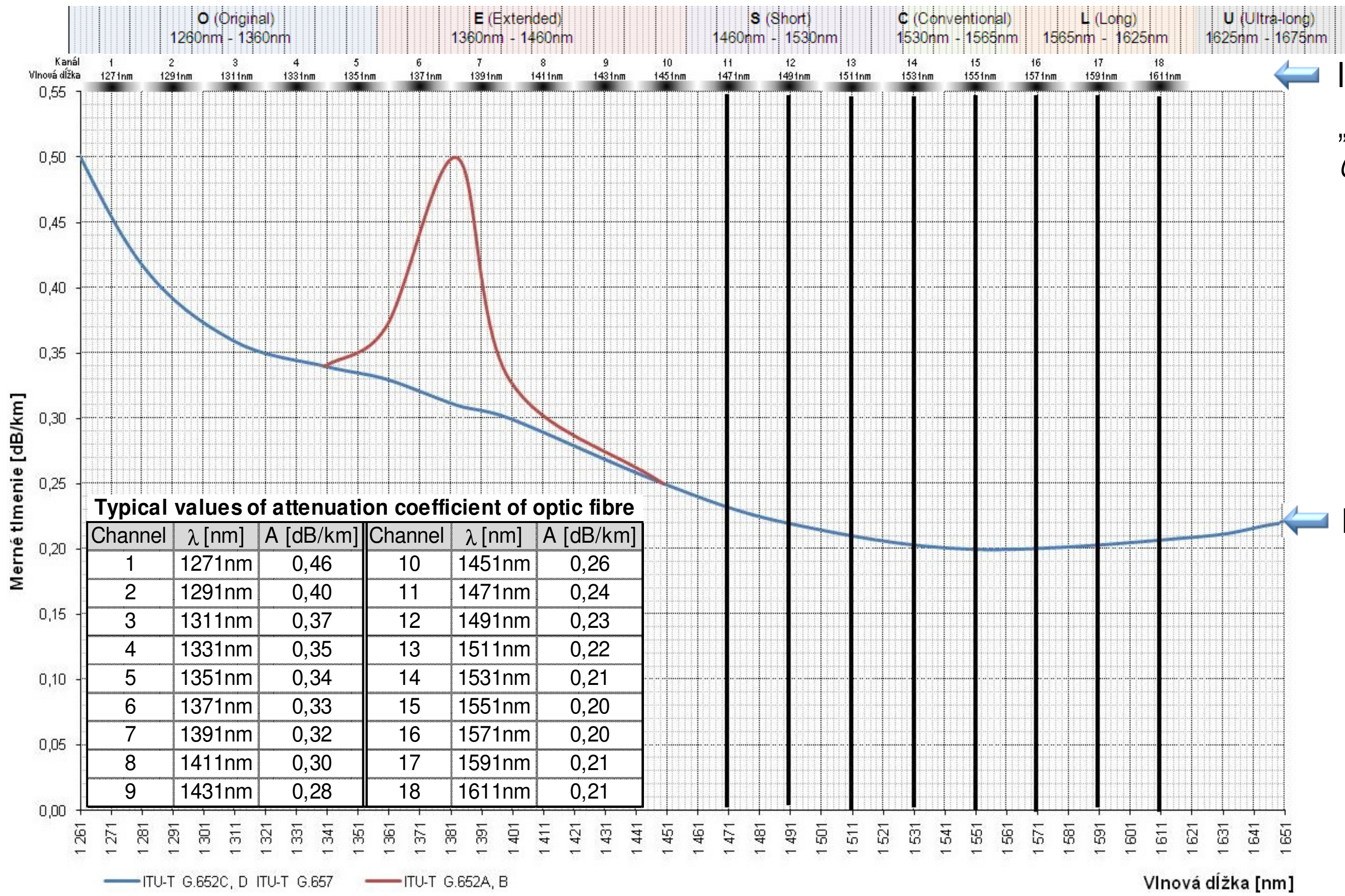
PASÍVNE CWDM FILTRE A ICH PRAKTICKÉ APLIKÁCIE

Spektrálna konektivita prenosových zariadení na SM vlákne

ZAŽIME TO SPOLU

OBSAH

SPEKTRÁLNE MOŽNOSTI SM VLÁKIEN



Typical values of attenuation coefficient of optic fibre

Channel	λ [nm]	A [dB/km]	Channel	λ [nm]	A [dB/km]
1	1271nm	0,46	10	1451nm	0,26
2	1291nm	0,40	11	1471nm	0,24
3	1311nm	0,37	12	1491nm	0,23
4	1331nm	0,35	13	1511nm	0,22
5	1351nm	0,34	14	1531nm	0,21
6	1371nm	0,33	15	1551nm	0,20
7	1391nm	0,32	16	1571nm	0,20
8	1411nm	0,30	17	1591nm	0,21
9	1431nm	0,28	18	1611nm	0,21

ITU-T G-series „*Supplement 39*"

ITU-T G.694.2

„*Spectral grids for WDM applications: CWDM wavelength grid*"

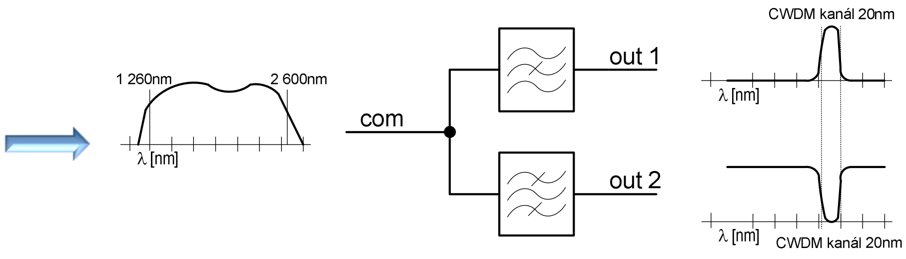
Merné tlmenie SM vlákien - typické

Pre lepšie spektrálne využitie SM optických vlákien je vhodné využiť CWDM mriežku v pásme s najnižším merným tlmením – posledných 8 kanálov (od 11 do 18; pásmo S, C a L).

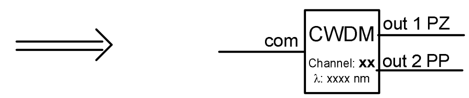
Nevylučuje sa tým využitie ostatných kanálov.

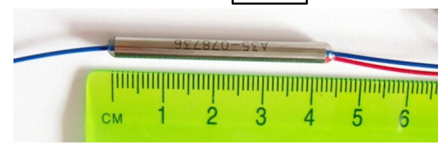
CWDM FILTRE

Kanálový filter

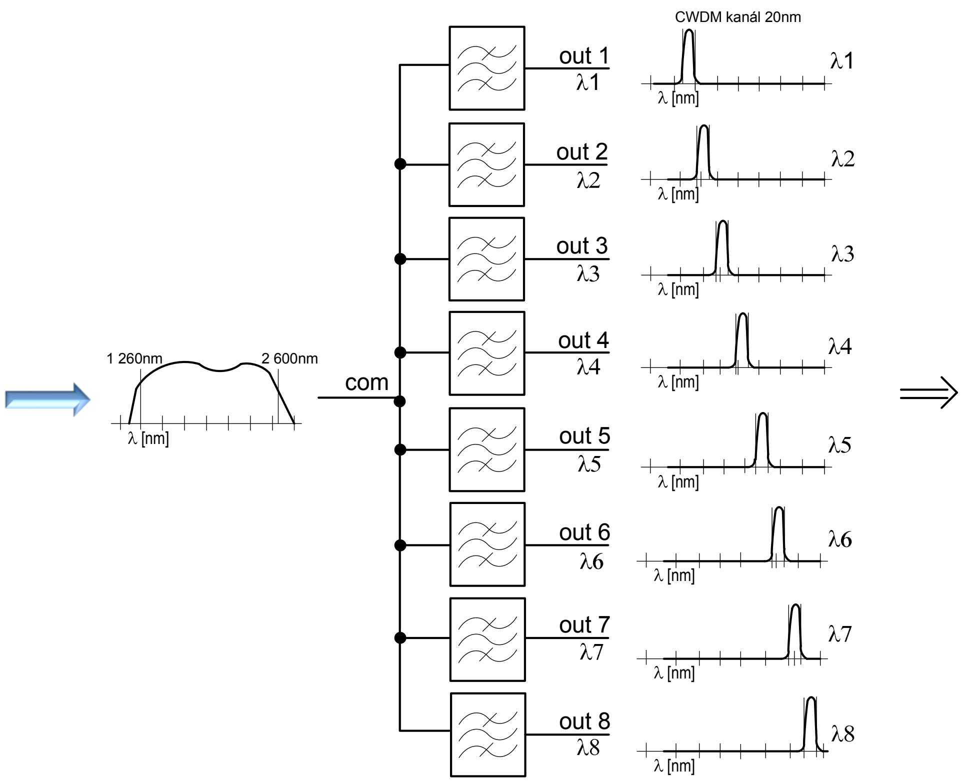


Schematická značka

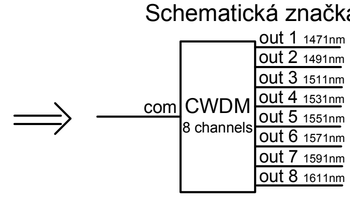




Centrálny filter



Schematická značka



SPEKTRÁLNE MERANIA CWDM FILTROV

Meracie prístroje

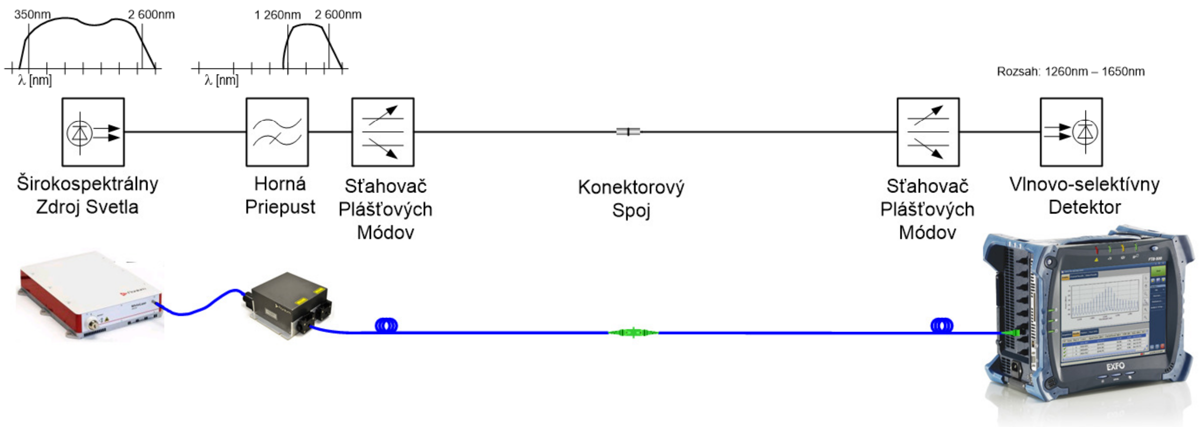
Širokospektrálny Zdroj Svetla	Fianium	P/N: WhiteLaser *micro*	350nm – 2 600nm	S/N: 10-1368
Horná Priepust	Fianium	P/N: ATOF *výstup 1*	1 260nm – 2 600nm	S/N: 10-1391
Konektorový Spoj	optocon technologies	SC/APC		
Vlnovo-selektívny Detektor	EXFO Platforma:	P/N: FTB-500-51-OCT		S/N: 675579
	Optical Spectral Analyzer:	P/N: FTB-5240S-EA	1 260nm – 1 650nm	S/N: 0000669612

*λ - **vlnová dĺžka** v meranom rozsahu 1260nm – 1650nm*
Spektrálna presnosť meracej zostavy 0,071nm
Hodnotenie výsledkov s krokom 1nm
*$P_R(\lambda)$ - **referenčný výkon** [dBm]*
*$P_T(\lambda)$ - **výkon prechádzajúci testovaným prvkom** [dBm]*

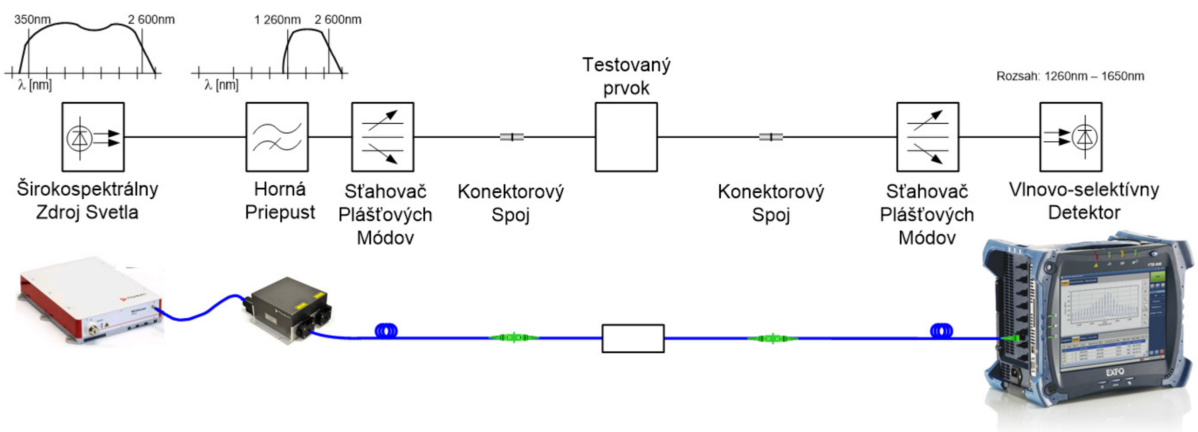
Spektrálnu charakteristiku tlmenia „A“ v dB meraného prvku potom možno vyjadriť nasledovným výpočtom.

$$A(\lambda) = P_R(\lambda) - P_T(\lambda) \quad [dB]$$

Referenčné meranie

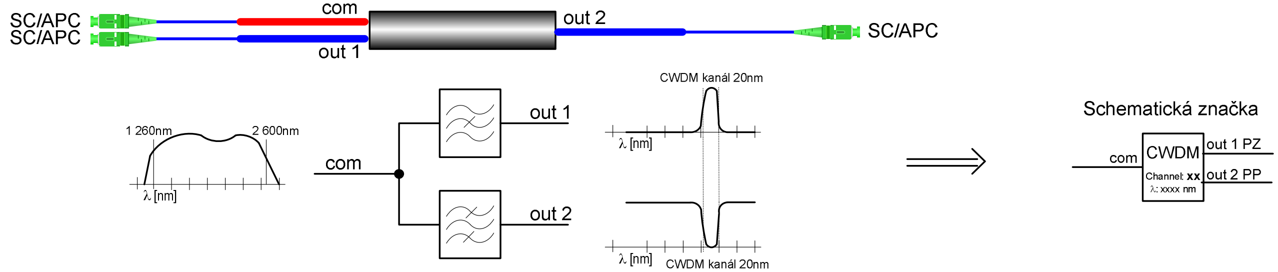


Meranie pasívneho prvku



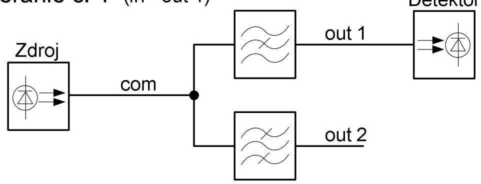
SPEKTRÁLNE MERANIA CWDM FILTROV

Pasívny filter

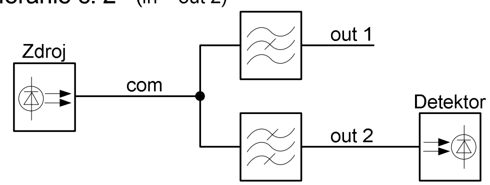


Meranie

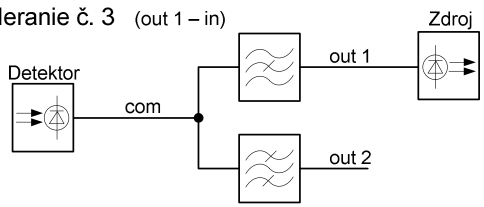
Meranie č. 1 (in - out 1)



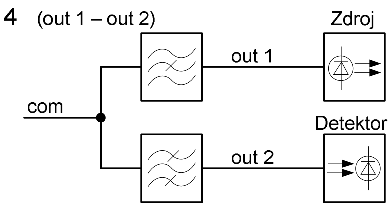
Meranie č. 2 (in – out 2)



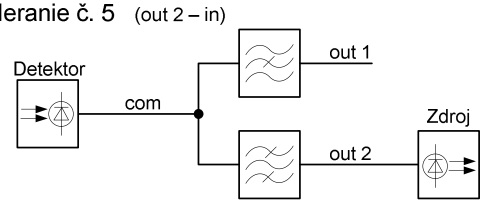
Meranie č. 3 (out 1 – in)



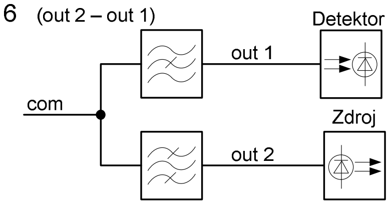
Meranie č. 4 (out 1 – out 2)



Meranie č. 5 (out 2 – in)

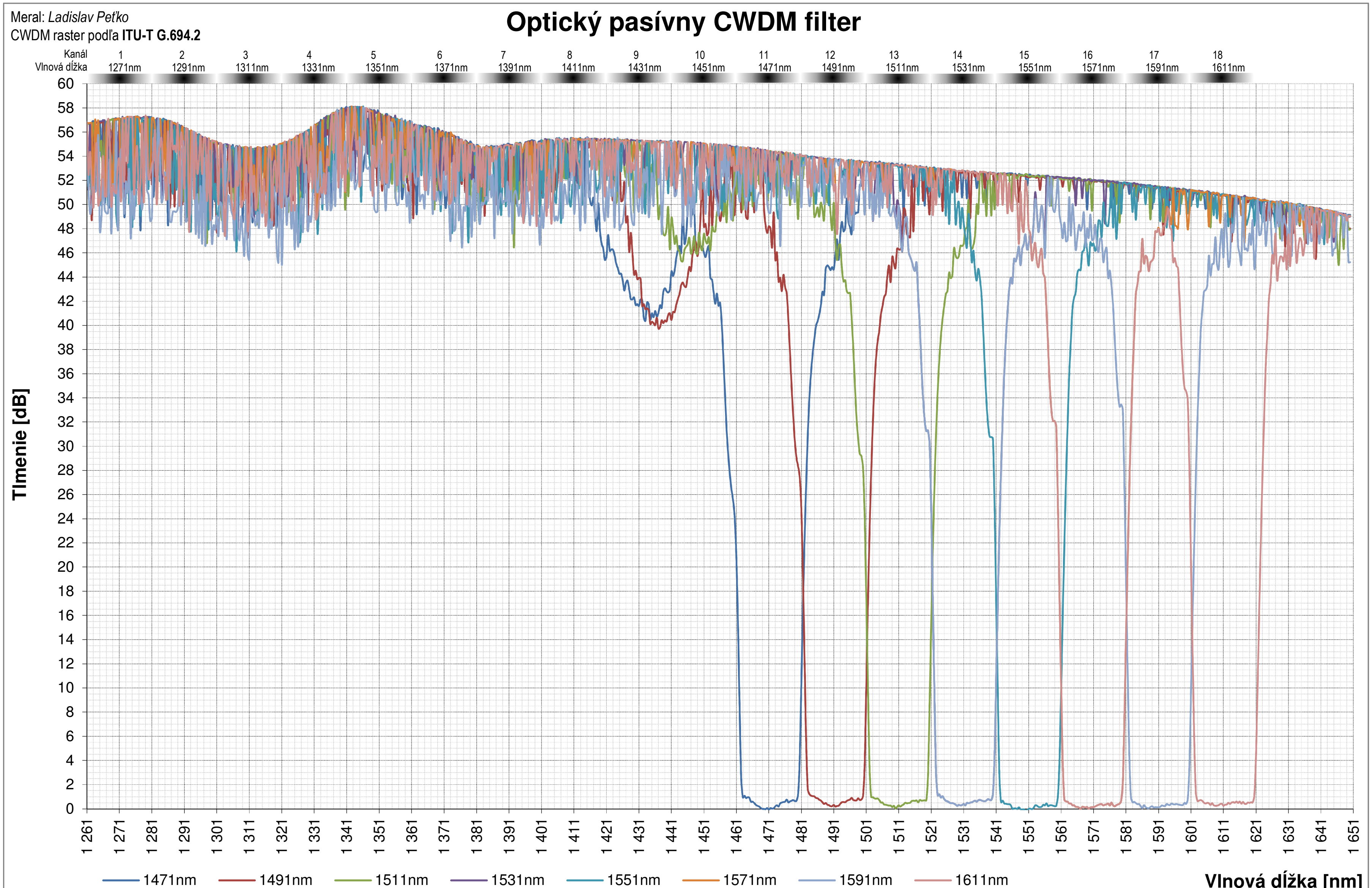


Meranie č. 6 (out 2 – out 1)

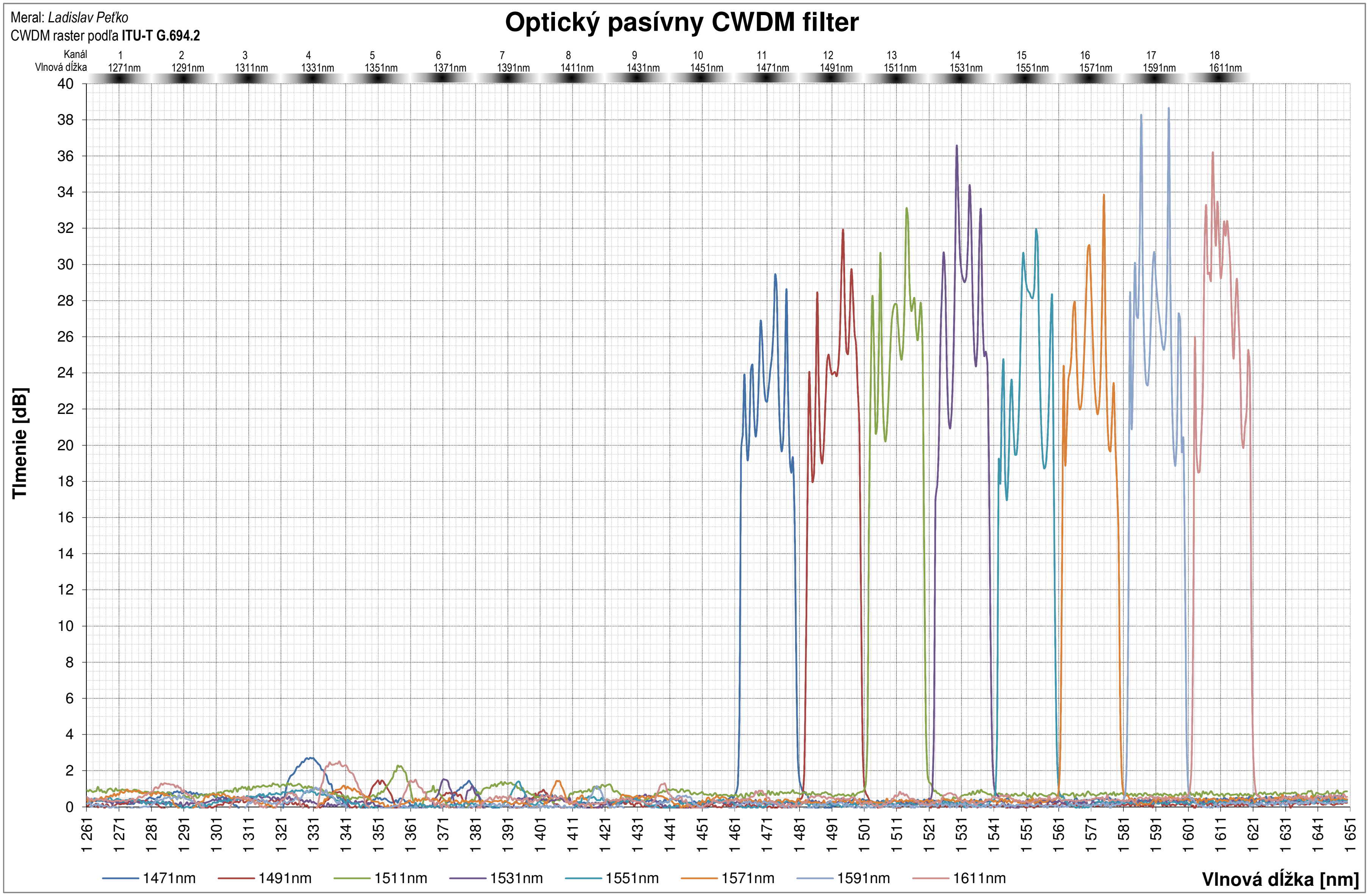


Meraním č. 1 a č. 3 získame identické namerané hodnoty
Meraním č. 2 a č. 5 získame identické namerané hodnoty
Meraním č. 4 a č. 6 získame identické namerané hodnoty

SPEKTRÁLNE MERANIA CWDM FILTROV



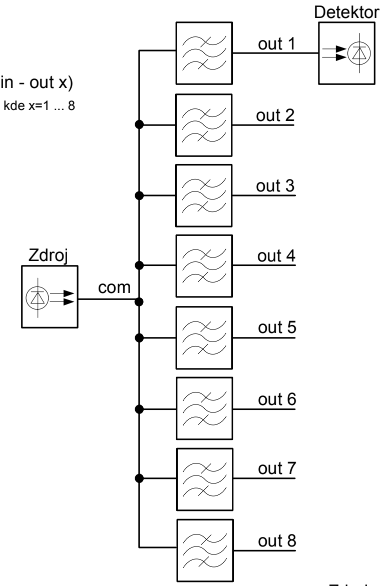
SPEKTRÁLNE MERANIA CWDM FILTROV



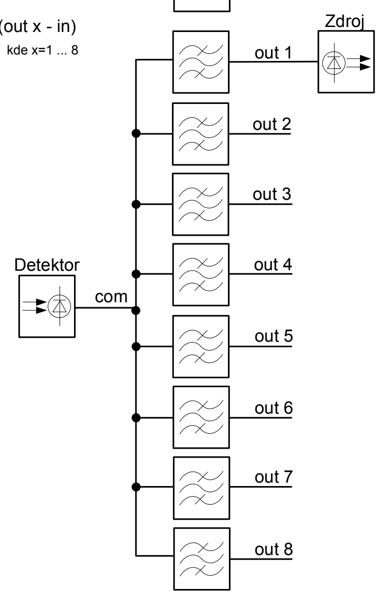
SPEKTRÁLNE MERANIA CWDM FILTROV

Meranie

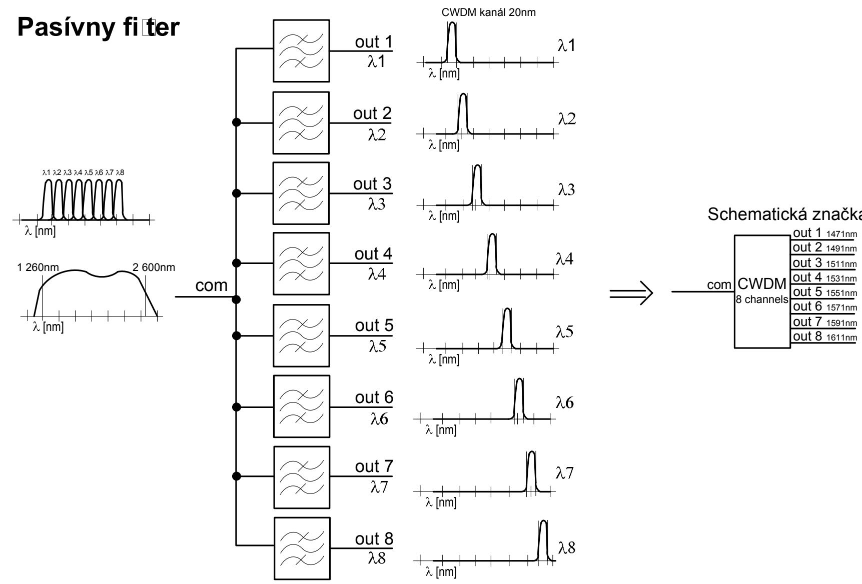
Meranie č. 1 (in - out x)
kde x=1 ... 8

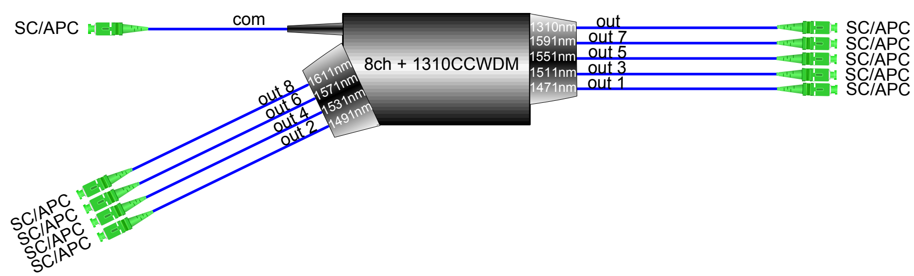


Meranie č. 2 (out x - in)
kde x=1 ... 8



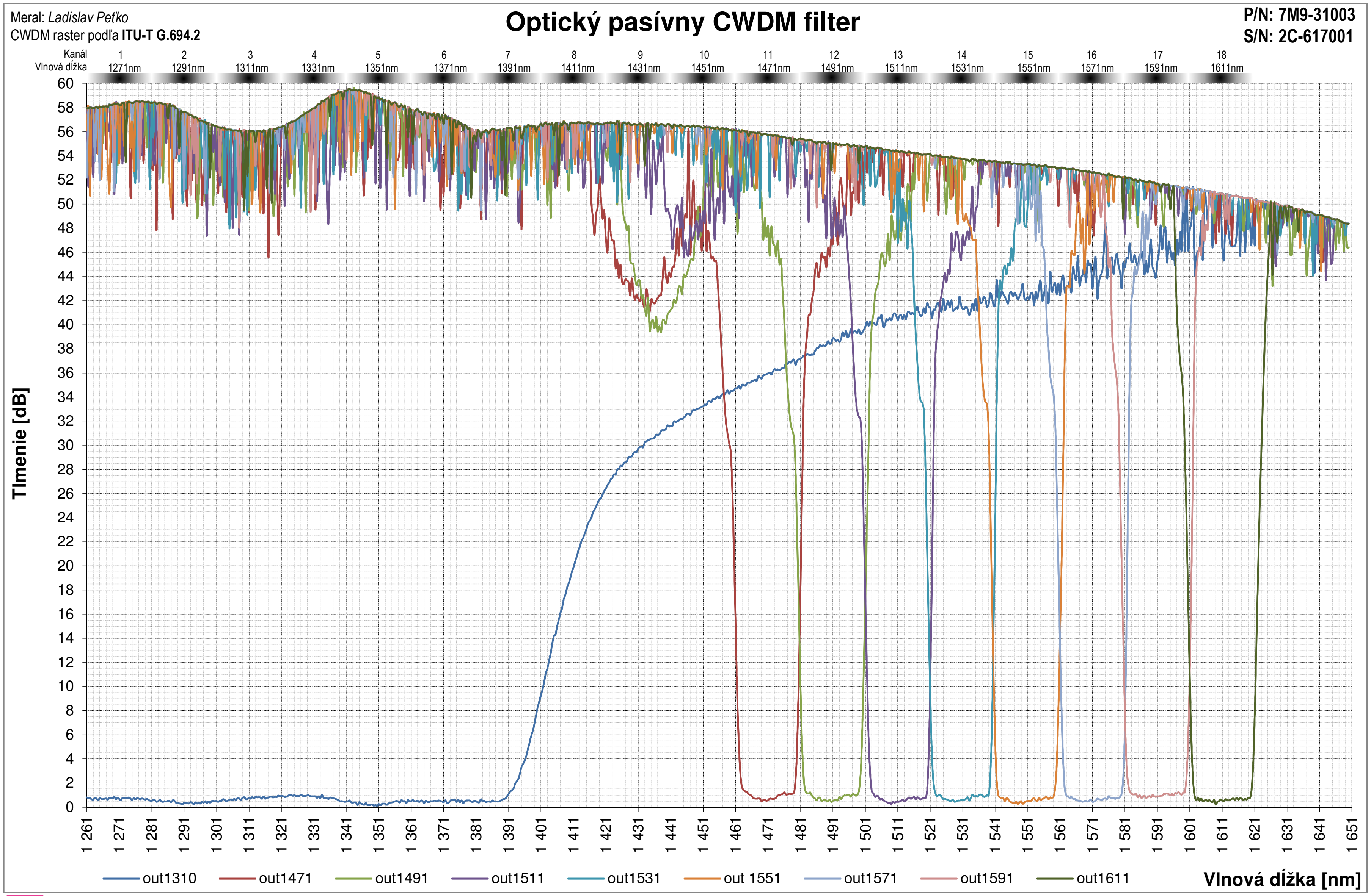
Pasívny filter





Meraním č. 1 a č. 2 získame identické namerané hodnoty

SPEKTRÁLNE MERANIA CWDM FILTROV

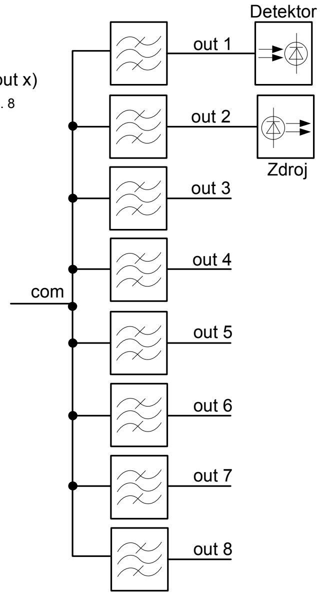


SPEKTRÁLNE MERANIA CWDM FILTROV

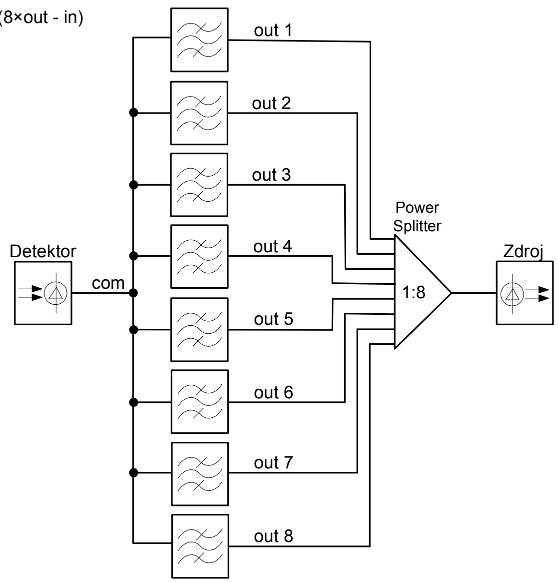
Meranie

Meranie č. 3 (out x - out x)

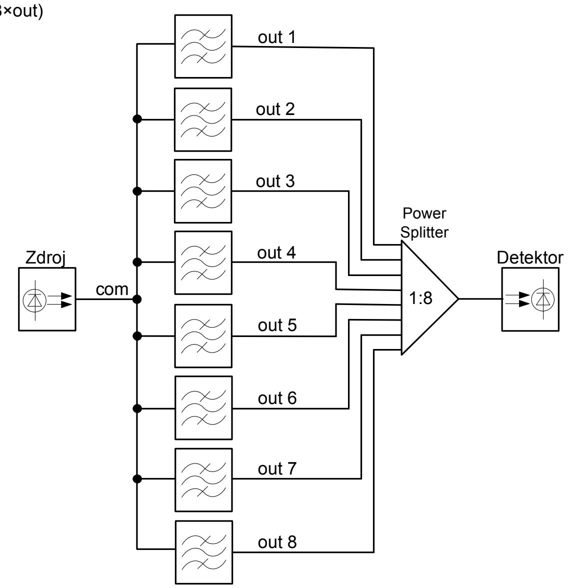
Izolácia portov kde x=1 ... 8



Meranie č. 4 (8×out - in)

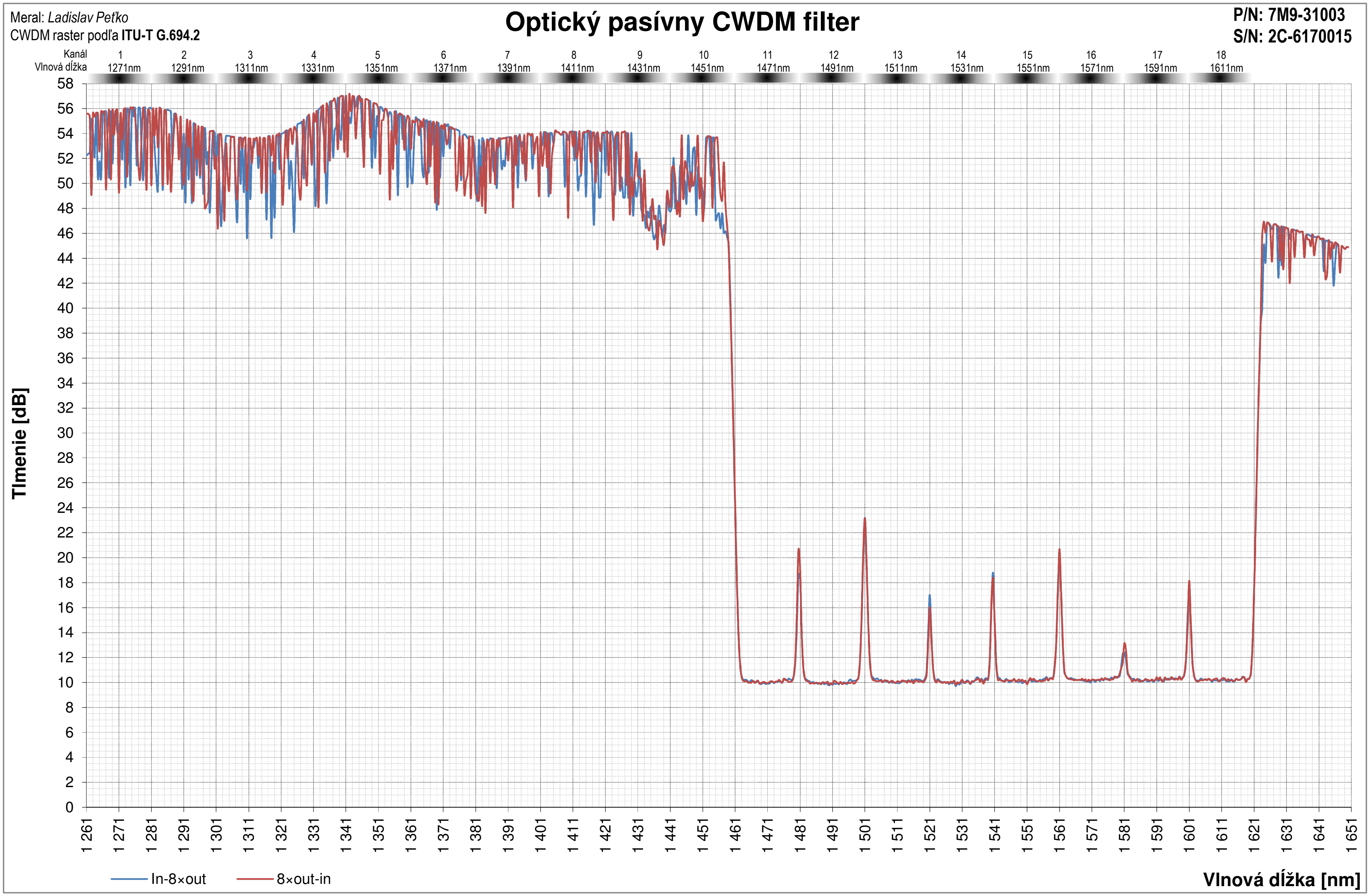


Meranie č. 5 (in – 8×out)



Meraním č. 4 a č. 5 získame identické namerané hodnoty

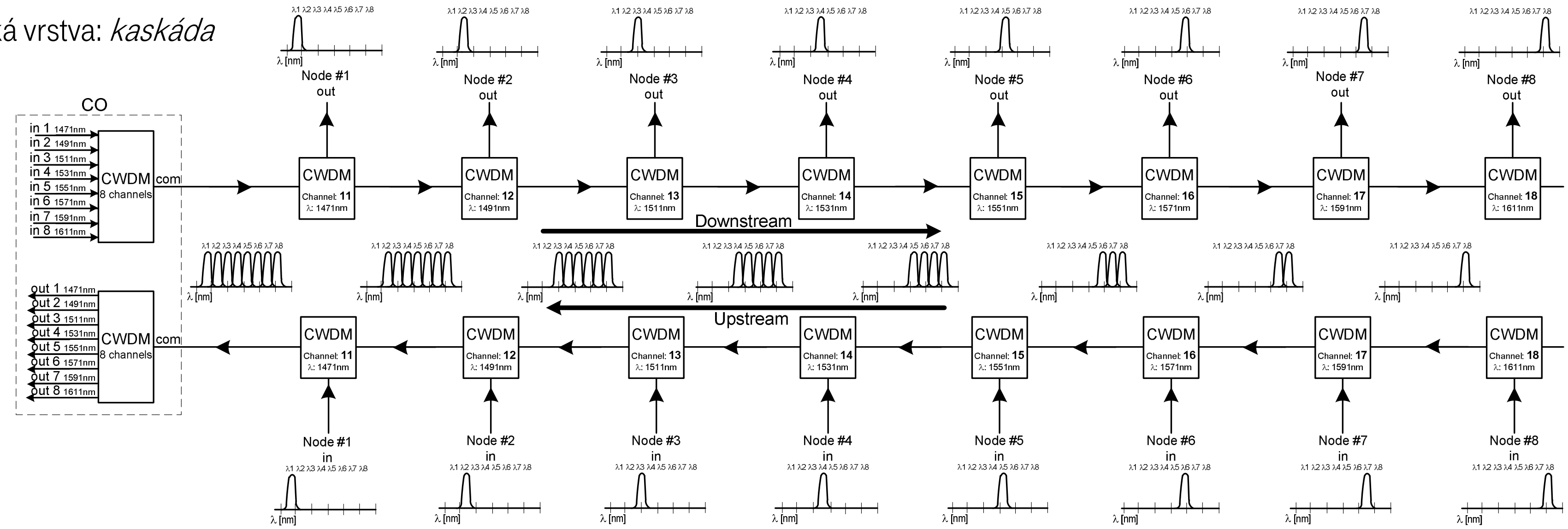
SPEKTRÁLNE MERANIA CWDM FILTROV



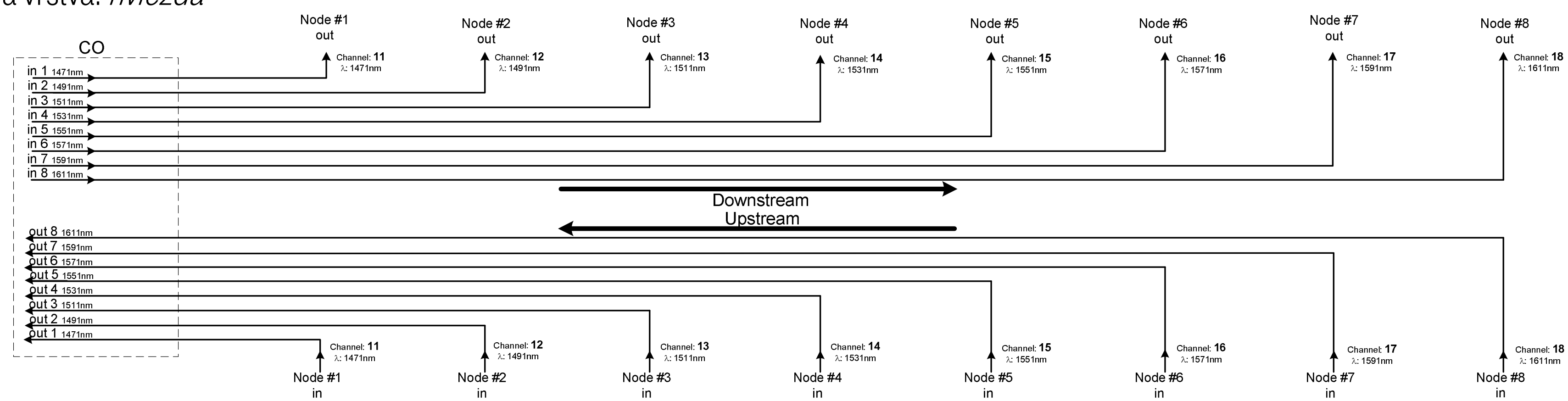
APLIKAČNÉ MOŽNOSTI

Alternatíva #1 → 2 vláknová prevádzka

Fyzická vrstva: *kaskáda*



Linková vrstva: *hviezda*



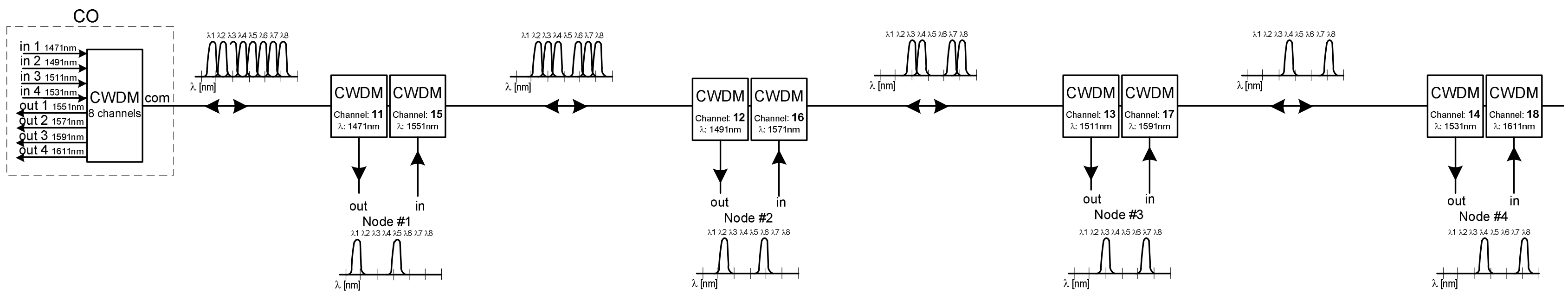
Prevádzkované 2 optické vlákna, Downstream – jedno vlákno, Upstream – druhé vlákno.

Konfigurácia vhodná pre 8 uzlov na relatívne krátke vzdialenosti (približne do 30km).

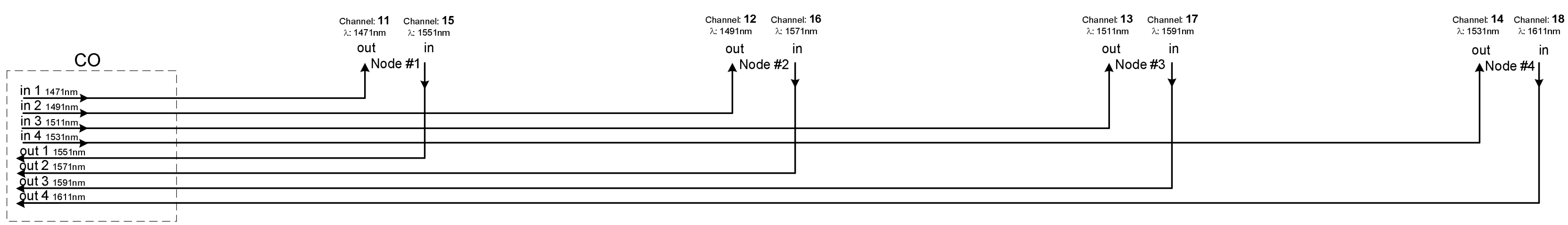
APLIKAČNÉ MOŽNOSTI

Alternatíva #2 → 1 vláknová prevádzka

Fyzická vrstva: *kaskáda*



Linková vrstva: *hviezda*



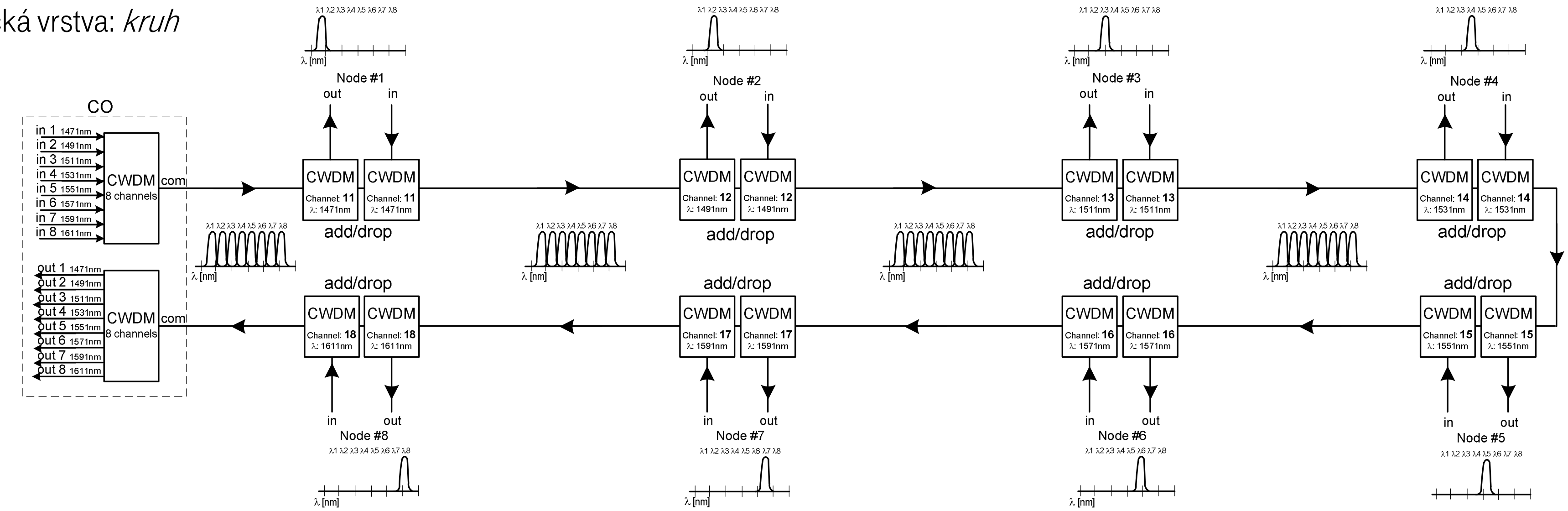
Jedno-vláknová prevádzka, Downstream/Upstream oddelenie rôznymi vlnovými dĺžkami.

Konfigurácia vhodná pre 4 uzly na relatívne veľkú vzdialenosť (približne do 80km).

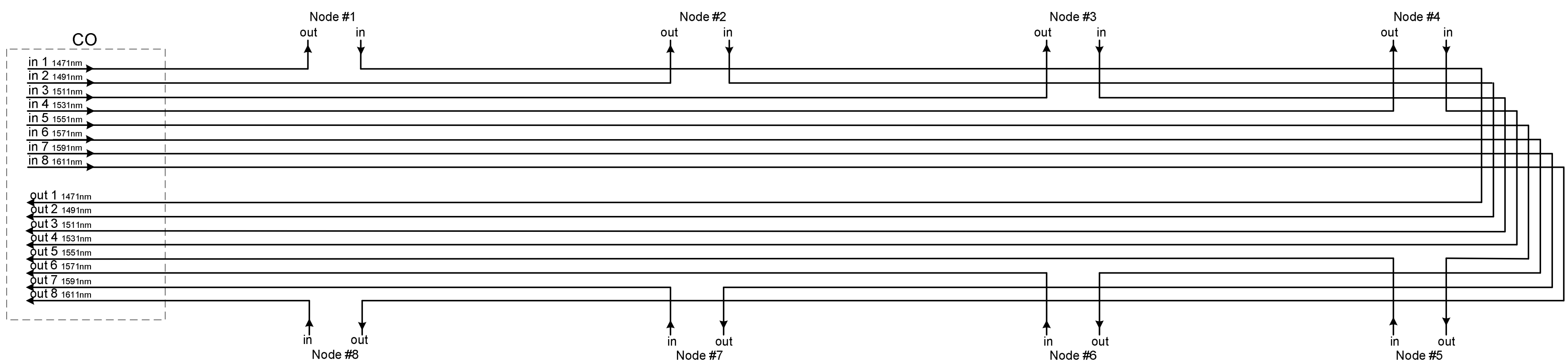
APLIKAČNÉ MOŽNOSTI

Alternatíva #3 → 1 vláknová prevádzka

Fyzická vrstva: *kruh*



Linková vrstva: *hviezda*



Jedno-vláknová prevádzka, Downstream/Upstream na rovnakých vlnových dĺžkach v rozdielnych smeroch prenosu.

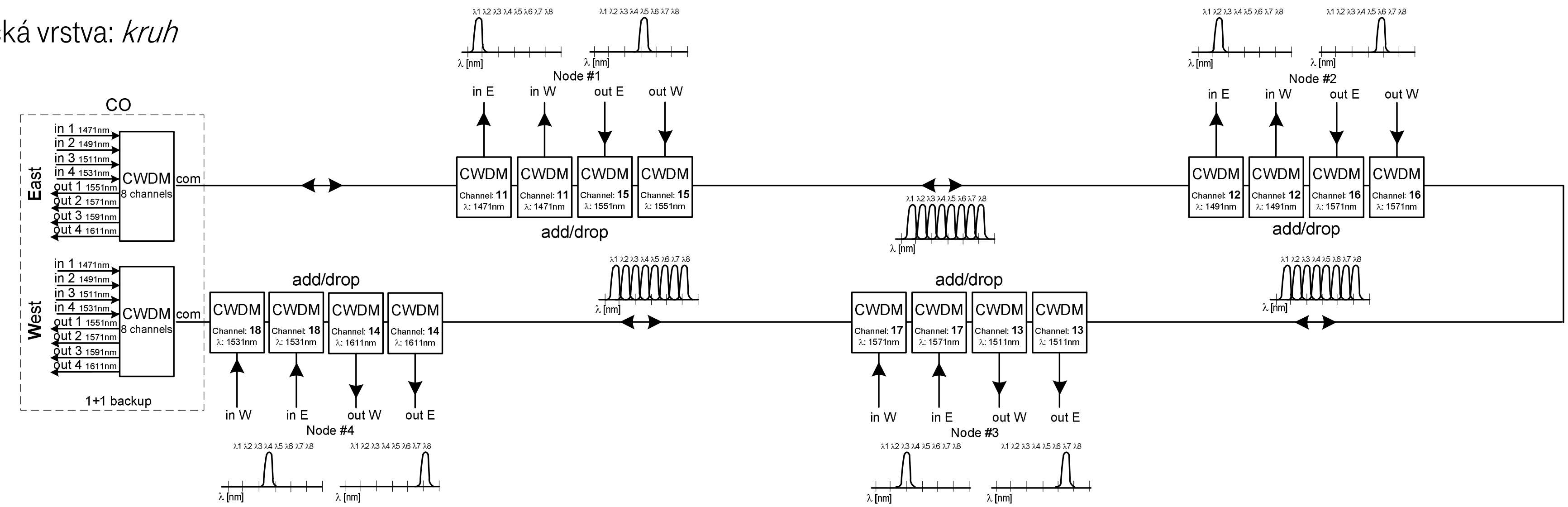
Konfigurácia vhodná pre 8 uzlov s dĺžkou slučky (približne do 50km).

APLIKAČNÉ MOŽNOSTI

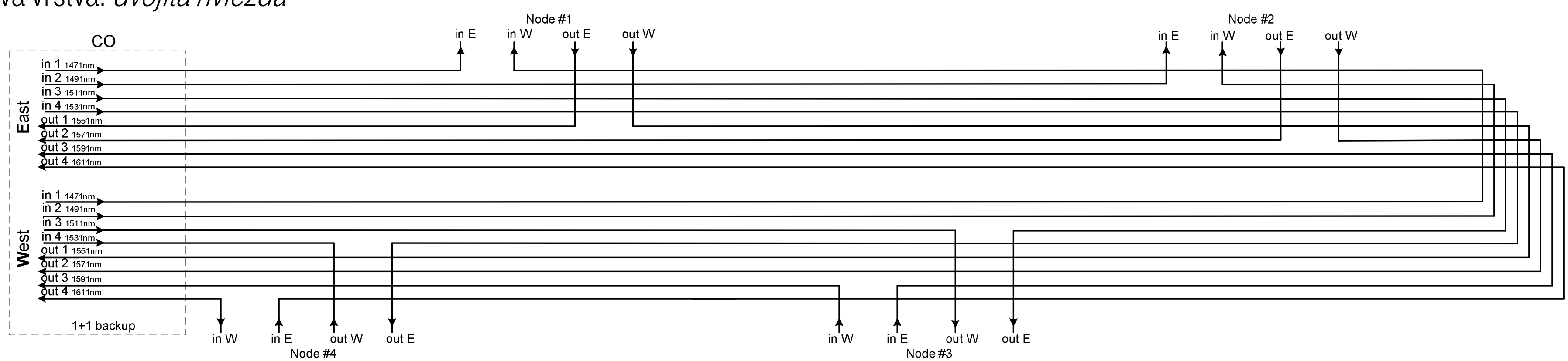
Alternatíva #4 → 1 vláknová prevádzka

4/4

Fyzická vrstva: *kruh*



Linková vrstva: *dvojitá hviezda*



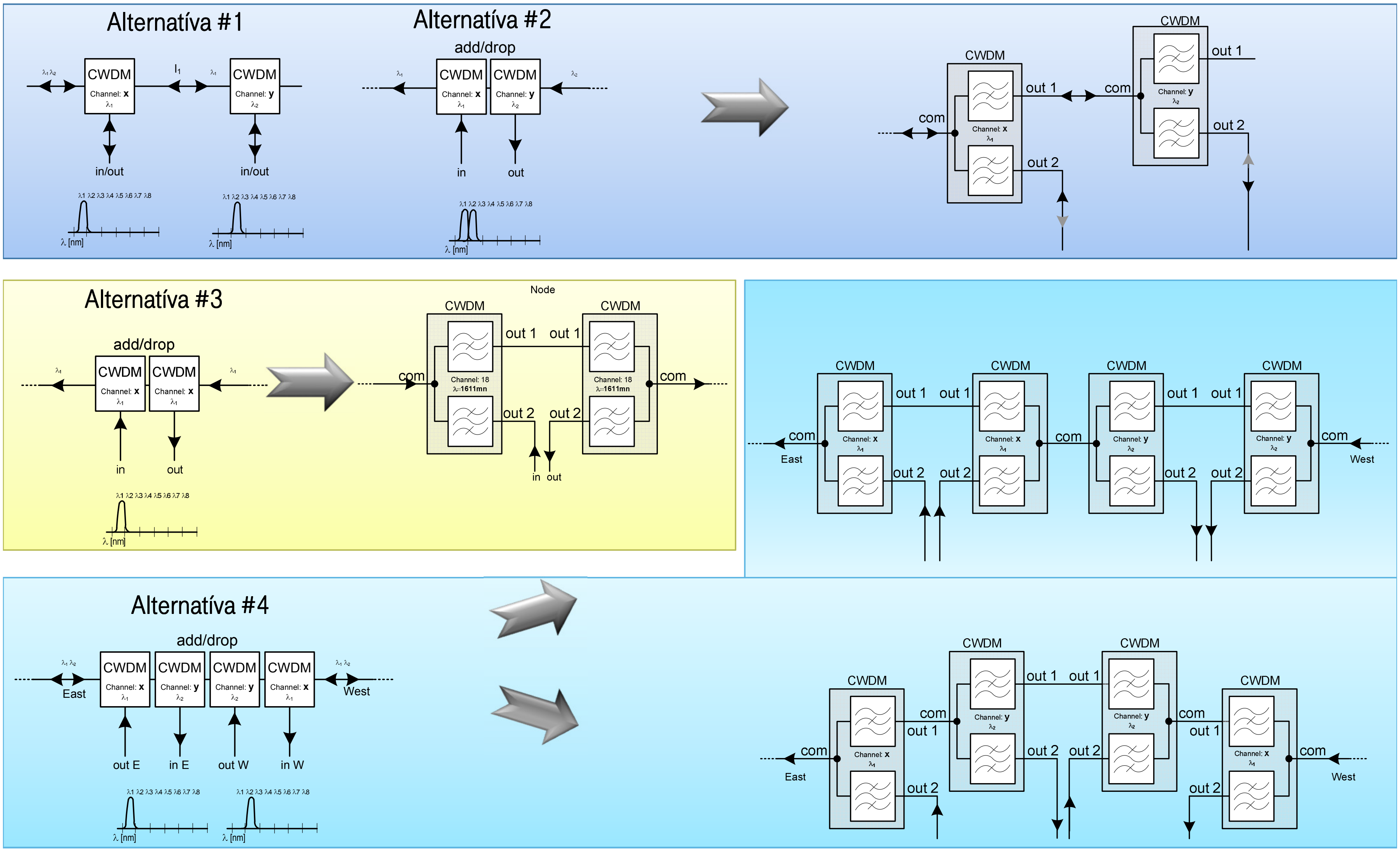
Jedno-vláknová prevádzka, Dvojnásobný Downstream/ Dvojnásobný Upstream do dvoch rôznych vlnových dĺžok šírený odlišnými smermi.

Konfigurácia vhodná pre 4 uzly s dĺžkou slučky (približne do 60km).

APLIKAČNÉ MOŽNOSTI

Spôsoby zapojenia kanálových filtrov

4/4



PREVÁDZKA & ÚDRŽBA

Vhodnosť variant

Na základe skúsenosti sú odporúčané nasledovné varianty:

Variant #1, Varinat # 2 vhodné pre agregačnú a prístupovú časť siete.

Variant # 3 má obmedzené reálne využitie – vhodné iba ak existujú fyzicky odlišné cesty.

Variant # 4 vhodné pre vysokú bezpečnosť prevádzky v **agregačnej a prístupovej časti siete**

Dokumentácia

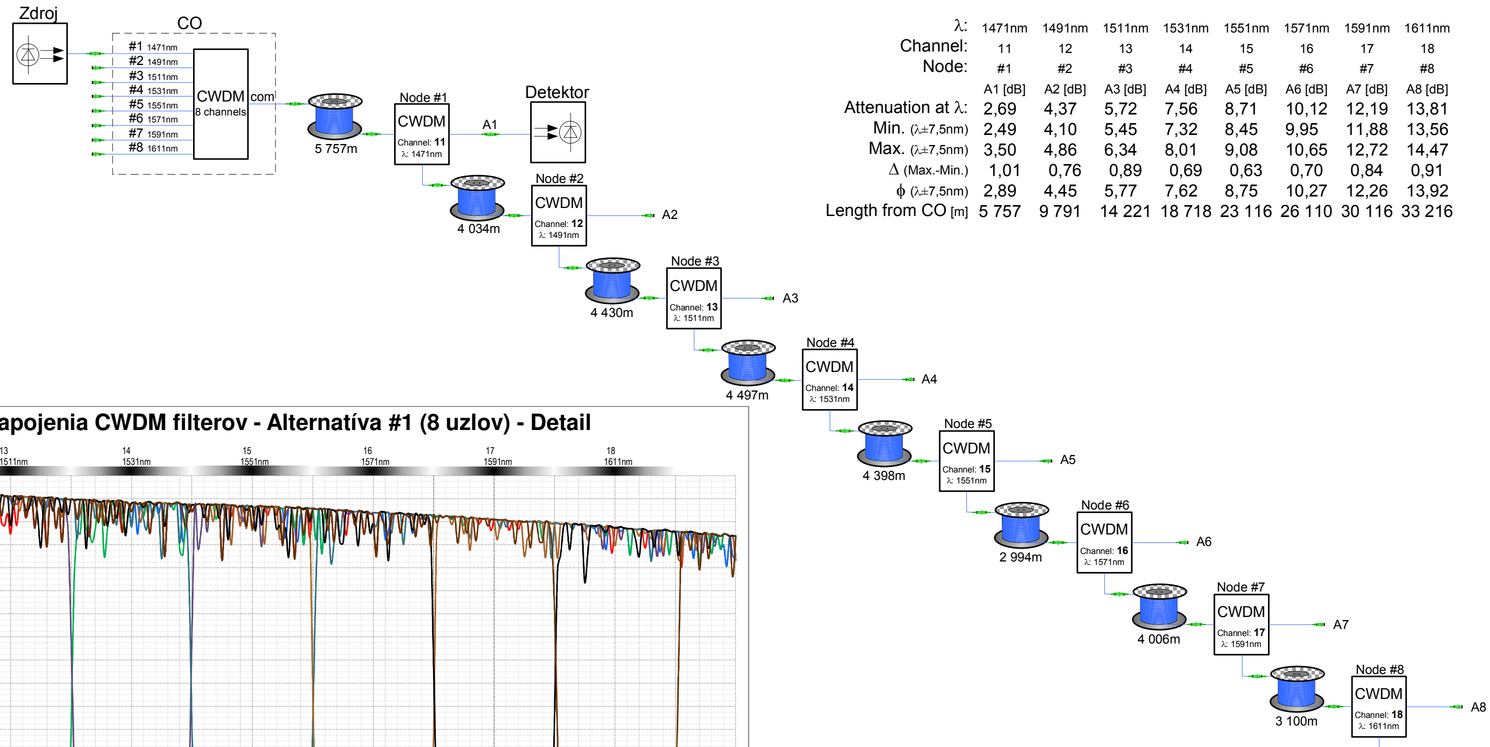
V technickej dokumentácií operátora musí byť implementovaný spektrálny manažment na fyzickej vrstve (optických vlákien) vrátane manažmentu SFP modulov. Tieto funkcionality je vhodné doplniť do OSS systémov operátora.

Poruchový manažment

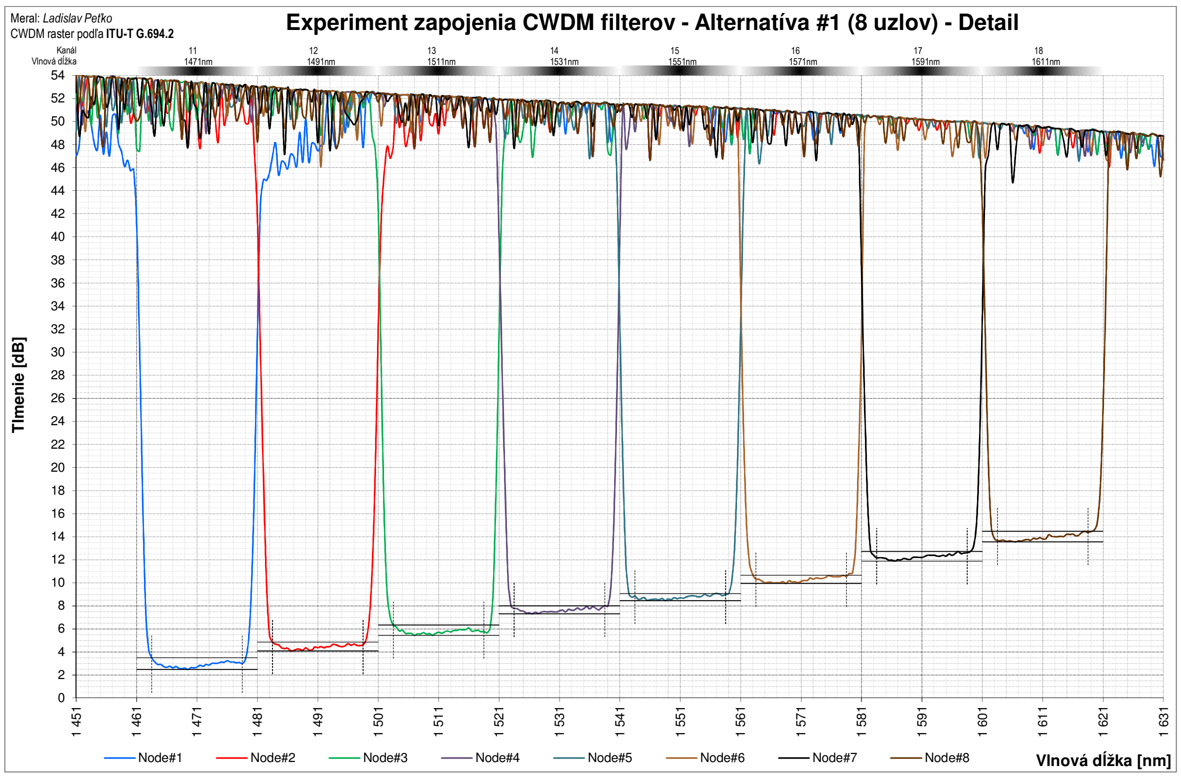
Poruchový manažment (procedúry) pre prvú vrstvu (fyzickú) sú rovnaké ako pre akúkoľvek PON sieť. Ostatné poruchové procedúry sa nemenia a sú rovnaké ako pre všetky ostatné vyššie vrstvy modelu OSI.

EXPERIMENT

Experiment #1 (Variant #1 – 8 uzlov)



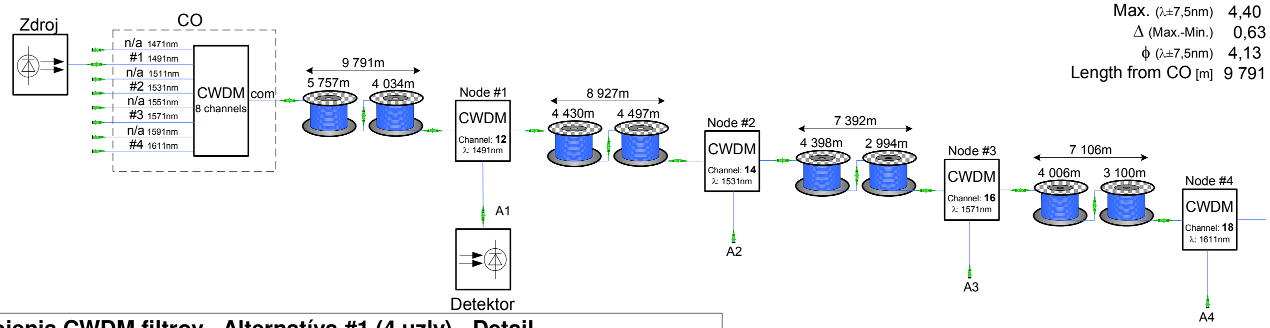
λ:	1471nm	1491nm	1511nm	1531nm	1551nm	1571nm	1591nm	1611nm
Channel:	11	12	13	14	15	16	17	18
Node:	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8
	A1 [dB]	A2 [dB]	A3 [dB]	A4 [dB]	A5 [dB]	A6 [dB]	A7 [dB]	A8 [dB]
Attenuation at λ:	2,69	4,37	5,72	7,56	8,71	10,12	12,19	13,81
Min. (λ±7,5nm)	2,49	4,10	5,45	7,32	8,45	9,95	11,88	13,56
Max. (λ±7,5nm)	3,50	4,86	6,34	8,01	9,08	10,65	12,72	14,47
Δ (Max.-Min.)	1,01	0,76	0,89	0,69	0,63	0,70	0,84	0,91
ϕ (λ±7,5nm)	2,89	4,45	5,77	7,62	8,75	10,27	12,26	13,92
Length from CO [m]	5 757	9 791	14 221	18 718	23 116	26 110	30 116	33 216

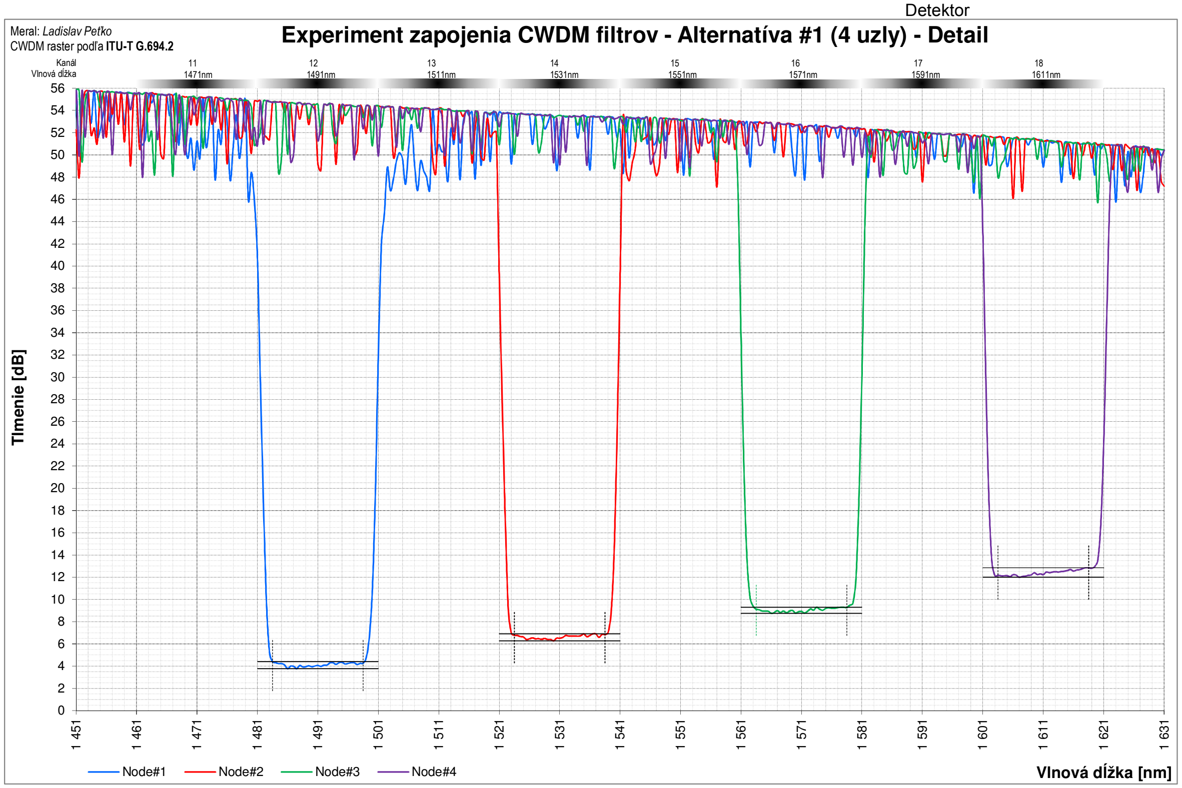


EXPERIMENT

Experiment #2 (Varinat#1 – 4 uzly; 1491nm, 1531nm, 1571nm, 1611)

λ:	1491nm	1531nm	1571nm	1611nm
Channel:	12	14	16	18
Node:	#1	#2	#3	#4
	A1 [dB]	A2 [dB]	A3 [dB]	A4 [dB]
Attenuation at λ:	4,06	6,50	8,92	12,24
Min. (λ±7,5nm)	3,77	6,28	8,75	12,00
Max. (λ±7,5nm)	4,40	6,91	9,30	12,85
Δ (Max.-Min.)	0,63	0,63	0,55	0,85
ϕ (λ±7,5nm)	4,13	6,63	9,03	12,38
Length from CO [m]	9 791	18 718	26 110	33 216

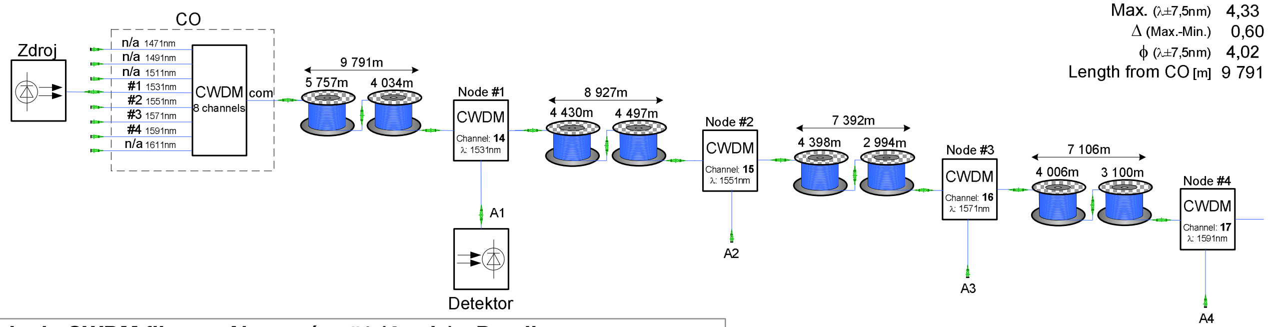


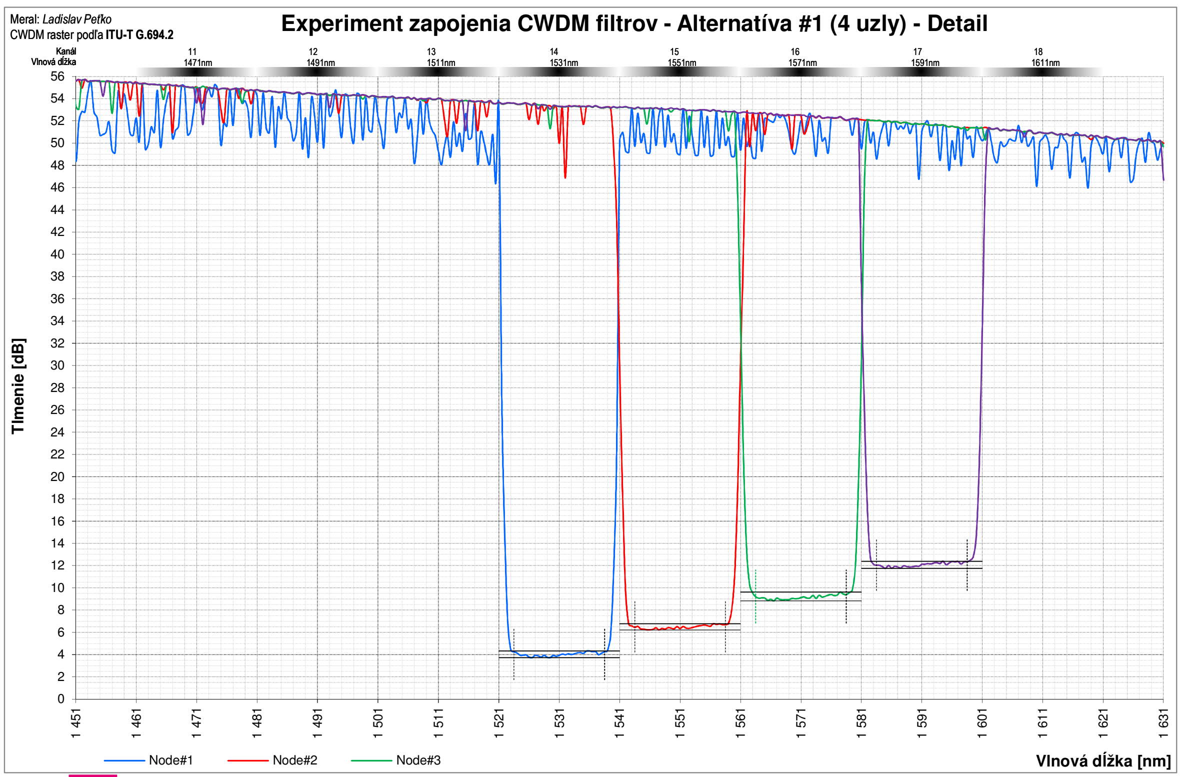


EXPERIMENT

Experiment #3 (Variant#1 – 4 uzly; 1531nm, 1551nm, 1571nm, 1591)

λ:	1531nm	1551nm	1571nm	1591nm
Channel:	14	15	16	17
Node:	#1	#2	#3	#4
	A1 [dB]	A2 [dB]	A3 [dB]	A4 [dB]
Attenuation at λ:	3,93	6,34	9,13	12,13
Min. (λ±7,5nm)	3,73	6,22	8,83	11,76
Max. (λ±7,5nm)	4,33	6,78	9,63	12,39
Δ (Max.-Min.)	0,60	0,56	0,80	0,63
ϕ (λ±7,5nm)	4,02	6,47	9,15	12,08
Length from CO [m]	9 791	18 718	26 110	33 216

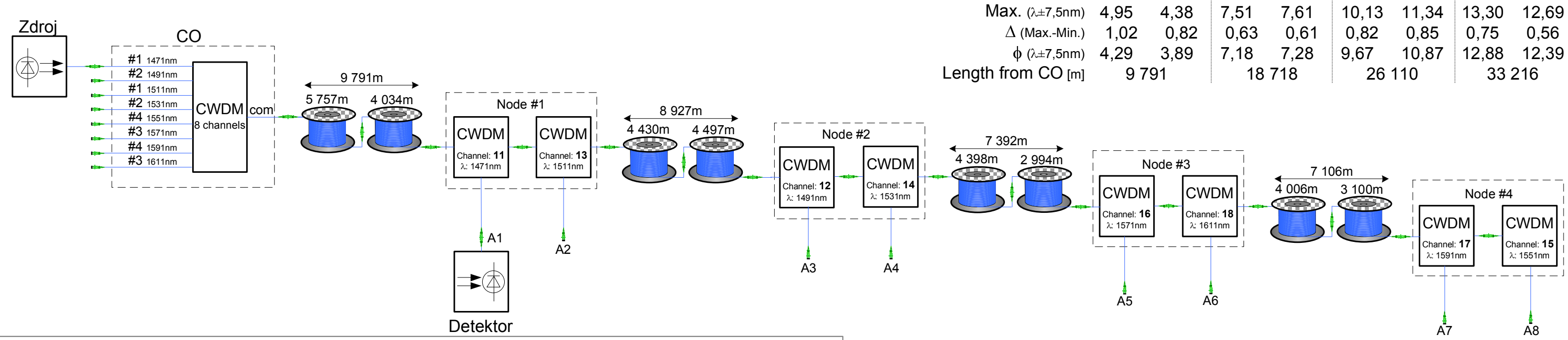


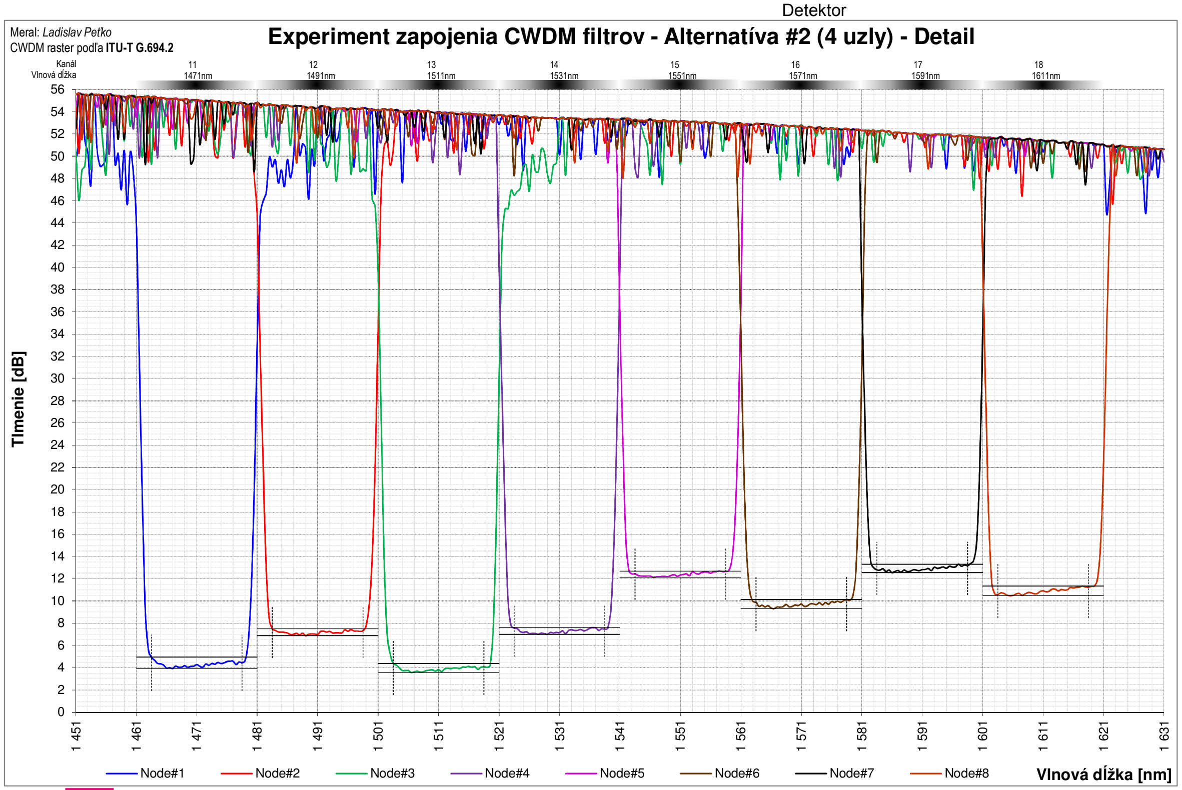


EXPERIMENT

Experiment #4 (Variant#2 – 4 uzly)

λ:	1471nm	1511nm	1491nm	1531nm	1571nm	1611nm	1591nm	1551nm
Channel:	11	13	12	14	16	18	17	15
Node:	#1		#2		#3		#4	
	A1 [dB]	A2 [dB]	A3 [dB]	A4 [dB]	A5 [dB]	A6 [dB]	A7 [dB]	A8 [dB]
Attenuation at λ:	4,28	3,83	6,99	7,15	9,73	10,92	12,82	12,34
Min. (λ±7,5nm)	3,93	3,56	6,88	7,00	9,31	10,49	12,55	12,13
Max. (λ±7,5nm)	4,95	4,38	7,51	7,61	10,13	11,34	13,30	12,69
Δ (Max.-Min.)	1,02	0,82	0,63	0,61	0,82	0,85	0,75	0,56
ϕ (λ±7,5nm)	4,29	3,89	7,18	7,28	9,67	10,87	12,88	12,39
Length from CO [m]	9 791		18 718		26 110		33 216	

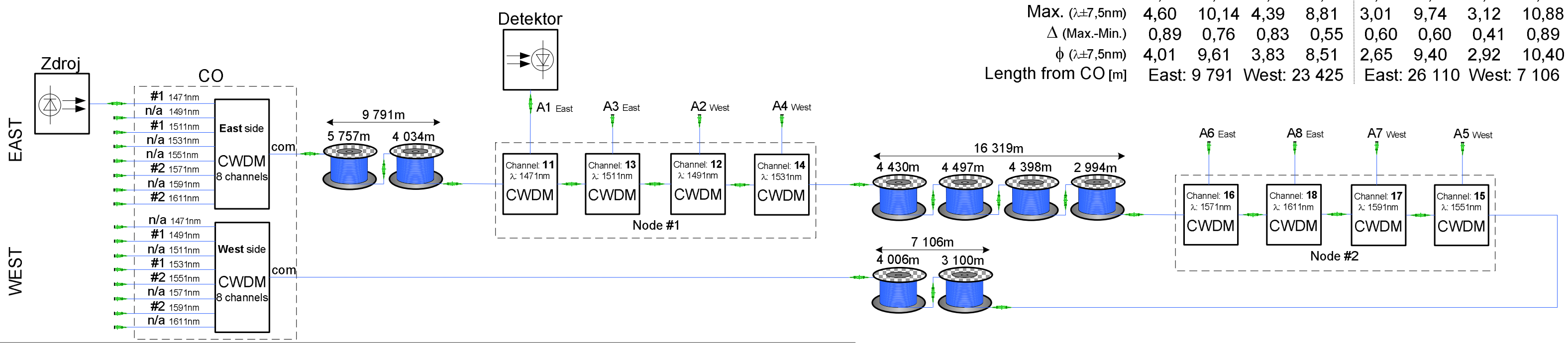


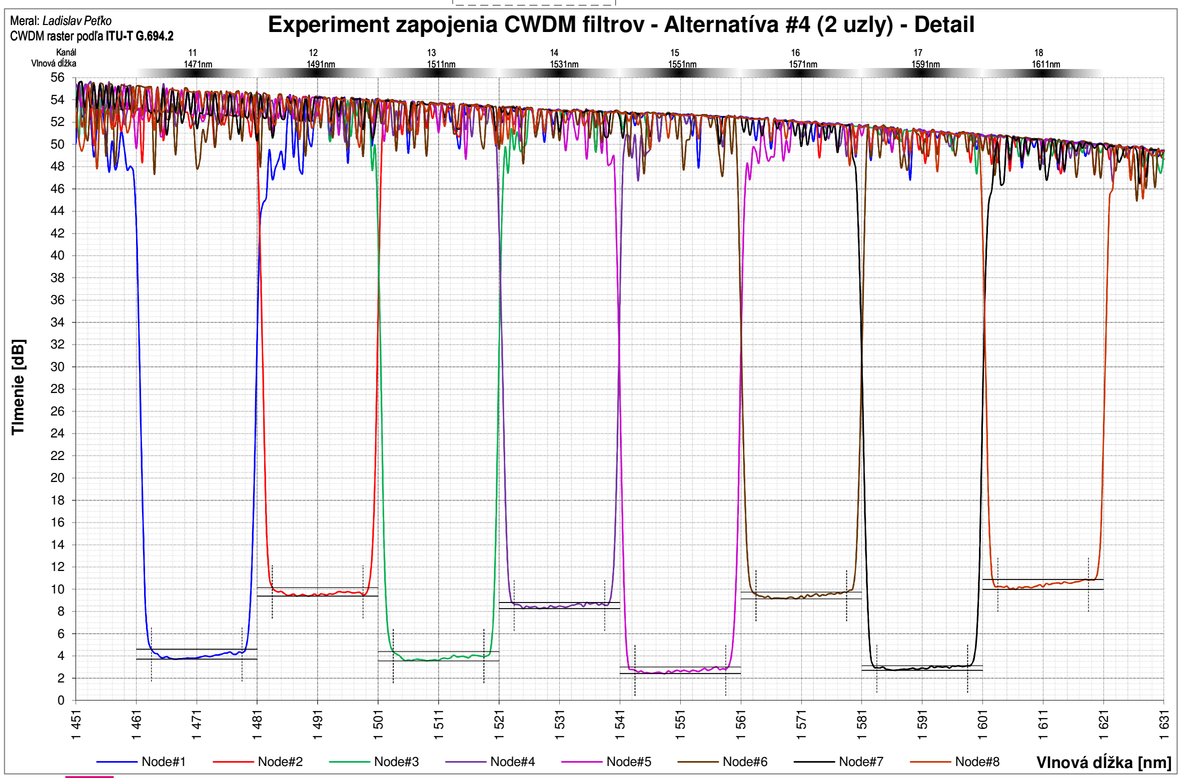


EXPERIMENT

Experiment #5 (Varinat#4 - 2 uzly)

λ:	1471nm	1491nm	1511nm	1531nm	1551nm	1571nm	1591nm	1611nm
Channel:	11	12	13	14	15	16	17	18
Node:	#1				#2			
	A1 [dB]	A2 [dB]	A3 [dB]	A4 [dB]	A5 [dB]	A6 [dB]	A7 [dB]	A8 [dB]
Side:	East	West	East	West	West	East	West	East
Attenuation at λ:	3,82	9,42	3,58	8,49	2,61	9,39	2,92	10,21
Min. (λ±7,5nm)	3,71	9,38	3,56	8,26	2,41	9,14	2,71	9,99
Max. (λ±7,5nm)	4,60	10,14	4,39	8,81	3,01	9,74	3,12	10,88
Δ (Max.-Min.)	0,89	0,76	0,83	0,55	0,60	0,60	0,41	0,89
ϕ (λ±7,5nm)	4,01	9,61	3,83	8,51	2,65	9,40	2,92	10,40
Length from CO [m]	East: 9 791		West: 23 425		East: 26 110		West: 7 106	





ZÁVER

Na trhu existujú dve možnosti ako riešiť problém s nedostatočným počtom optických vlákien pomocou CWDM technológií. A aktívnymi CWDM zariadeniami a pasívnymi CWDM filtrami. Porovnanie oboch prístupov je v tabuľke nižšie.

	Aktívne zariadenia CWDM	**Pasívne** filtre CWDM	Poznámka
Investície (CAPEX)	☹☹☹	☺	
Prevádzka (OPEX)	☹☹☹	☺ (0,-€)	Spotreba energie
Údržba (OPEX)	😐	☺ (0,-€)	
Oprava porúch (OPEX)	☹	☺	na základe MTBF
Manažment	☺	☹	

Technické porovnanie aktívnych CWDM zariadení a pasívnych prvkov CWDM nie je celkom správne. Pretože aktívne CWDM zariadenia pacujú na úrovni 2. vrstvy (linková) a prípadne 3. vrstve (sieťová) modelu OSI. Pasívne CWDM zariadenia sú prvky iba 1. vrstvy (fyzická) modelu OSI.

Dohľad nad sieťou pri použití pasívnych CWDM filtrov zostane nemá vplyv nad dohľadom na vyšších vrstvách cez použité aktívne prvky siete. Rovnako identifikácia a lokalizácia porúch v sieti je možná na neprevádzkovaných vlnových dĺžkach a to bez prerušenia prevádzky nedotknutých častí siete alebo aj priamo za plnej prevádzky.

ĎAKUJEM ZA POZORNOSŤ!

ZAŽIME TO SPOLU