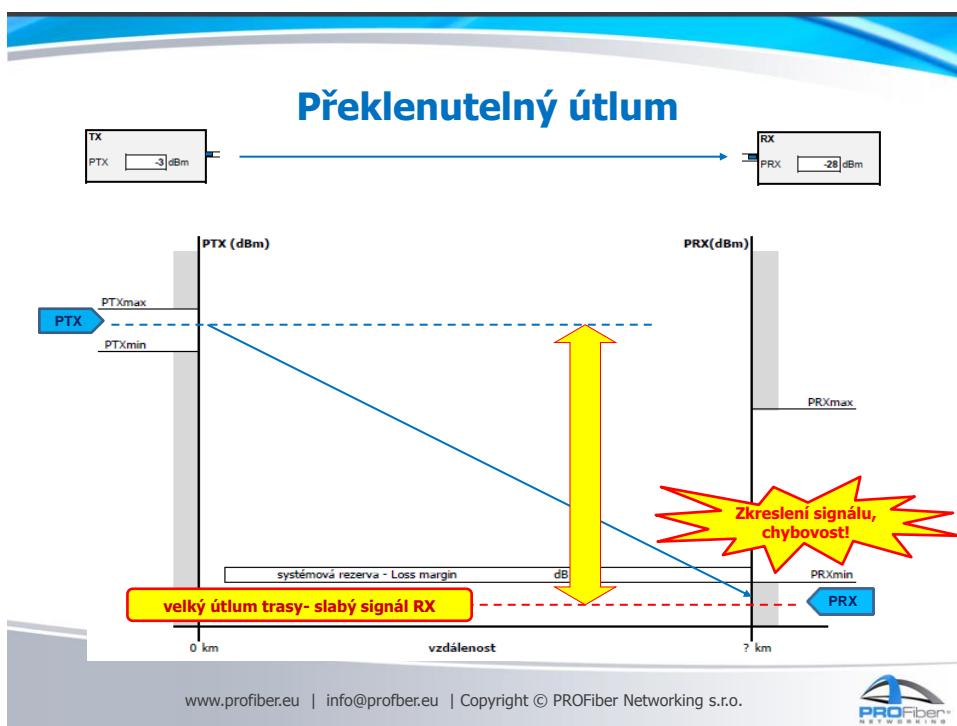
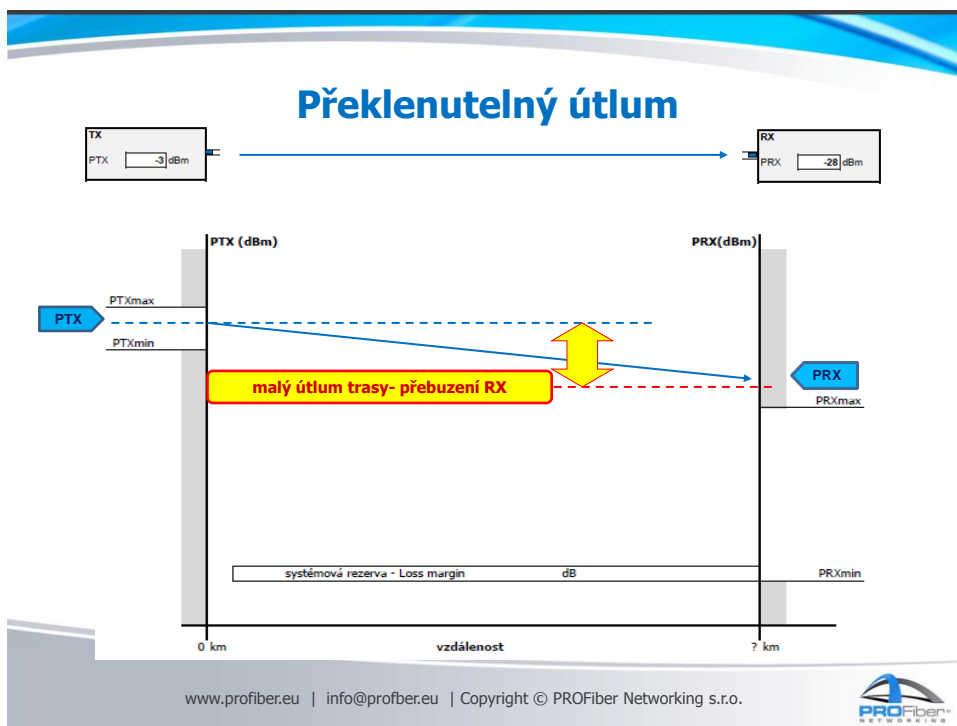


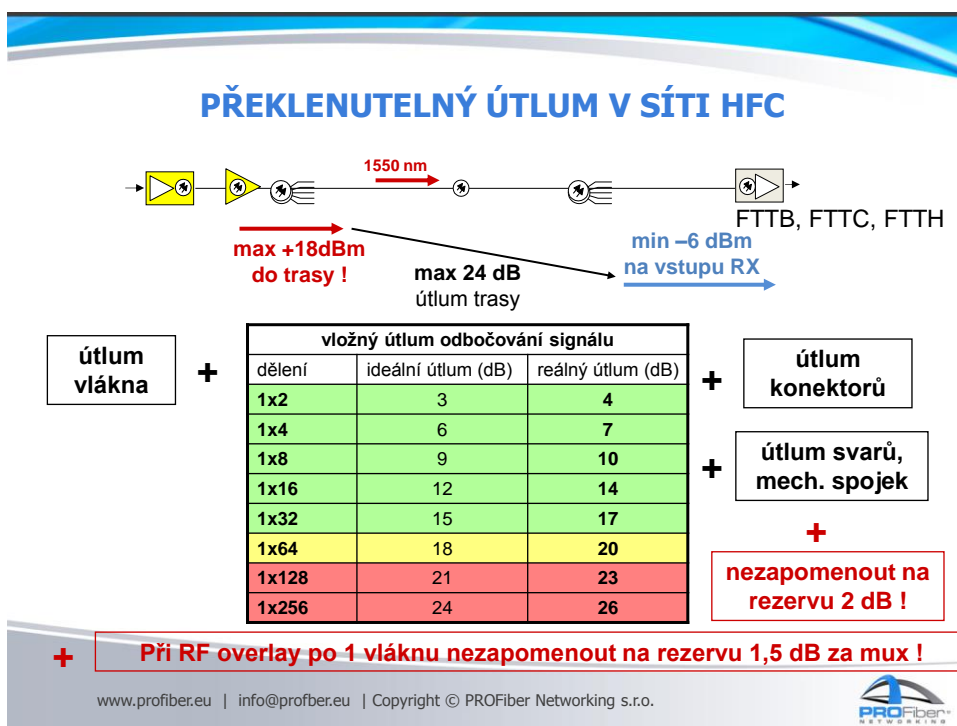
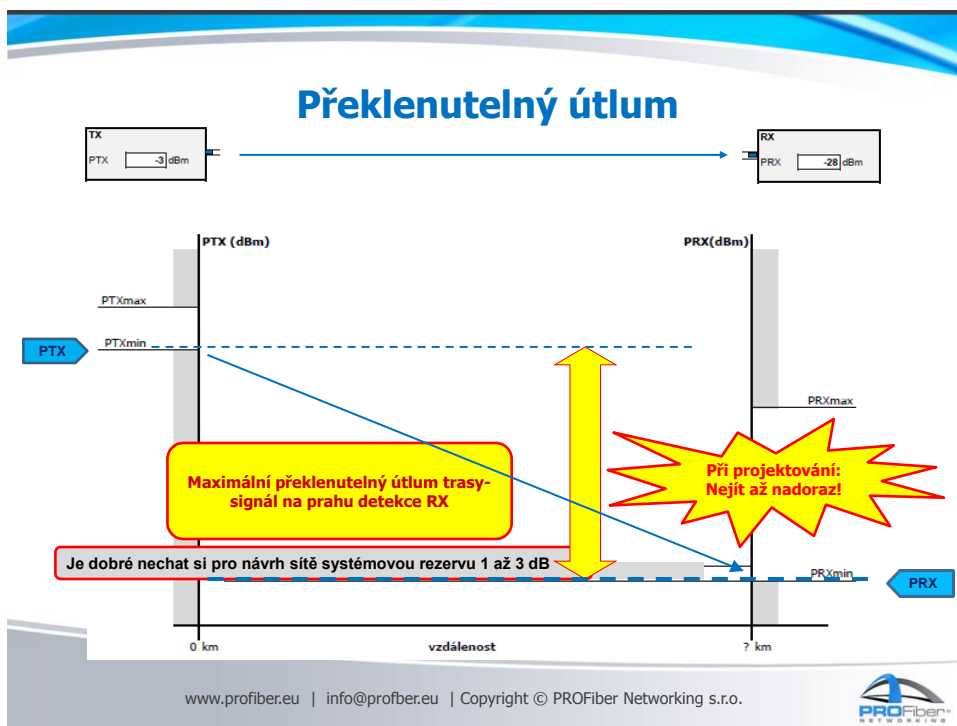
## PŘEKLENUTELNÝ ÚTLUM

...umění optické komunikace



www.profiber.eu | info@profiber.eu | Copyright © PROFiber Networking s.r.o.






# PŘIJÍMAČE RX

...umění optické komunikace

www.profiber.eu | info@profiber.eu | Copyright © PROFiber Networking s.r.o.






## PŘEKLENUTELNÝ ÚTLUM V SÍTI HFC

1550 nm →  RX


Optické přijímače TV signálu - úroveň vf signálu na výstupu

vložený útlum odbočování signálu		
opt. výkon na vstupu RX (dBm)	výstupní vf úroveň (dB $\mu$ V)	aplikace
- 6 dBm	86 dB $\mu$ V	A:FTTH
- 6 dBm	102 dB $\mu$ V	B:FTTB 20 HP
- 6 dBm	115 dB $\mu$ V	C:FTTB 100 HP
- 8 dBm	82 dB $\mu$ V	A:FTTH
- 8 dBm	98 dB $\mu$ V	B:FTTB 20 HP
- 8 dBm	111 dB $\mu$ V	C:FTTB 100 HP

A →   
 B →   
 C → 

platí pro 42 kanálů CENELEC, OMI 4% (Optical Modulation Index)  
 nonlinearity 2. řádu (CSO) -60 dBc, nonlinearity 3. řádu (CTB) -60 dBc při -6dBm platí pro 42 kanálů CENELEC

www.profiber.eu | info@profiber.eu | Copyright © PROFiber Networking s.r.o.

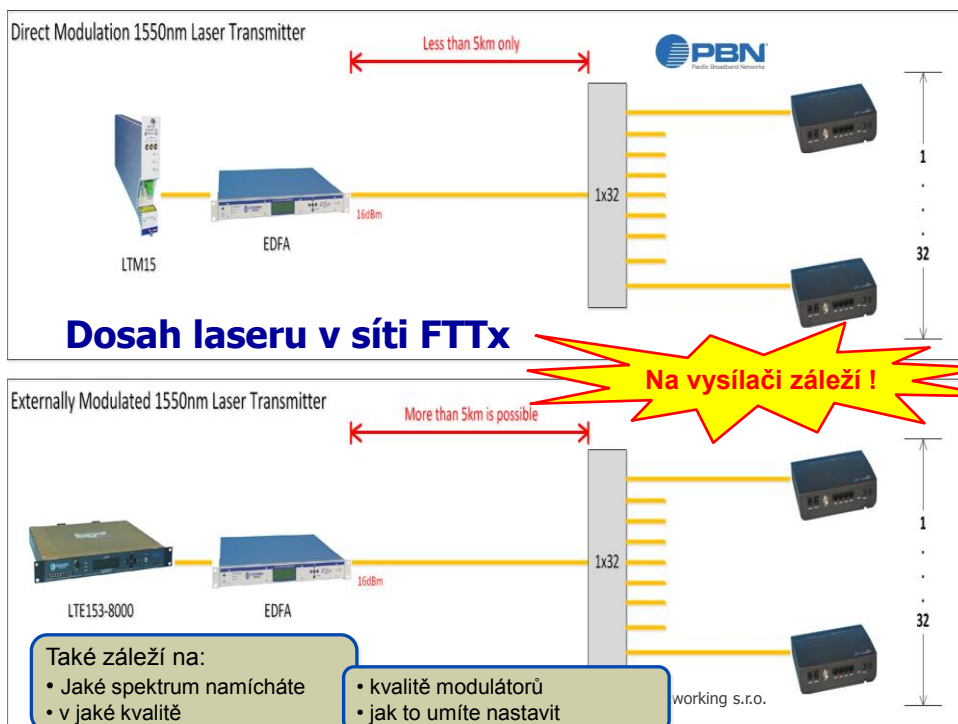


# VYSÍLAČE TX (+ EDFA ZESILOVAČE)

...umění optické komunikace  
...umění optické komunikace



www.profiber.eu | info@profiber.eu | Copyright © PROFiber Networking s.r.o.



## RF overlay - Dosah laseru v síti FTTx

**OMI (Optical Modulation Index) = hloubka AM modulace laseru**  
**OMI lze nastavit 1% - 10%**

**Zvýšíme OMI = modulujeme laser více → zvýší se RF signál na výstupu RX**  
 → zvýší se C/N (**OK**)  
 → narostou nelinearity (CSO,CTB) - **POZOR!**

**Přidáme +1dB RF signálu → zvýší se C/N o +1dB → zhorší se CSO o 2dB + zhorší se CTB 3dB**

## RF overlay – Co nám brání ve větším dosahu?

**Chirp laseru – nestabilita jeho frekvence/vln délky při intenzitní modulaci proudem.**

**Co s tím?**

**Laser s malým chirpem nebo ještě lépe – externí modulátor**

## RF overlay – Co nám brání ve větším dosahu?

**CD – chromatická disperze** →  
 nelinearita přenosové cesty E/O – O/E.

Co udělá nelinearita přenosové charakteristiky?

→ nelineární produkty:

2. řádu CSO

3. řádu CTB

CSO, CTB postihuje hlavně vyšší část spektra ( $\approx 500-1000\text{MHz}$ )

Co s tím?

Jak se nelinearity zbavit?

- Vložit prvek s opačnou nelinearitou = predistorze CD v TX
- Kompenzovat CD přímo na trase (kompenzační vlákno)

## RF overlay – Co nám brání ve větším dosahu?

**SBS – Stimulated Brillouin Scattering =**

Stimulovaný Brillouinův rozptyl:

**DFB laser = vysoká energie v malém jádru v úzkém spektru** →

interakce optické vlny o velké energii s prostředím  $\text{SiO}_2$  →

→ vznikne akustická vlna → ta moduluje/ničí spektrum přenášeného signálu

→ vznikají parazitní intermodulace, šumy →

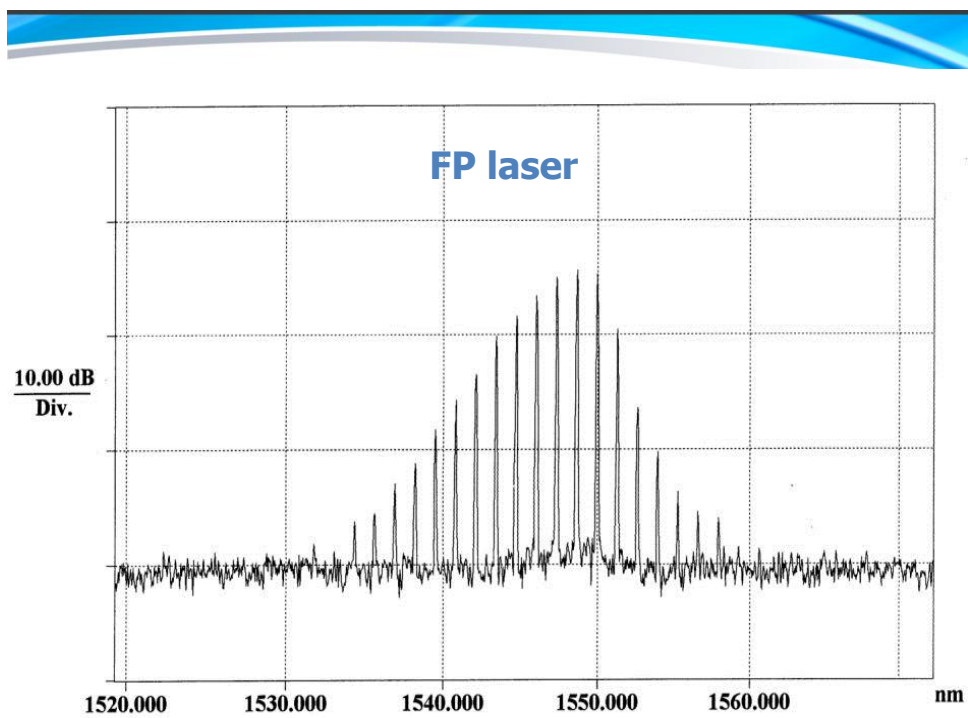
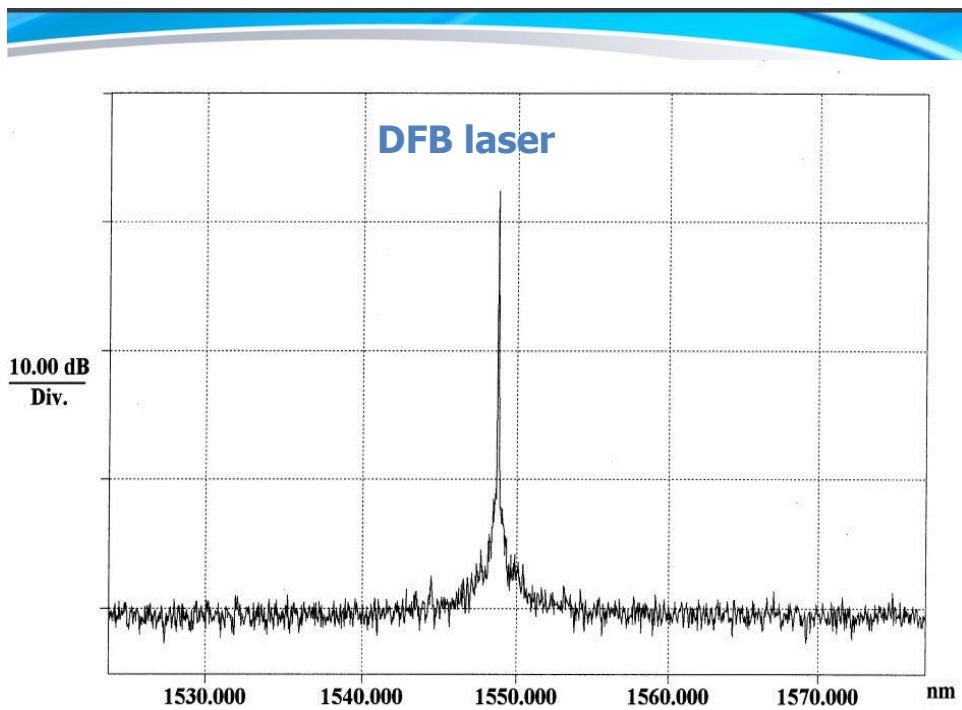
→ **Klesá C/N**

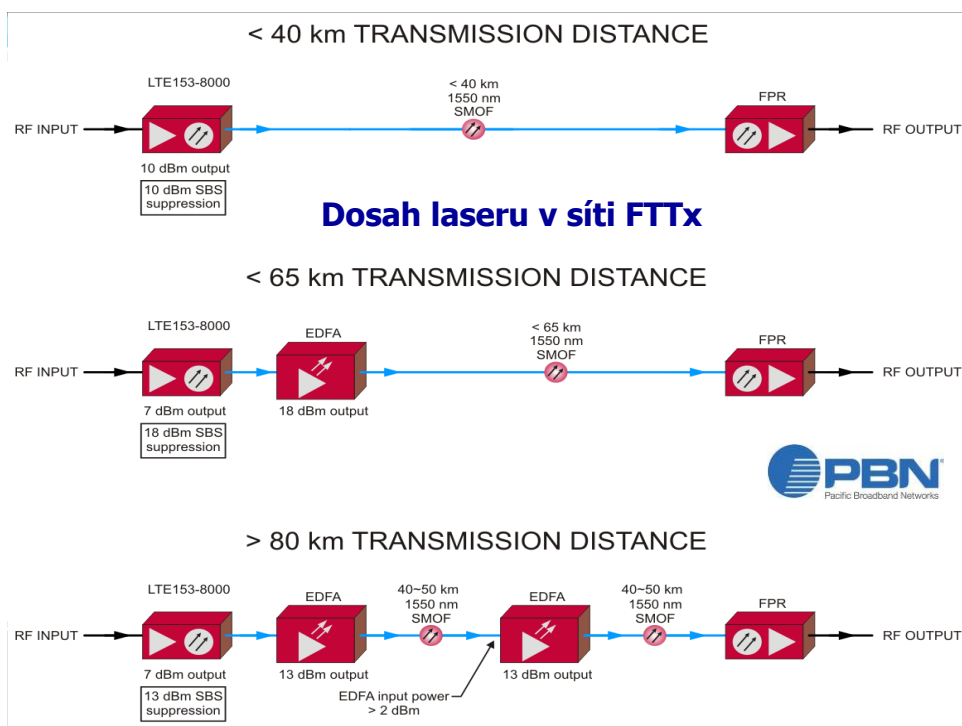
Co s tím?

Jak se SBS zbavit?

- Snížit Výkon
- Roztáhnout čisté spektrum DFB laseru







**PŘÍKLADY:  
VYSÍLAČE TX  
(+ EDFA ZESILOVAČE)**

...umění optické komunikace  
...umění optické komunikace

www.profiber.eu | info@profiber.eu | Copyright © PROFiber Networking s.r.o.

## Příklad: Laserové vysílače RF Overlay

### Light Link Series 2 – 19" sub-racks and nodes



- High power 1550nm applications

#### LTE153-5000



Long Haul Links

#### LTE153-8000



FTTx CATV Overlay

#### EDFA



High port density

www.profiber.eu | info@profiber.eu | Copyright © PROFiber Networking s.r.o.



## Příklad: Laserové vysílače RF Overlay



### LTE153-5000

**Long Haul**

High Performance Externally modulated 1550nm laser transmitter

- RF pre-distortion circuit for excellent CSO and CTB performance together with low distortion parameters.
- Optimized models for 60 PAL channels, 89 PAL channels, 70 NTSC channels or 110 NTSC channels.
- Flat response for 45–1003 MHz.
- Dual redundant hot swappable power supplies, universal mains or telecom battery.
- Field adjustable Stimulated Brillouin Scattering (SBS) suppression for optimized CSO to suit 14–18 dBm fibre line drive levels.
- A specialized FTTH version for very short fibre lines is available with up to 20 dBm SBS suppression.
- Field adjustable dispersion compensation.
- Front panel LCD for local monitoring of transmitter status.
- Integrated SNMP agent with RJ45 Ethernet port for remote monitoring.



www.profiber.eu | info@profiber.eu | Copyright © PROFiber Networking s.r.o.



## Příklad: Laserové vysílače RF Overlay



LTE153-8000

**FTTx CATV**

Externally modulated 1550nm laser transmitter

- RF pre-distortion circuit for excellent CSO and CTB performance with low distortion parameters.
- 2 x 7 dBm Optical outputs designed to support up to 89 PAL or 110 NTSC channels.
- Flat RF frequency response 45 to 870 MHz ideal for RF overlay on P2P or P2MP
- Option for dual redundant universal mains power supplies.
- Field adjustable Stimulated Brillouin Scattering (SBS) suppression and dispersion compensation.
- Suits 13~19 dBm fibre line drive levels when used with EDFA.
- Integrated SNMP agent with RJ45 Ethernet port for remote monitoring.
- Lateral cooling with field replaceable rear mount fans.
- RF input on rear panel, optical outputs on front panel.



www.profiber.eu | info@profiber.eu | Copyright © PROFiber Networking s.r.o.



## Příklad: Laserové vysílače RF Overlay



LTE1550

**Cost efficient**

The perfect Solution for the smaller HFC and FTTx Applications

- Analogue InGaAsP DFB low-chirp laser with optical isolator and thermoelectric cooler.
- Handles legacy analogue cable television as well as digital DVB-T or DVB-C formats.
- 45 MHz to 1000 MHz forward path RF amplifier with automatic gain control (AGC) for a constant optical modulation index (OMI).
- Automatic Peltier thermo-cooler control and automatic laser power control for constant laser temperature and optical output.
- Option for integrated Erbium Doped Fibre Amplifier (EDFA) to achieve the very high optical power levels as required for FTTH systems.
- Self-contained 19" subrack 1 RU with integrated universal mains power supply.
- Backlit LCD display provides status monitoring and control.
- Front panel mounted USB craft port with optional Ethernet port on the rear panel for SNMP/HTTP network management.



www.profiber.eu | info@profiber.eu | Copyright © PROFiber Networking s.r.o.



## Příklad: Laserové vysílače RF Overlay

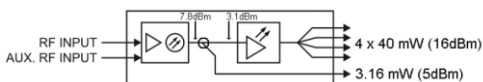


### LT1550 – Product Example

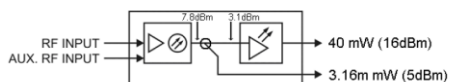
*Two in One*

1550 Direct Modulated TX & Erbium Doped Fibre Amplifier in one 1RU Housing

#### LT1550-160-33-F4-SC-SNMP



#### LT1550-40-33-0-SC-SNMP



www.profiber.eu | info@profiber.eu | Copyright © PROFiber Networking s.r.o.



## Příklad: Optické EDFA pro RF Overlay



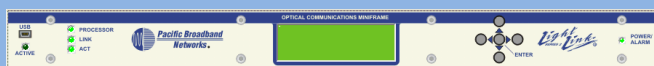
### EDFA

*High Port Density*

#### Erbium Doped Fibre Amplifier

- Suitable for analog and digital television systems, DOCSIS, CATV, FTTH and more applications.
- Suits 1550 nm DWDM applications for multiple wavelengths on single fibre.
- EDFA optical amplifier technology to extend analog and digital CATV to suit long distance feeders or larger FTTH distribution systems.
- Single, dual, tri, or quad 980 nm pump amplifier models are available with selections between **20~1280 mW (13~31 dBm) optical output.**
- SNMP/HTTP monitoring, management and control as a standard inclusion.

Front



Back



www.profiber.eu | info@profiber.eu | Copyright © PROFiber Networking s.r.o.



## Příklad: Varování !



### High Power 1550nm application notes

**Attention!**

- Maximum launch level per fibre is **40mW (16dBm)** to avoid **Stimulated Brillouin Scattering (SBS)** or **back scattering**.
- SBS suppression is used to increase CNR and CSO performance for long distance fibre networks. It works by distributing the signal across the optical bandwidth so it is not focussed at one frequency. In DWDM systems, **this widening can affect adjacent channels**.
- **Externally modulated sources** must be applied in FTTx networks where the **links distance to the first splitter is 5 Km or above**.



# PŘÍKLADY: STAVEBNÍ BLOKY HFC/RFoG

...umění optické komunikace  
...umění optické komunikace  
...umění optické komunikace



## HFC – OVERLAY SOLUTIONS

### Modulární a redundantní řešení



AIMA3000



OCMR



### Kompaktní 1RU řešení



- 1RU Přimo modulovaný 1550nm TX
- 1RU Externě modulovaný 1550nm TX



- 1RU EDFA až s 16 portů
- 1RU Integrované řešení TX a EDFA



Sofistikovaný softwarový balíček pro Network Management

www.profiber.eu | info@profiber.eu | Copyright © PROFiber Networking s.r.o.



## HFC – OVERLAY SOLUTIONS

### Modulární a redundantní řešení



AIMA3000



Lze kombinovat  
OLT-TX1550nm-EDFA  
od různých výrobců  
(když se to umí)

### Kompaktní 1RU řešení



- 1RU Přimo modulovaný 1550nm TX
- 1RU Externě modulovaný 1550nm TX



- 1RU EDFA až s 16 portů
- 1RU Integrované řešení TX a EDFA

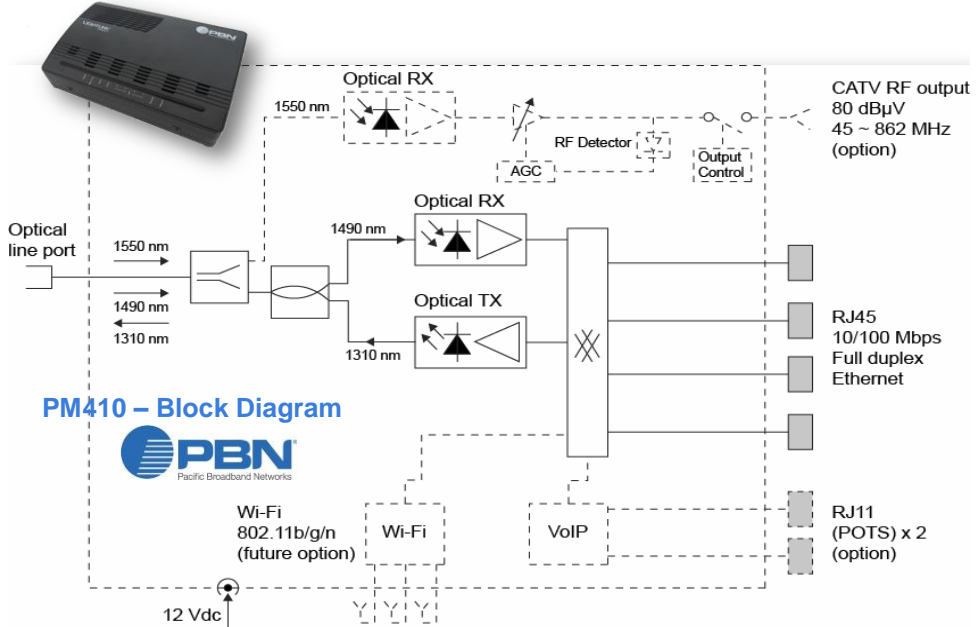


Sofistikovaný softwarový balíček pro Network Management

www.profiber.eu | info@profiber.eu | Copyright © PROFiber Networking s.r.o.

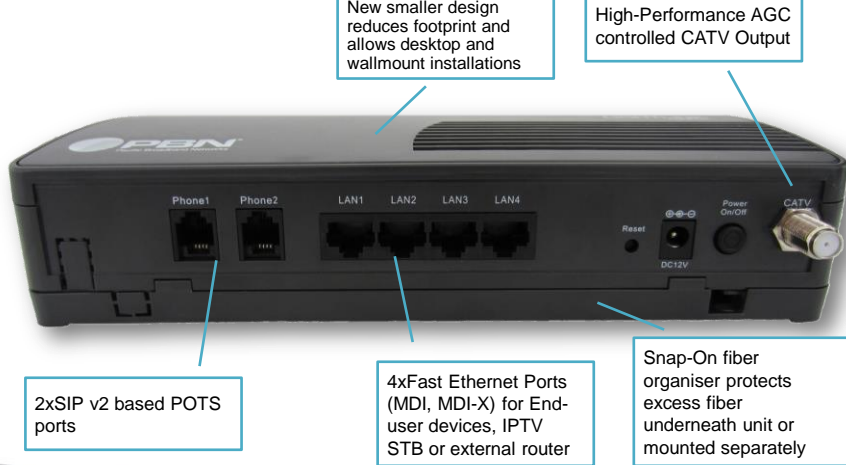


## FTTH GW – GEPON ONT s RF OVERLAY RX



## FTTH GW – GEPON ONT s RF OVERLAY RX

### PM410VT – Rear View





## ZÁVĚREM

HFC → Fiber Deep → RFoG ?

DOCSIS 2 → DOCSIS 3

CMTS 1000 HC → 500 HC → 100 HC (mini CMTS)

MiniCMTS – viz LICA

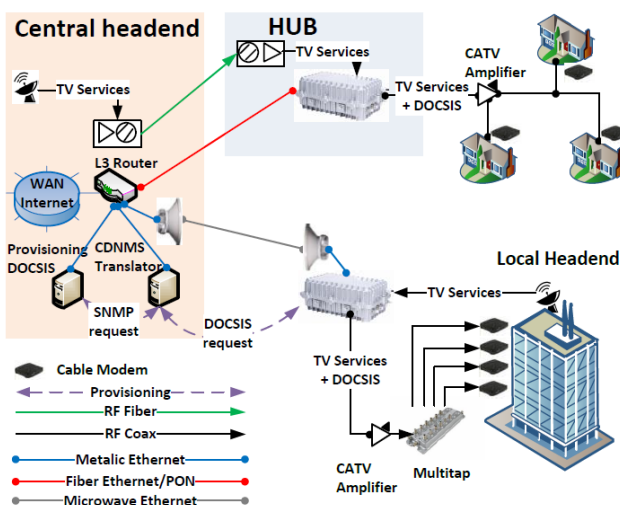


www.profiber.eu | info@profiber.eu | Copyright © PROFiber Networking s.r.o.



## ZÁVĚREM

MiniCMTS – viz LICA



www.profiber.eu | info@profiber.eu | Copyright © PROFiber Networking s.r.o.

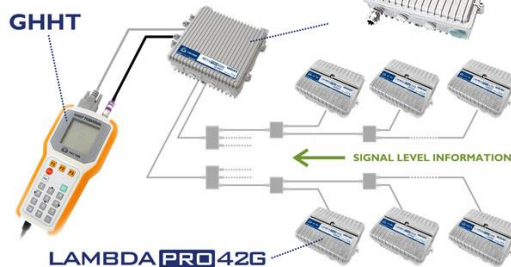


## ZÁVĚREM

Záleží nejen na vlastnostech TX a parametrech optické trasy,  
ale také na vlastnostech RX – viz dále

A co zpětné směry ?  
A co koaxiální zesilovače?

... nápady a příklady viz



AKADEMIE VLÁKNOVÉ OPTIKY A OPTICKÝCH KOMUNIKACÍ<sup>®</sup>