

Měření OSNR v DWDM sítích s ROADM

Martin Hájek, Miroslav Švrček
MIKROKOM, s.r.o.

www.mikrokom.cz

Optická měření DWDM spojů $\Rightarrow$ OSA

(Optický Spektrální Analyzátor)



Základní klíčové optické parametry

- λ kanálu (ITU rastr)
- P kanálu, vyrovnanost
- **OSNR**

nejkomplexnější
nároky na měřicí
přístroj

Požadavky na měřicí techniku - OSA

- přesnost měření λ , spektr. linearita, rozlišení, RBW
- přesnost měření P, linearita, RBW
- přesnost měření P, linearita, citlivost, ORR, RBW, PDL, metoda

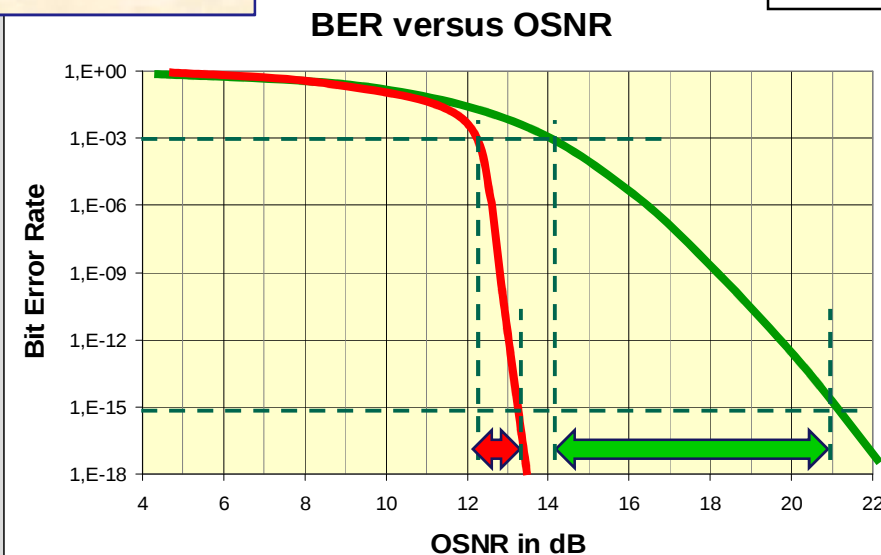
www.mikrokom.cz



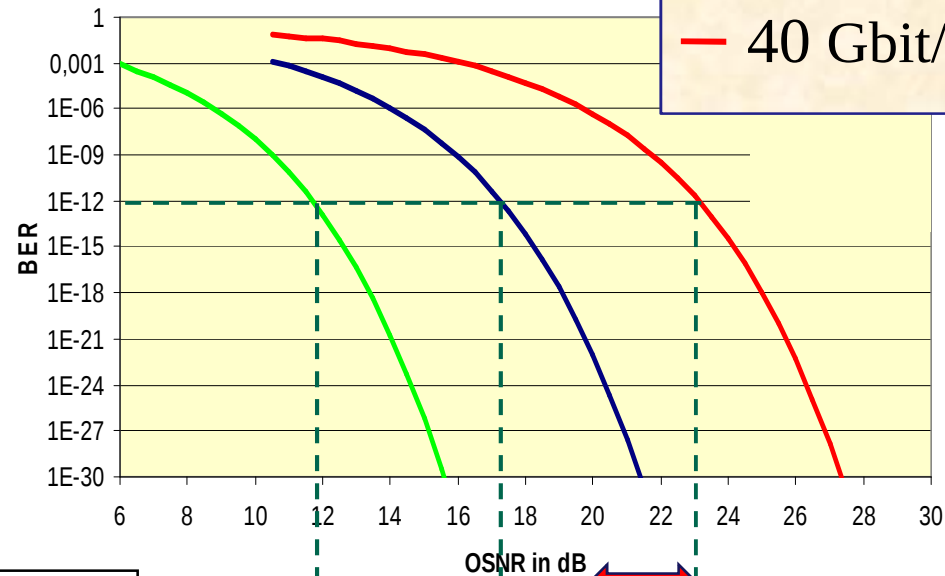
Stále rostou požadavky na přesné měření OSNR

Příklad účinku užití FEC (Forward Error Correction)

10 Gbit/s



zdroj: JDSU



cca. 12 18 23 dB

bez FEC

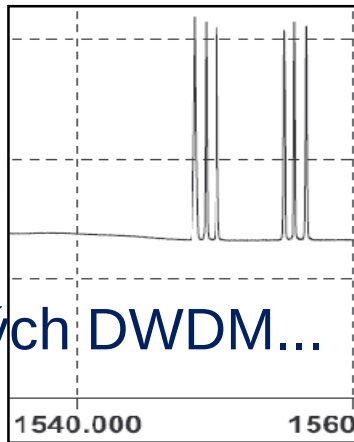
FEC

www.mikrokom.cz



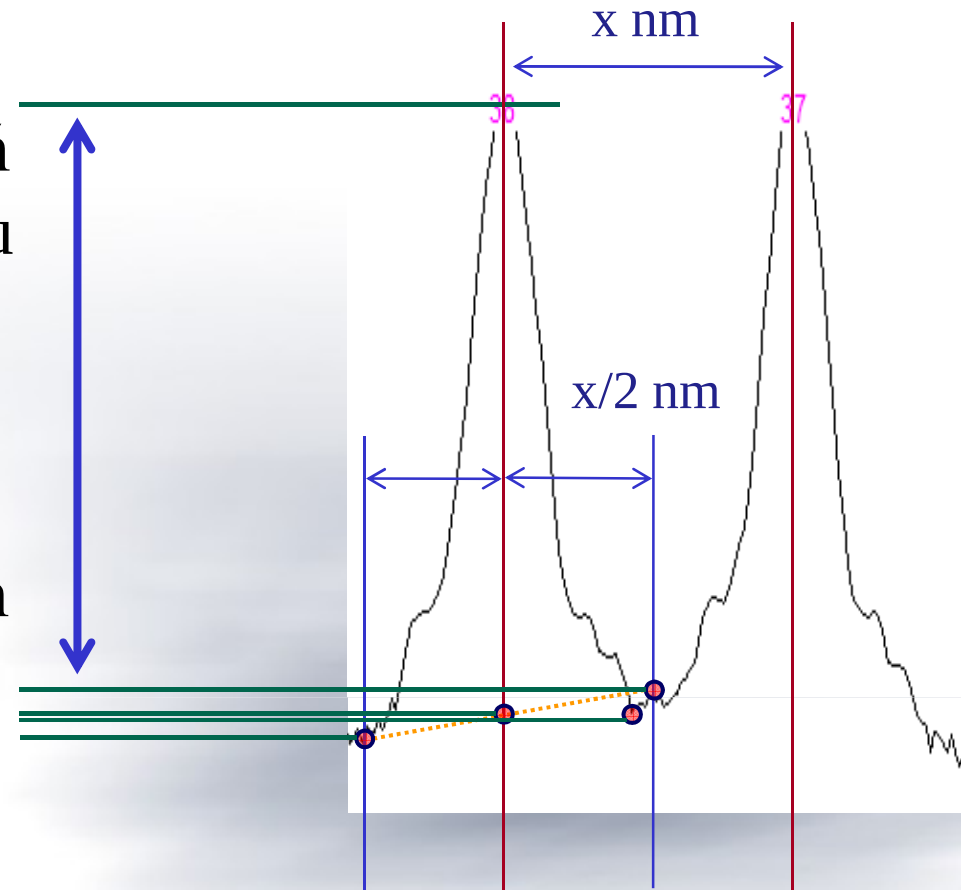
Měření OSNR: staré dilemma

klasických DWDM...



úroveň
signálu

úroveň
šumu
?

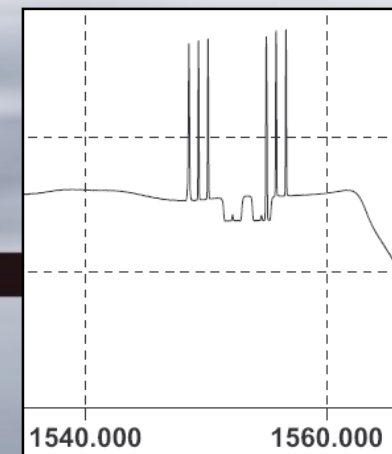


... v novém hávu:

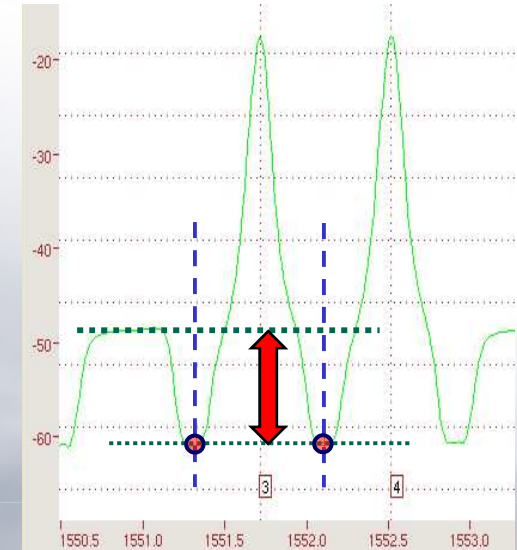
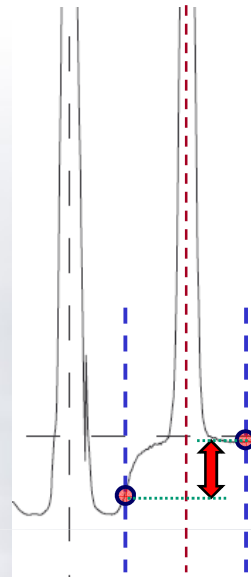
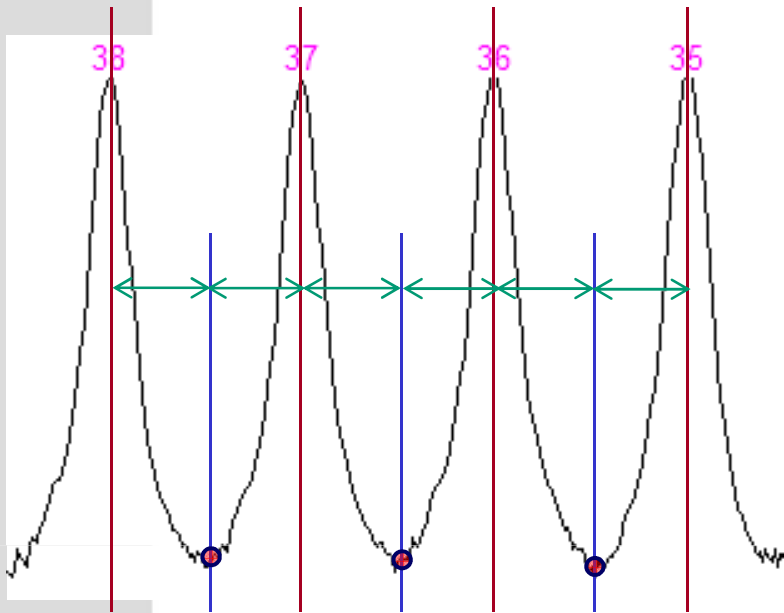
➤ OADM, ROADM,
FBG DCM



zdroj: JDSU

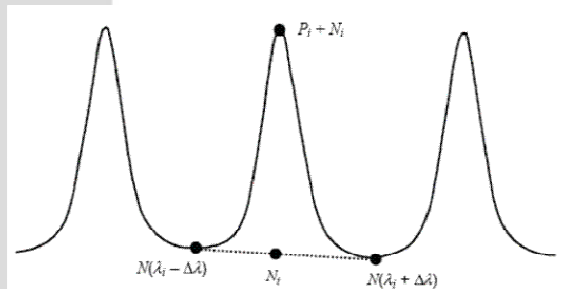


Problém: nelze užít klasické postupy ...

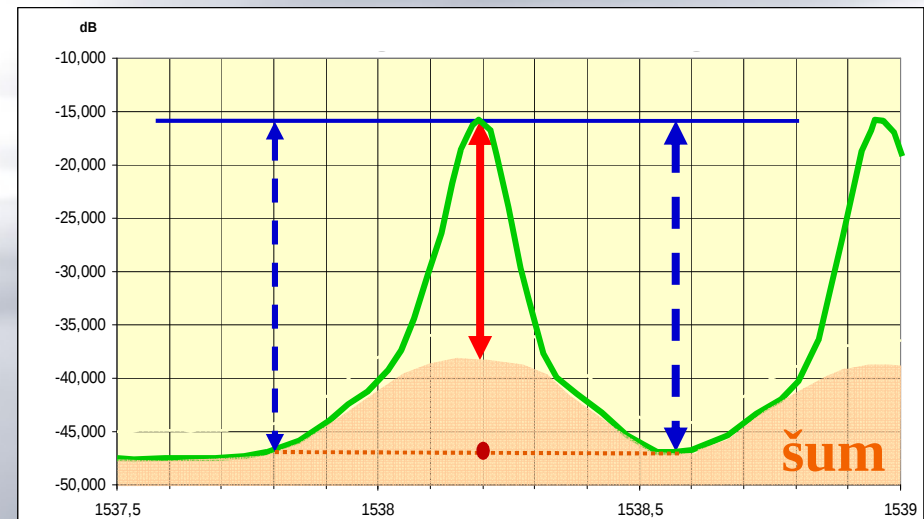


zdroj: JDSU

... a měřit OSNR mimo samotný kanál („*out of band*“)



zdroj: ČSN EN IEC 61280-2-9



Je nutné přesně měřit OSNR přímo v kanálu („in band“)

JAK?

$$OSNR = \frac{P_{Signal}}{P_{in-band_Noise}}$$

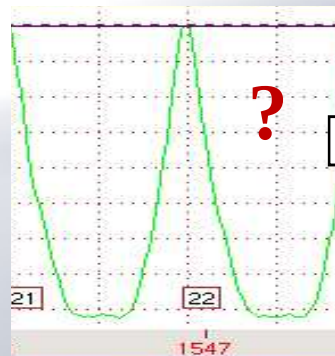
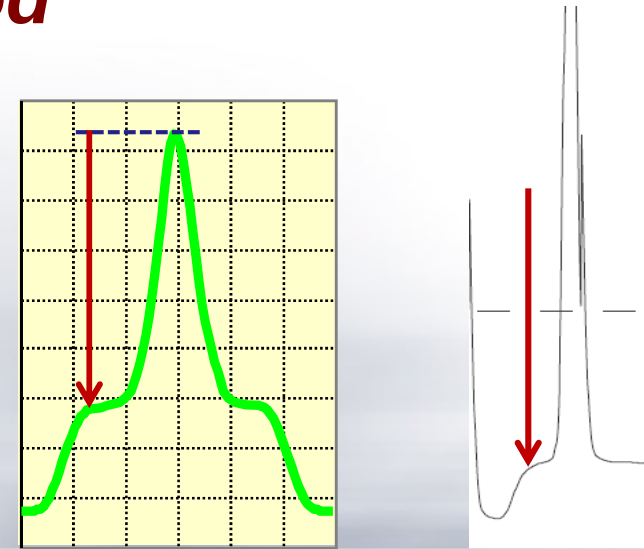


zdroj: JDSU

- zkusit to „rafinovaně“ odečíst z náměrů bez změny hardwaru
- opticky oddělit signál a šum

Metoda určení z náměrů bez změny hardwaru „Shoulder method“

- + velmi jednoduchá
- stále rostoucí řada omezení použití, tvar náměru kanálu závisí na:
 - přenosové rychlosti
 - typu kódování (NRZ, RZ, ...)
 - charakteristice ROADM filtrů
 - kaskáda ROADM
 - ORR, RBW
 - ITU rastru
 - překrývání kanálů
 - úrovní P – resp. samotném OSNR

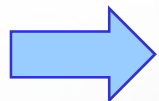


zdroj: JDSU

www.mikrokom.cz

Opticky oddělit signál a šum

JAK ?

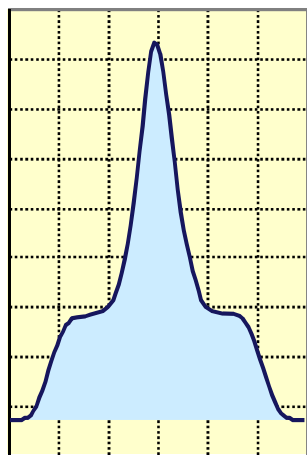


liší se opticky
zásadně signál
a šum?



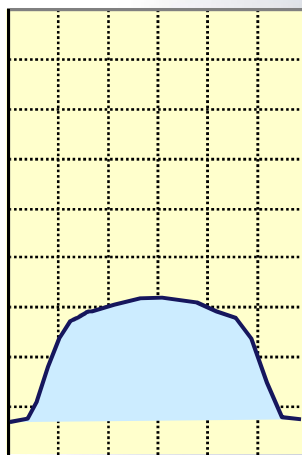
POLARIZACE

ideál:



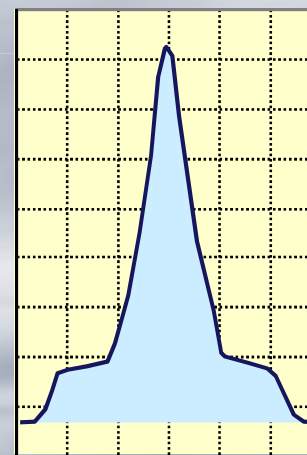
=

nepolarizovaný
šum



+

polarizovaný signál
+ nepolarizovaný šum



problém: neznáme polarizaci vstupního signálu,
navíc různé kanály mohou být různě polarizované

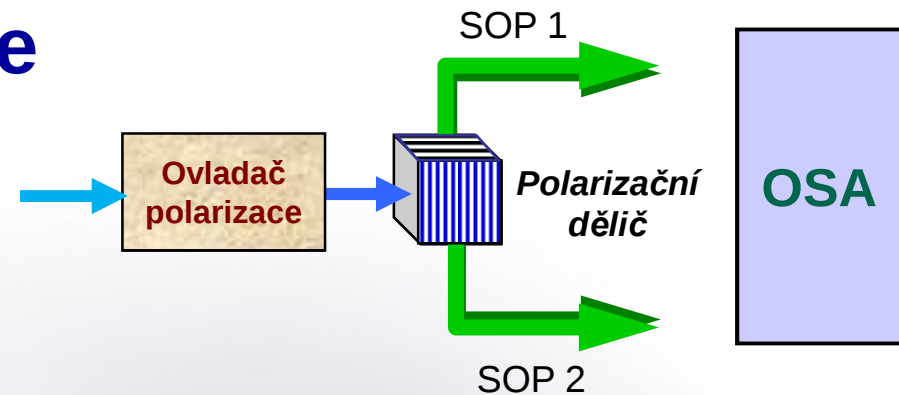
www.mikrokom.cz



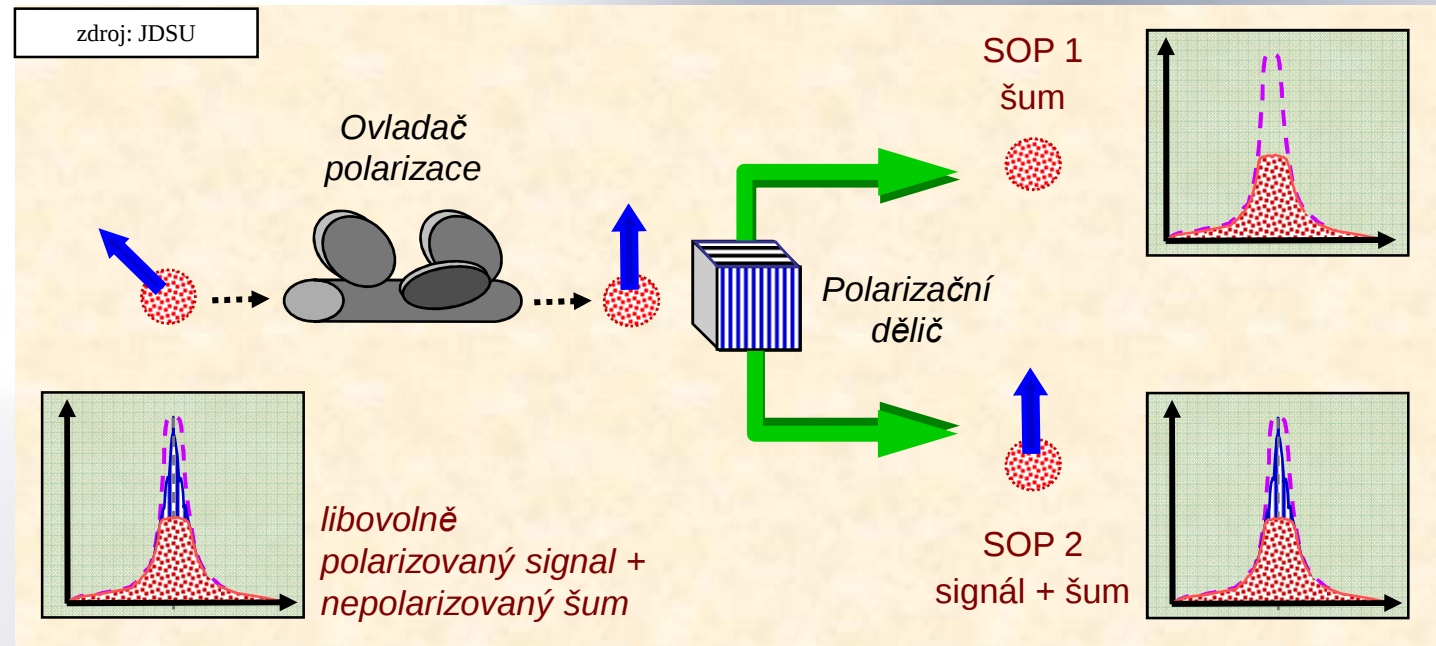
Užití polarizačního děliče + ovladače polarizace

➤ „Optical Polarization Splitting (Nulling) Method“

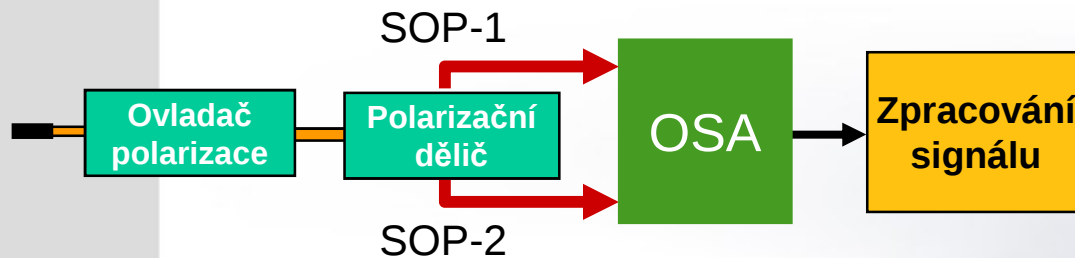
- pomocí ovladače a děliče skenována polarizace vst. signálu
- nejsložitější metoda – ale **přímé měření OSNR ve středu kanálu** („*in band*“)
- nezávislá na různé polarizaci kanálů či jejich překryvu, charakt. ROADM, ...



➡ „*nalezení*“ polarizace signálu a jeho oddělení od šumu



OSA-320 - In-band OSNR OSA



zdroj: JDSU

- + • Provádí až 1000 měření pro nalezení polarizace jednotlivých kanálů potřebné pro oddělení signálu od šumu
- Na základě **změřeného** rozložení šumu určí „in-band OSNR“
- Je schopen měřit in-band OSNR i v systémech s překryvem spektra kanálů a s kaskádou ROADM
- Měření je nezávislé na typu ROADM filtru
- Měření je odolné vůči vysokému PMD
- • Pomalejší měření kvůli nalezení polarizace jednotlivých kanálů

→ Přesnost vyžaduje měřicí čas

Vysoké hodnoty ORR:

45 dBc pro ± 25 GHz ($\pm 0,2$ nm)

48 dBc pro ± 50 GHz ($\pm 0,4$ nm)

Vysoká přesnost měření vlnové

délky: $\pm 0,010$ nm

(interní kalibrace vlnové délky)

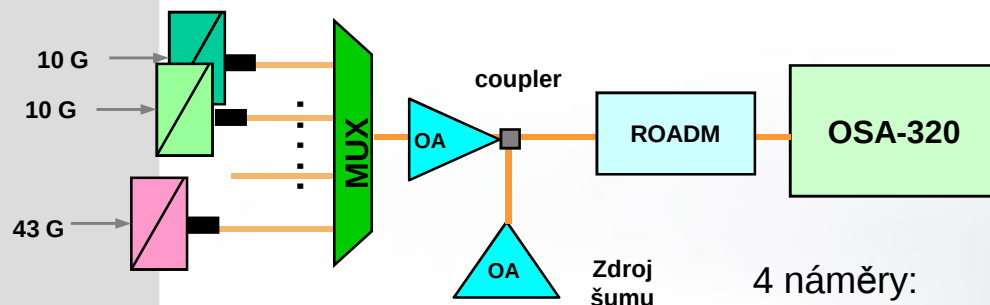
RBW:

0,060 nm

www.mikrokom.cz

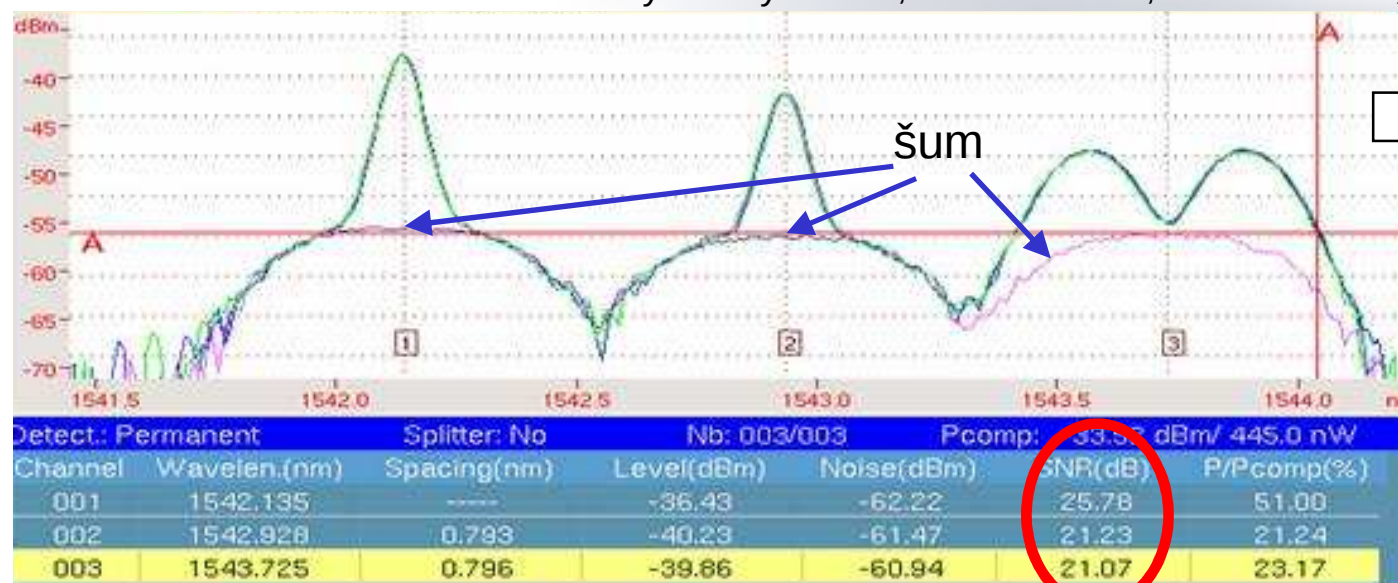


Praktická měření s OSA-320



Počet kanálů: 3 (2x 10,7G + 1x 43G CSRZ)
Rozestup kanálů: 100 GHz

4 náměry:
všechny kanály aktivní, Ch1 neaktivní, Ch2 neaktivní, Ch3 neaktivní



zdroj: JDSU

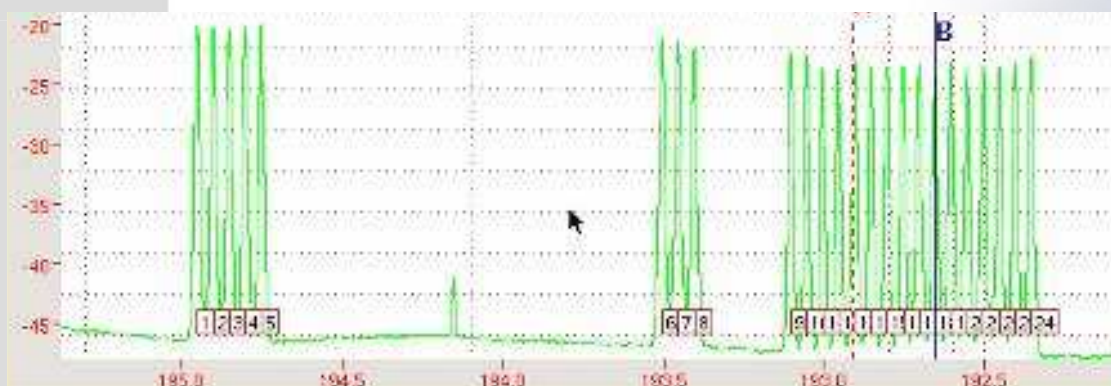
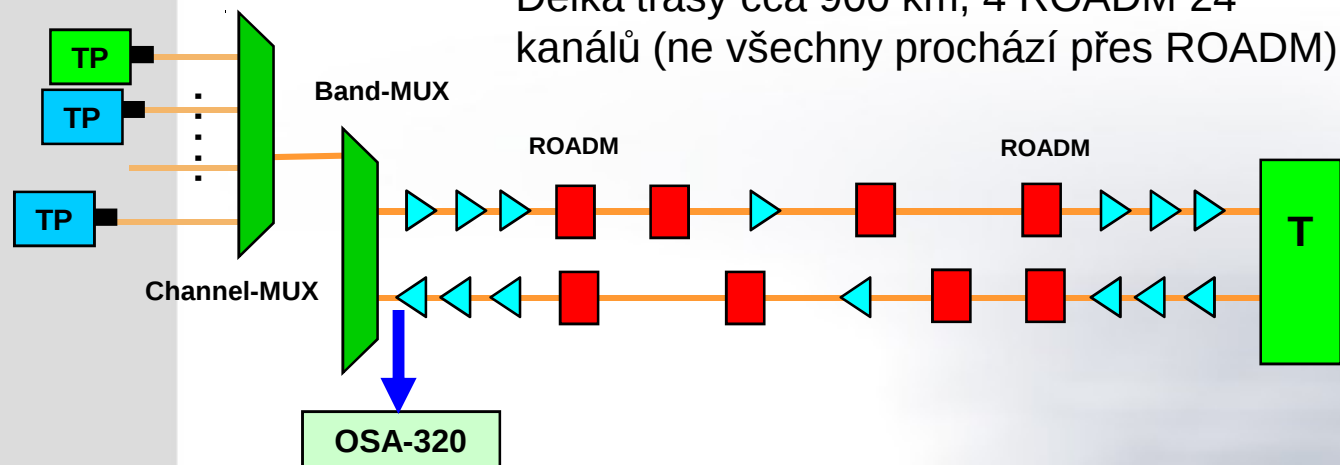
Ch	Vlnová délka (nm)	měřené out-of-band OSNR	Manuálně odečtené in-band OSNR	měřené in-band OSNR	Rozdíl mezi out-of-band a in-band OSNR
1	1542.135	25.78 dB	16.57 dB	16.30 dB	9.48 dB
2	1542.928	21.23 dB	13.27 dB	13.40 dB	7.83 dB
3	1543.725	21.07 dB	13.64 dB	14.01 dB	7.06 dB

Praktická měření s OSA-320

- byly provedeny 4 náměry, které jsou zobrazeny současně:
 - 1) všechny kanály aktivní
 - 2) Ch1 neaktivní
 - 3) Ch2 neaktivní
 - 4) Ch3 neaktivní
- postupným vypínáním vždy jednoho kanálu získáme rozložení šumu ve spektru
- pomocí kurzorů bylo manuálně odečteno skutečné In-band OSNR
- porovnáním manuálně odečteného a změřeného in-band OSNR pomocí OSA-320 (v tabulce zeleně) je vidět, že hodnoty se velice dobře shodují (max. rozdíl cca 0,3 dB)
- porovnáním změřeného „out-of-band“ OSNR, tedy způsobem který používají „standardní“ OSA (červeně) a in-band OSNR (zeleně) je naopak vidět, že rozdíly mohou být více než 7 dB !

www.mikrokom.cz

Praktická měření s OSA-320



Detect: Permanent		Splitter: No	Nb: 024/024		Pcomp: -7.17 dBm/ 191.7 uW	
Channel	Freq.(THz)	Spacing(THz)	Level(dBm)	Noise(dBm)	OSNR(dB)	P/Pcomp(%)
016 ITU CH: 27.5	192.7525	0.0504	-22.43	-44.33	21.89	2.97
017 ITU CH: 27.0	192.7023	0.0502	-22.36	-40.82	18.45	3.02
018 ITU CH: 28.5	192.8527	0.0496	-22.77	-42.03	19.25	2.75
019 ITU CH: 28.0	192.8024	0.0503	-21.98	-40.99	19.02	3.31
020 ITU CH: 25.5	192.5528	0.0496	-22.33	-42.10	19.74	3.03

	In-band	Out-of-band	Rozdíl in-out
Ch	OSNR (dB)	OSNR (dB)	OSNR (dB)
1	23,27	23,88	-0,61
2	23,05	23,22	-0,17
3	23,07	23,21	-0,14
4	23,28	22,90	0,38
5	23,65	23,79	-0,14
6	17,81	22,71	-4,90
7	18,14	21,92	-3,78
8	17,37	22,23	-4,86
:	:	:	:
16	21,89	21,63	0,26
17	18,45	21,60	-3,15
18	19,25	21,30	-2,05
19	19,02	21,92	-2,90
20	19,74	20,87	-1,13
21	18,01	21,13	-3,12
22	17,65	21,13	-3,48
23	18,90	21,56	-2,66
24	18,47	22,10	-3,63

zdroj: JDSU

www.mikrokom.cz



Praktická měření s OSA-320

- Byly provedeny 2 náměry za stejných podmínek systému:
 - 1) v režimu „standardního“ měření OSNR („out-of-band“ OSNR)
 - 2) v režimu měření „in-band“ OSNR
- Měření v režimu „standardního“ měření byly naměřeny hodnoty OSNR v rozsahu cca 21 až 23 dB
- Měření v režimu „in-band“ OSNR byly u kanálů 6, 7, 8 a 17 až 24 (kanály procházející ROADM) naměřeny hodnoty 17 až 19 dB
- Z porovnání hodnot „in-band“ a „out-of-band“ OSNR je vidět, že skutečné OSNR, získané měření v režimu „in-band“, může být až o 5 dB nižší než hodnota „out-of-band“, kterou měří standardní spektrální analyzátoři
- Praktická měření potvrzují, že **při měření v sítích s ROADM, je nutné měřit OSNR přímo v kanálu („in-band“)**. Ve srovnání s užitím tradiční metody lze naměřit odchylky i mnoha dB – ve výše uvedených srovnávacích měřeních to bylo až 5 - 7 dB.

Martin Hájek

martin.hajek@mikrokom.cz

Miroslav Švrček

miroslav.svrcek@mikrokom.cz

MIKROKOM, s.r.o.

Pod Vinici 622

143 00 Praha 4

Tel.: 241 760 100

Fax: 241 764 822

www.mikrokom.cz



www.mikrokom.cz