Jak posoudit, že optická síť vyhovuje předepsaným specifikacím

Jan Brouček

AKADEMIE VLÁKNOVÉ OPTIKY A OPTICKÝCH KOMUNIKACÍ ®

the art of optical communication

PROFiber NETWORKING

Jak posoudit, že optická síť vyhovuje předepsaným specifikacím

1. Učit parametr/ry kterými prokazujeme kvalitu (výrobku nebo služby)
2. Určit vhodnou měřicí metodu + měřidla + pracovní postup
3. Určit limit/ty parametru
4. Určit nejistotu měření
5. Změřit a posoudit, zda výsledek vyhověl limitu

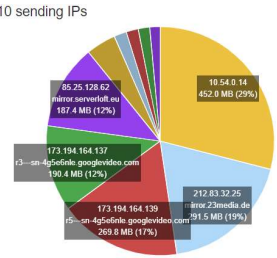
   (kritérium shody výrobku s předepsanými parametry kvality?)

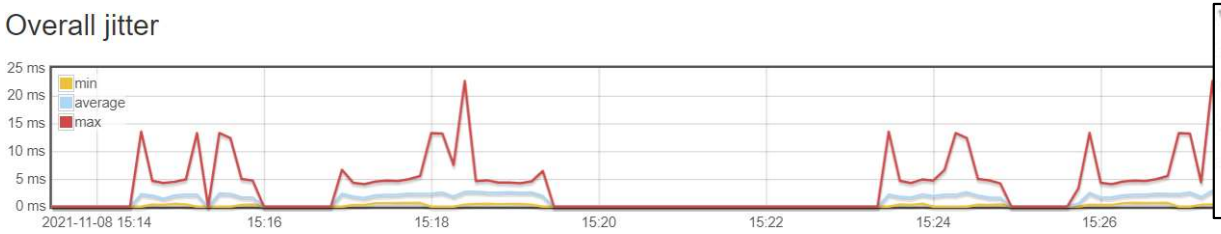
   Do kritéria shody nezahrnout nejistotu měření!

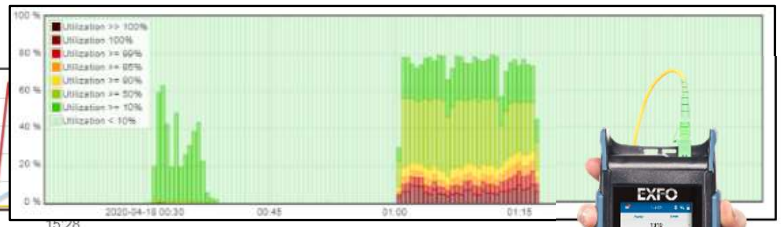
Měření a kontrola optických parametrů

Naše zkušenost - situace na trhu

- Technici neumějí měřit
- Měření je pracné
- Výsledky jsou rozporuplné (pro toho kdo jim rozumí)
  nebo nejasné (pro většinu, která jim nerozumí)
- Automatizované postupy měření, vyhodnocení, interpretace výsledků
- Autodiagnostika aktivních prvků, virtualizace měřicích funkcionalit
- Dohledové a monitorovací systémy
- Workflow, ticketing, dashboardy ….. (a další hezká, česká slova)







… ale metrologie a kontrola kvality zůstává!

Jenom metrologii v ICT nikdo nerozumí ☹

Kdy měřit/neměřit?

1. vlákna, kabely při výrobě, výstupní kontrola
2. součástky při výrobě, výstupní kontrola
3. Kabely před instalací
4. Kabely po instalaci
5. Optické kabelové trasy při výstavbě
6. Akceptační měření optické trasy po výstavbě/před provozem! (linka = plný profil, všechna vlákna)
7. Sestavená trasa před nasazením aktivních prvků (kanál = 1-2 vlákna)
8. Měření a monitorování kvality přenosu během provozu
9. Poruchová měření, lokalizace poruchy

Kolik to stojí ?

Čím měřit?

Kdo zanedbá něco na začátku, musí to pak dohnat.

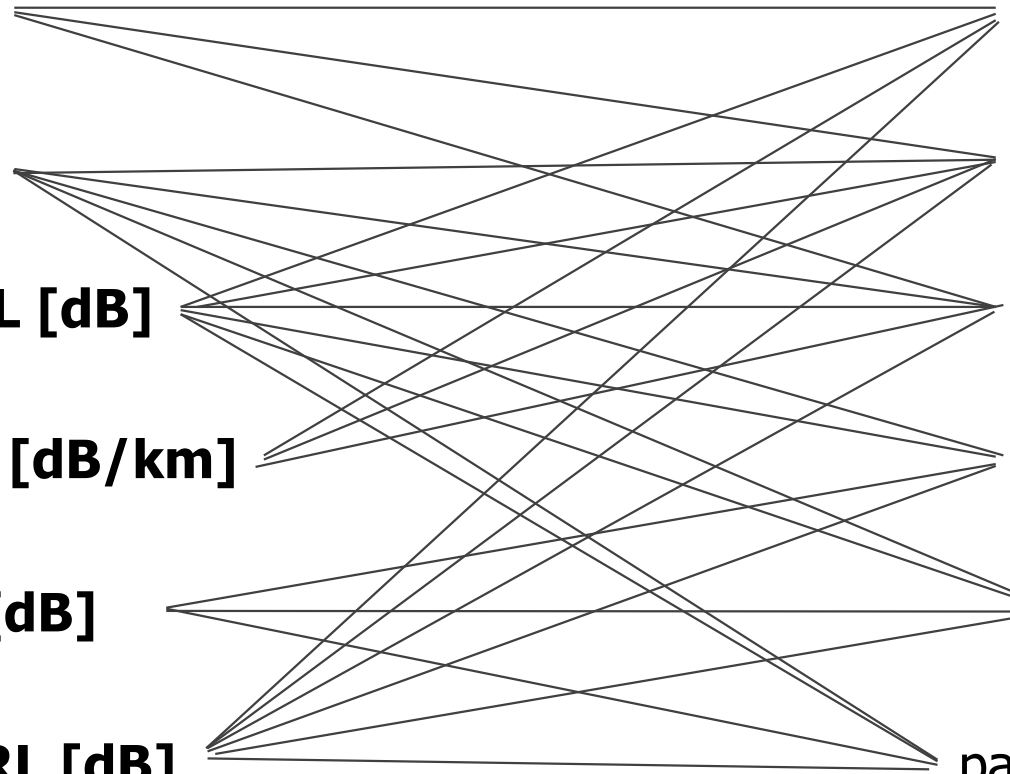
- Přejímací měření-akceptační testy
- Mapování sítě
- Výběr (loterie) před nasazením

Investiční náklady? **Provozní náklady?** **Služba?**

Co měřit/neměřit?

Co dokáže měřit OTDR?

Parametr	**součástka, díl nebo část trasy**
délka **L [km]**	celá trasa
pozice **L [km]**	úsek vlákna
vložný útlum **IL [dB]**	úsek kabelu
měrný útlum α **[dB/km]**	konektor
reflektance **R [dB]**	svar
útlum odrazu **RL [dB]**	pasivní součástka (filtr, splitter, atd.)



Jak posoudit, že optická síť vyhovuje předepsaným specifikacím

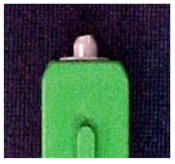
Co jsou předepsané specifikace optické trasy?

Jaké parametry musíte znát a garantovat před nasazením systému:

- Vložný útlum IL (dB)
- Útlum optického odrazu ORL (dB) celé sítě
- Jednotlivé odrazivosti od součástek na síti R (dB)
- Chromatickou disperzi CD (ps/nm)
- Polarizační vidovou disperzi PMD (ps) nebo diferenciální skupinové zpoždění DGD(ps) užitečný přepočet : DGD(ps) / 3.73 = PMD(ps)

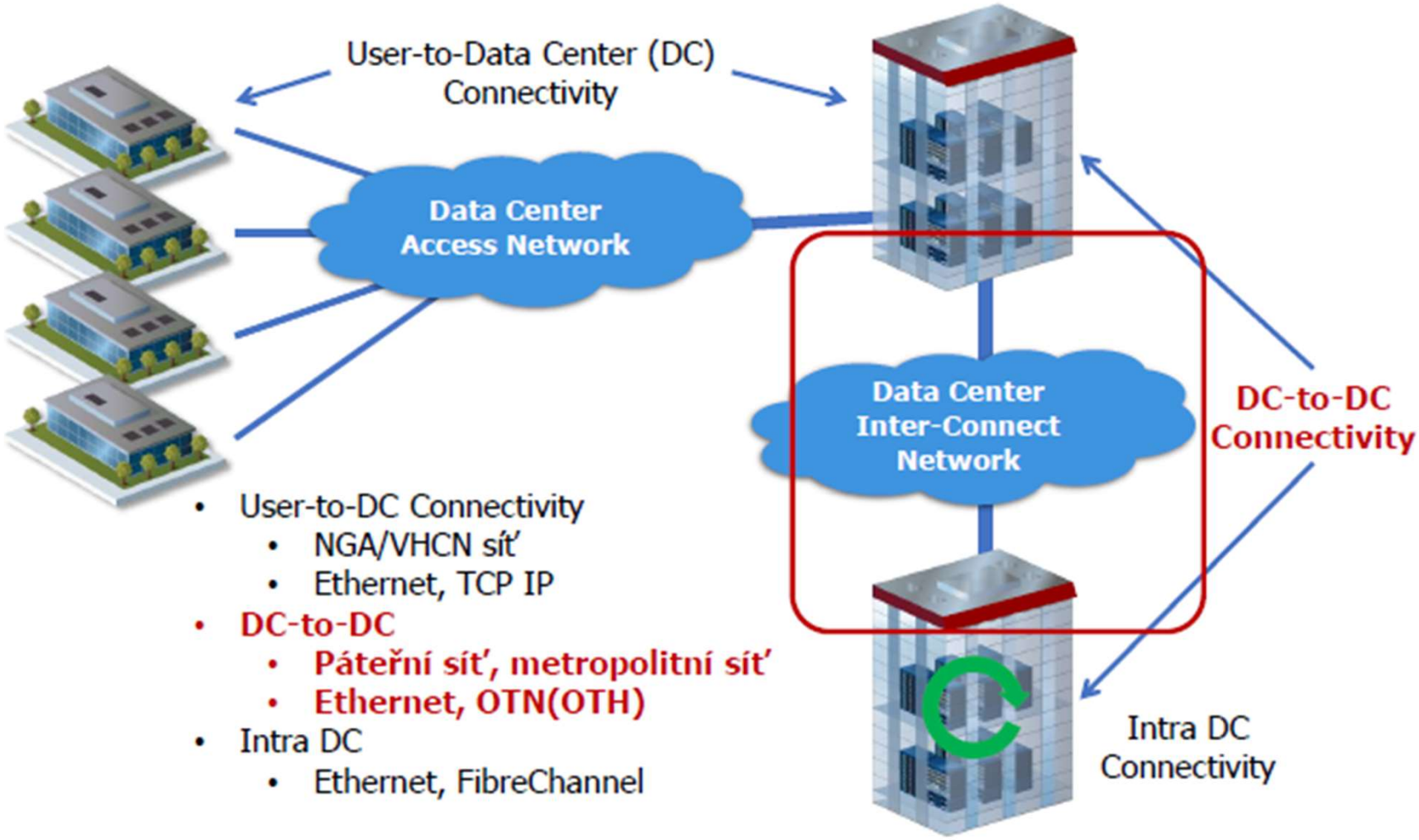
Jak to zařídit?

- Změřit (iOLM/OTDR, OLTS, CD? PMD?) Nechat si změřit?
- Změřit IL(dB)
- Spočítat (CD) Odhadnout (DGD/PMD do 5 km neřešit?)
- Nechat si poradit dobrá rada: šikmé APC konektory



Řešený příklad 1:
Data Center Inter-Connect

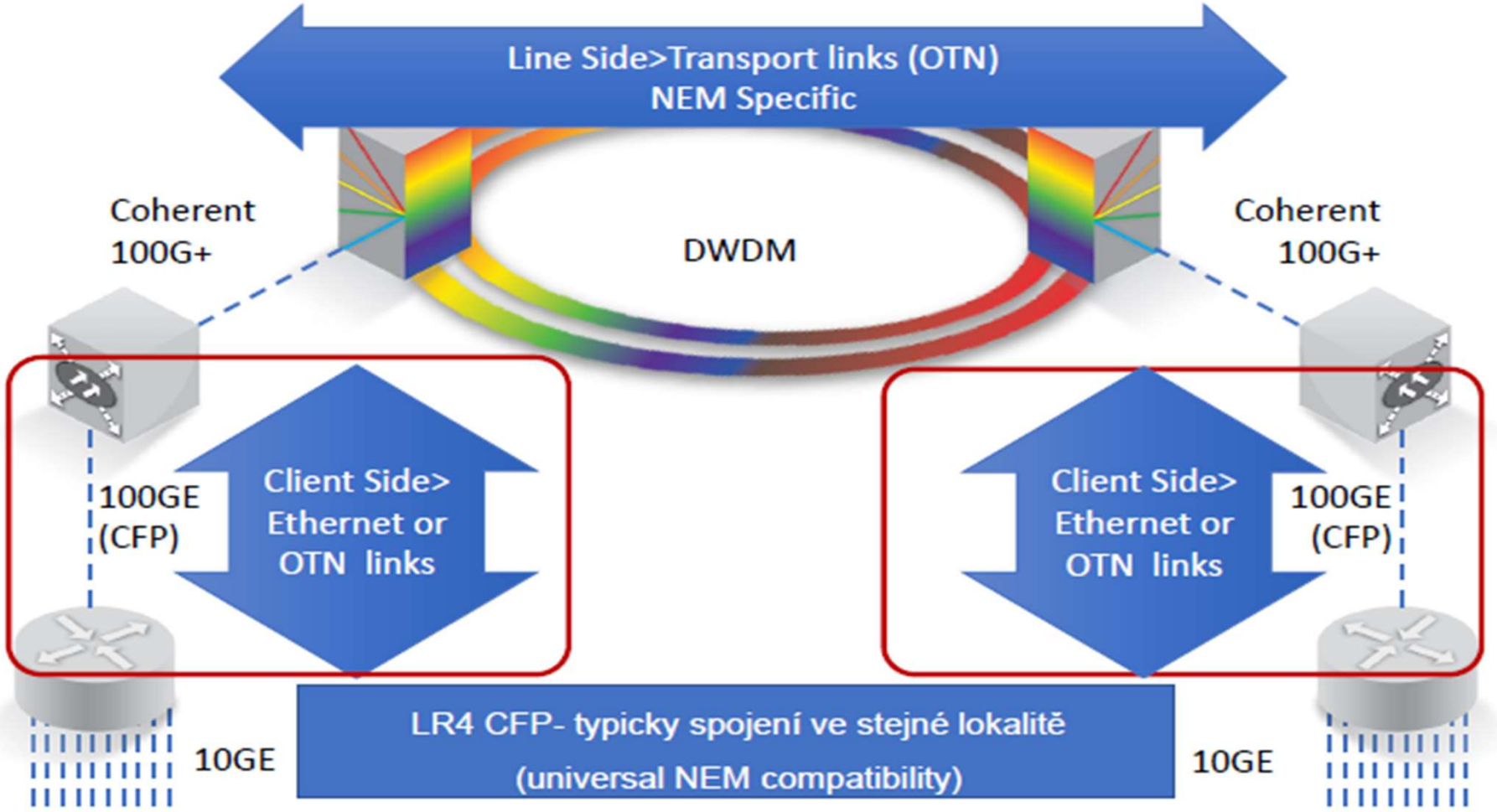
DCI: Data Center Inter-Connect se stal pojmem



- User-to-DC Connectivity
  - NGA/VHCN síť
  - Ethernet, TCP IP
- **DC-to-DC**
  - **Páteřní síť, metropolitní síť**
  - **Ethernet, OTN(OTH)**
- Intra DC
  - Ethernet, FibreChannel

Řešený příklad 1:
Data Center Inter-Connect

100G+ Metro Network



Řešený příklad 1:
Data Center Inter-Connect

Co jsou předepsané specifikace?

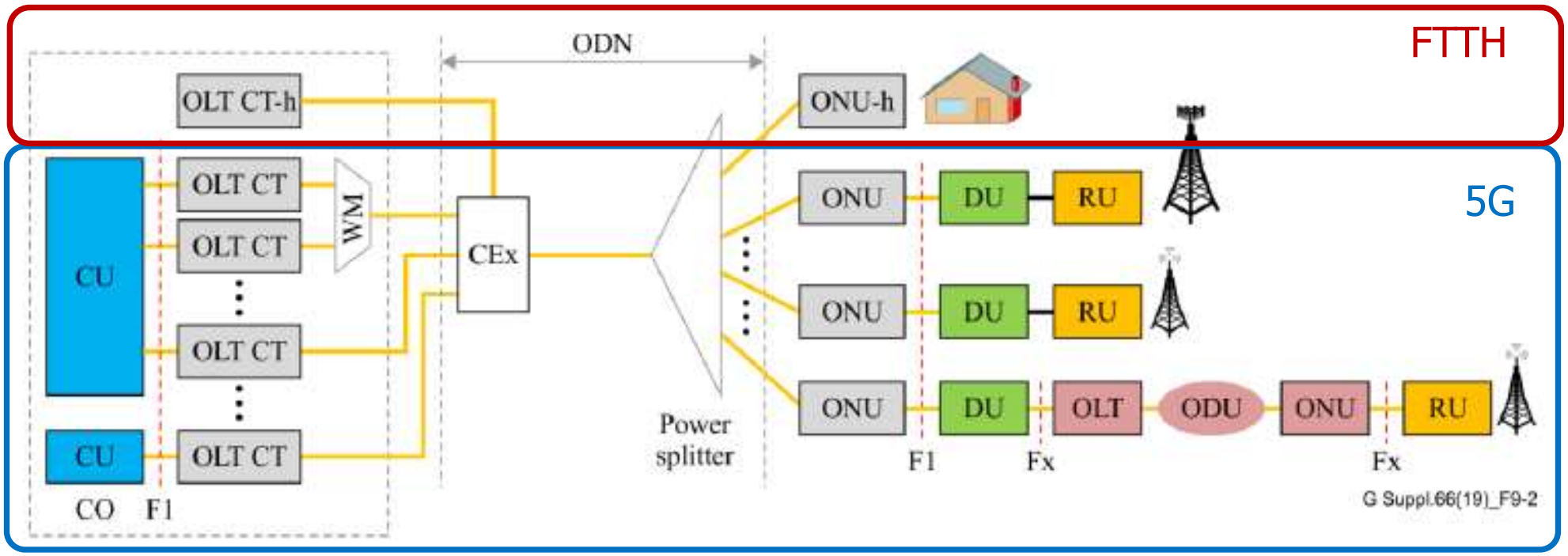
Jaké parametry musíte znát a garantovat před nasazením systému:

1. Vložný útlum IL (dB) celé trasy (!), jednotlivých součástek (?)
   ⇨ změřit OLTS nebo LS+PM nebo OTDR?
2. Útlum optického odrazu ORL (dB) celé trasy
   ⇨ změřit OLTS nebo OTDR?
3. Jednotlivé odrazivosti od součástek na trase R (dB)
   ⇨ změřit OTDR!
4. Chromatickou disperzi CD (ps/nm) celé trasy
   ⇨ spočítat nebo změřit testerem/analyzátorem CD?
5. Polarizační vidovou disperzi PMD (ps) nebo diferenciální skupinové zpoždění DGD(ps) celé trasy (užitečný přepočet : DGD(ps) / 3.73 = PMD(ps))
   ⇨ změřit testerem/analyzátorem CD?

Pozn ad 4. a 5.: CD a PMD má smysl měřit u nekoherentních systémů od 10 km a dále.

Řešený příklad 2: přístupová síť

FTTH a 5G po jedné optické infrastruktuře



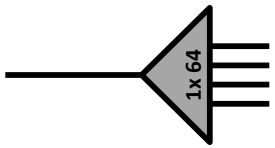
VHCN – Very High Capacity Network – sítě pro gigabitovou společnost

kvalita optické infrastruktury?

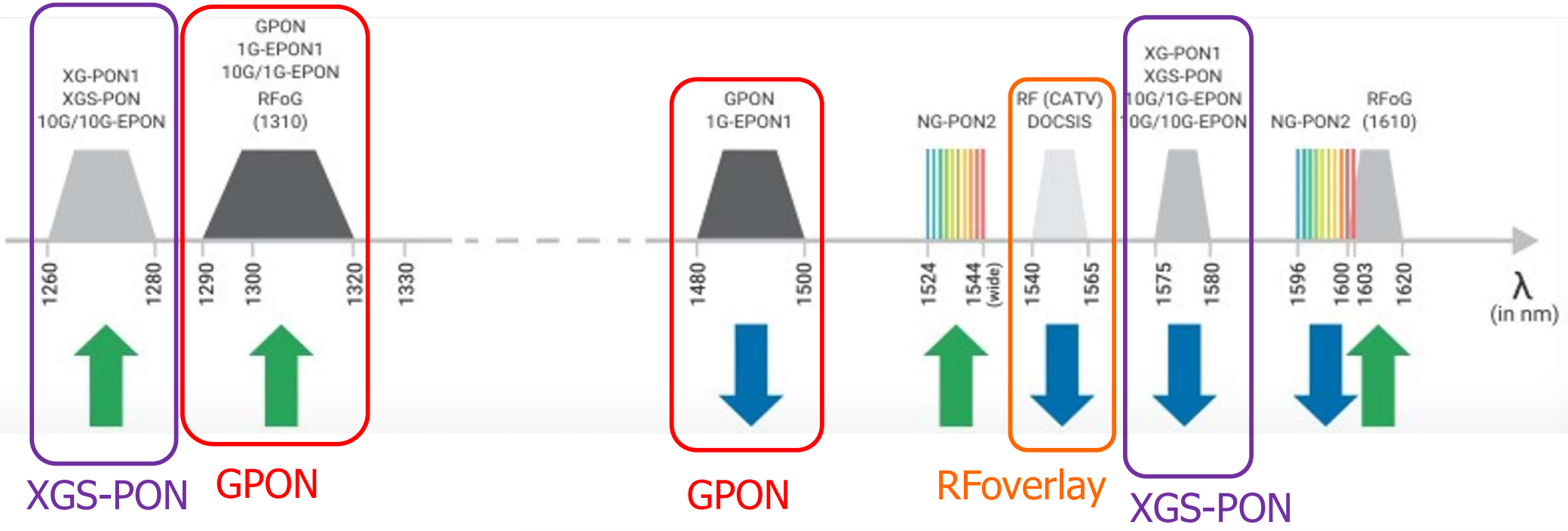
Zdroj: ITU-T, 5G wireless fronthaul requirements in a passive optical network context, Series G, Supplement 66

Řešený příklad 2: přístupová síť

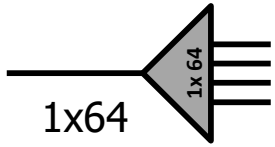
Různé systémy – různé technologie na jedné PON infrastruktuře
- nejčastěji:
  - GPON
  - CATV = RFoverlay
  - XGS-PON (případně NG-PON1)



Spektrum PON se zahušťuje



GPON + XGS-PON na jedné infrastrukruře



1x64
1x128
1x256

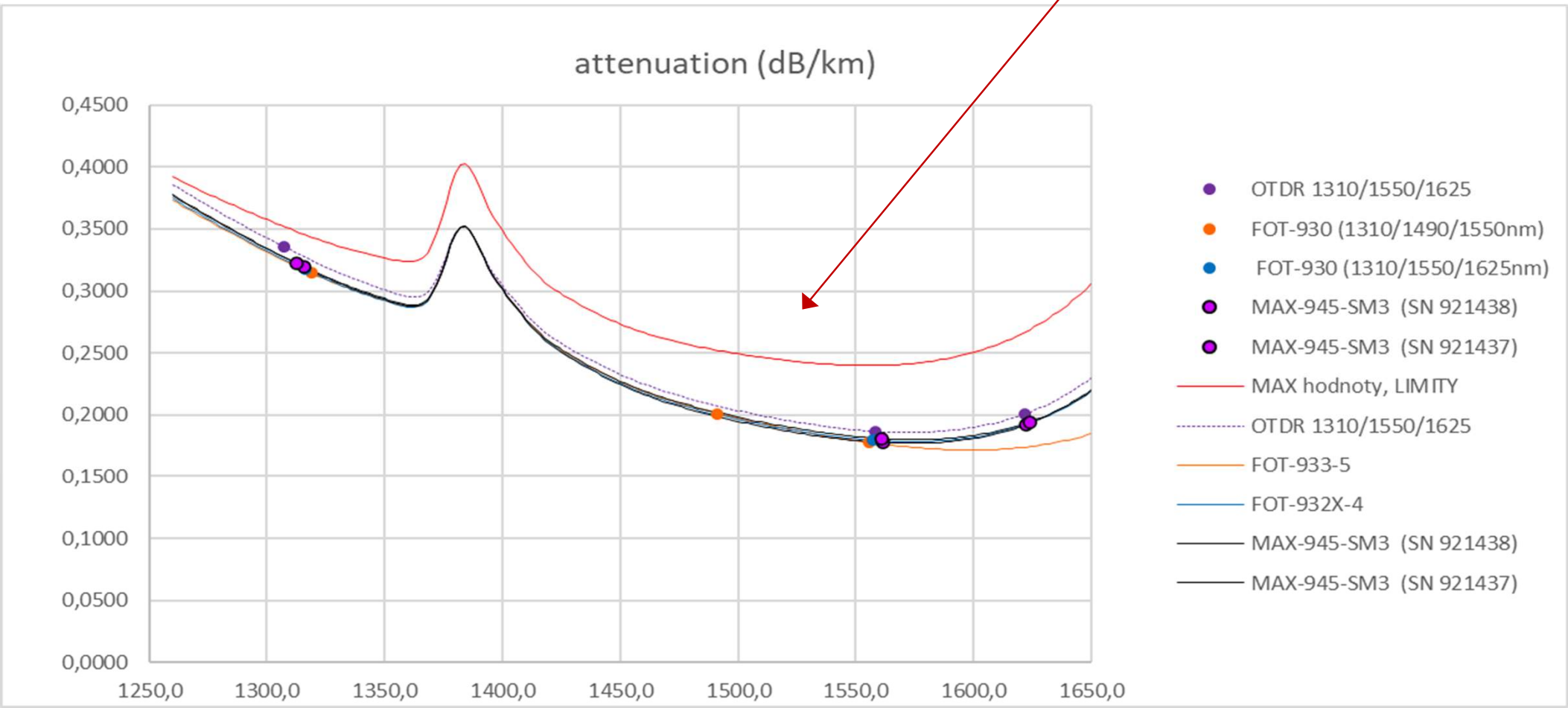
Nejčastěji nasazované kombinace PON technologie

- GPON
- XGS-PON = NG-PON2

PON	Upstream	Downstream	Rozsah útlumu	ORL	Maximální fyzický dosah
GPON C+	1,25 Gbit/s (1310 nm)	2,5 Gbit/s (1490 nm)	17 – 32 dB	>32 dB	60 km
XGS-PON	10 Gbit/s (1270 nm)	10 Gbit/s (1577 nm)	14 – 29 dB 16 – 31 dB 18 – 33 dB 20 – 35 dB	>32 dB	20 km 40 km 60 km

Spektrální závislost útlumu vlákna

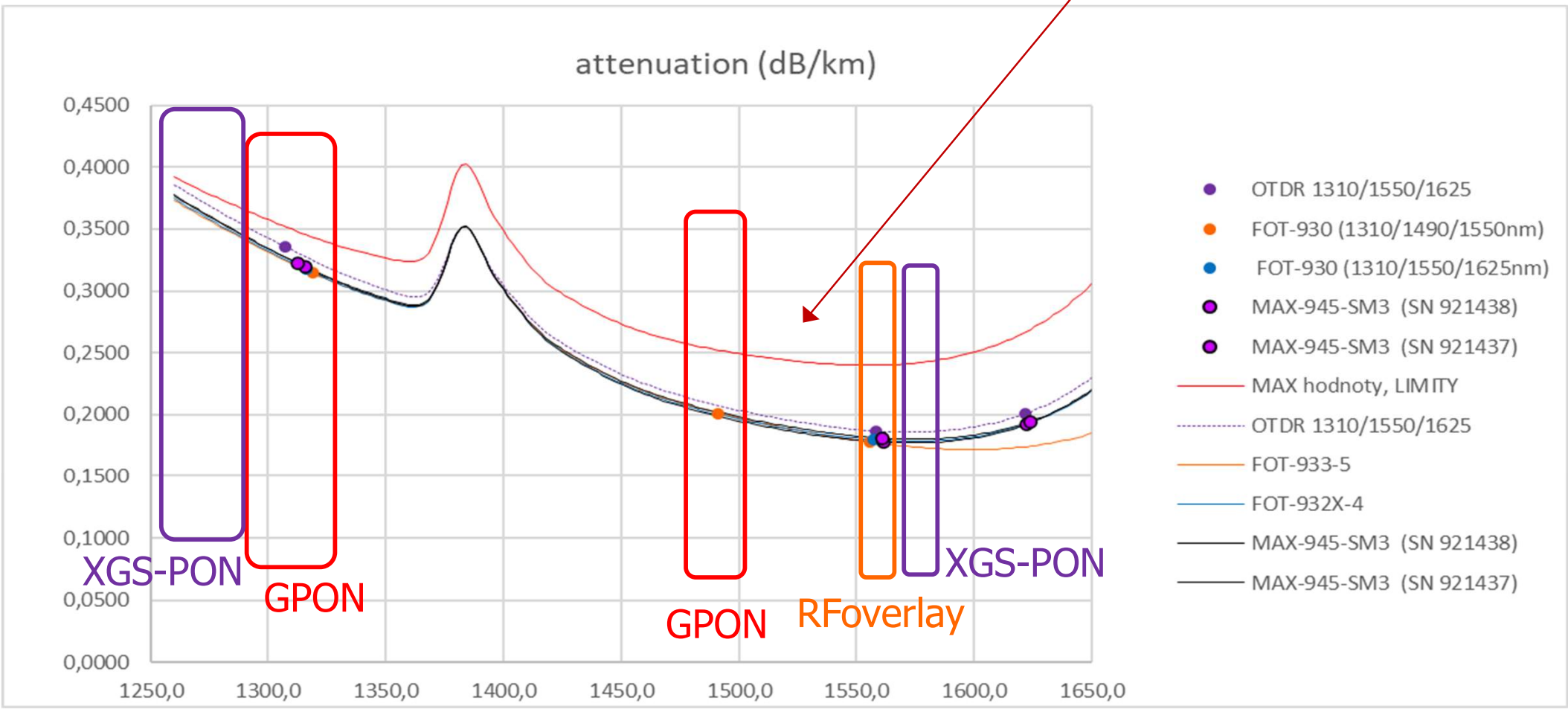
Různé vlnové délky vidí útlum trasy jinak (spektrální útlum)



*) DUT Device Under Test – měřený objekt

Spektrální závislost útlumu vlákna

Různé vlnové délky vidí útlum trasy jinak (spektrální útlum)



*) DUT Device Under Test – měřený objekt

Řešený příklad 2: GPON + XGS-PON

Co jsou předepsané specifikace?

Jaké parametry musíte znát a garantovat před nasazením systému:

1. Vložný útlum IL (dB) celé trasy (!), jednotlivých součástek (?)
   ⇨ změřit OLTS nebo LS+PM nebo OTDR?
   přepočítat spektrální útlum z 1310 nm na 1270 nm – kdo to umí?
2. Útlum optického odrazu ORL (dB) celé trasy
   ⇨ změřit OLTS nebo OTDR?
3. Jednotlivé odrazivosti od součástek na trase R (dB)
   ⇨ změřit OTDR!
4. Chromatickou disperzi CD (ps/nm) celé trasy
   ⇨ spočítat nebo změřit testerem/analyzátorem CD?
5. Polarizační vidovou disperzi PMD (ps) nebo diferenciální skupinové zpoždění DGD(ps) celé trasy (užitečný přepočet : DGD(ps) / 3.73 = PMD(ps))
   ⇨ změřit testerem/analyzátorem CD?

Pozn ad 4. a 5.: CD a PMD má smysl měřit nebo odhadnout u PON od 10 km a dále.

Měření a kontrola optických parametrů

Expertní, měřicí a metrologické činnosti

zkušenosti z týmu PROFiber Networking (CZ+SK):

- praktický výklad technických norem, měření, školení a instruktáže měřicích metod
- konzultace a příprava technických předpisů pro výstavbu a servis sítě
- audit a měření přenosových parametrů sítí, jejich bloků a součástek
- zápůjčky a dodávky měřicí techniky, diagnostických a monitorovacích systémů
- servis a kalibrace měřicí techniky v akreditované kalibrační laboratoři

Metrologické a kalibrační zázemí laboratoře PROFiber Networking s.r.o. akreditované dle ISO/IEC 17025:2017 SNAS pod číslem 527/K-101

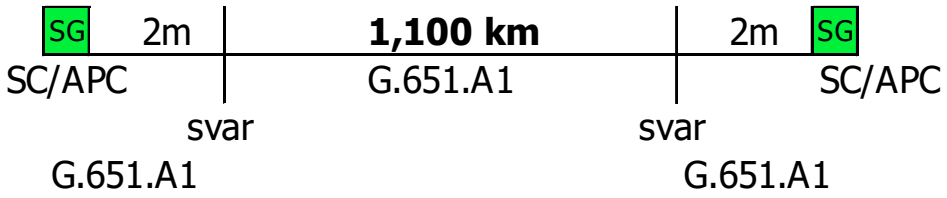
inspiraci v aplikační sekci na webu www.profiber.eu

Reg. No. xxx/x-xxx

Umíte změřit útlum?

Test PROFiber Networking + dobrovolníci + školení:

Úplně triviální příklad:
trasa s vláknem G-657.A1 o délce 1,1km, navařené 2m pigtaily SC/APC



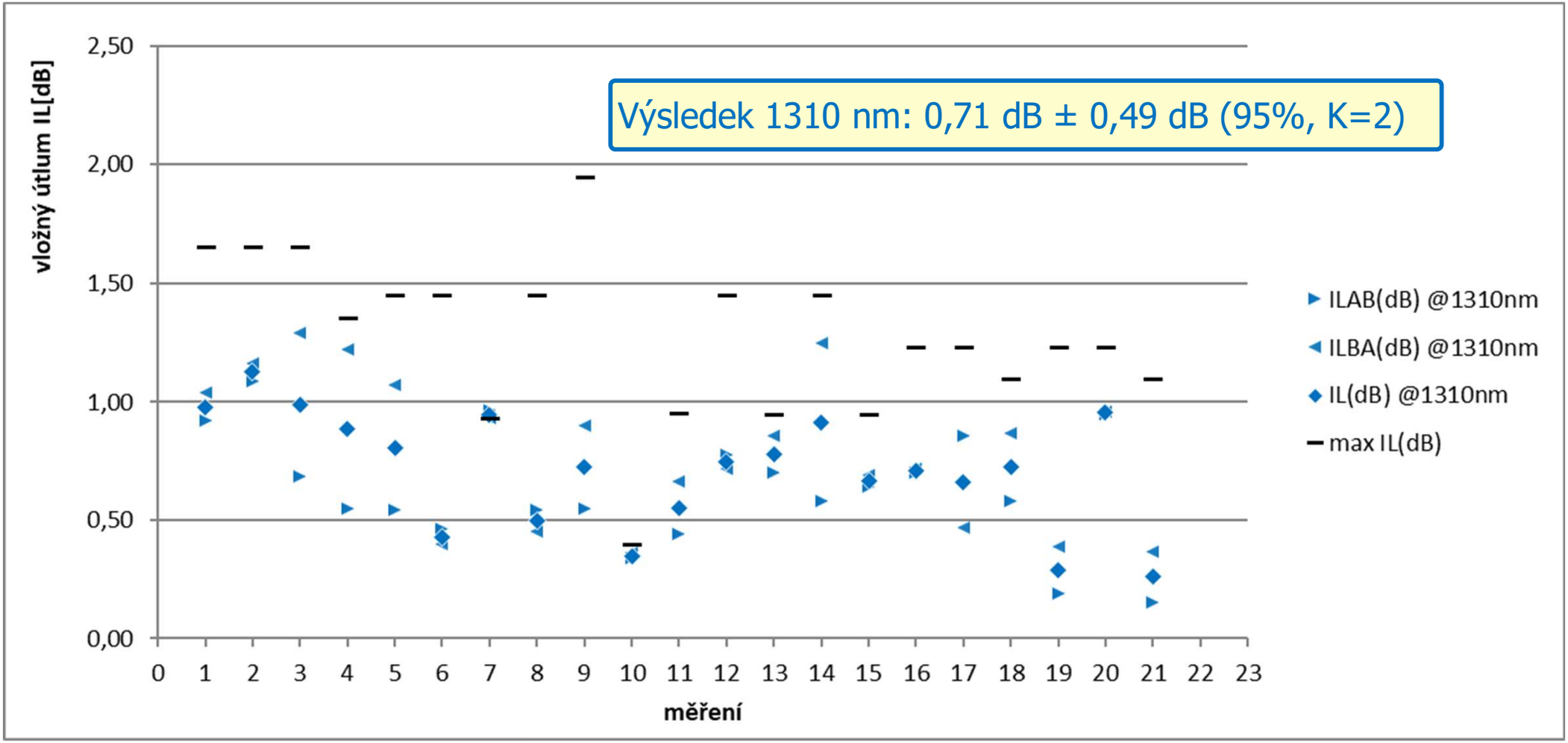
1. Umíte změřit útlum? (přímou metodou LS-PM, certifikačním OLTS nebo iOLM/OTDR?)
2. Umíte spočítat nejistotu měření?
3. Umíte spočítat limit útlumu?
4. Umíte posoudit, zda výsledek vyhověl limitu útlumu?
   (kritérium shody výrobku s předepsanými parametry kvality?)

Umíte změřit útlum?

Test PROFiber Networking + dobrovolníci + školení:

Úplně triviální příklad: trasa s vláknem G-657.A1 o délce 1,1km, navařené 2m pigtaily SC/APC

Výsledky pořízeny v projektu MEKONG č. projektu FW03010551 za finanční spoluúčasti TAČR, program TREND

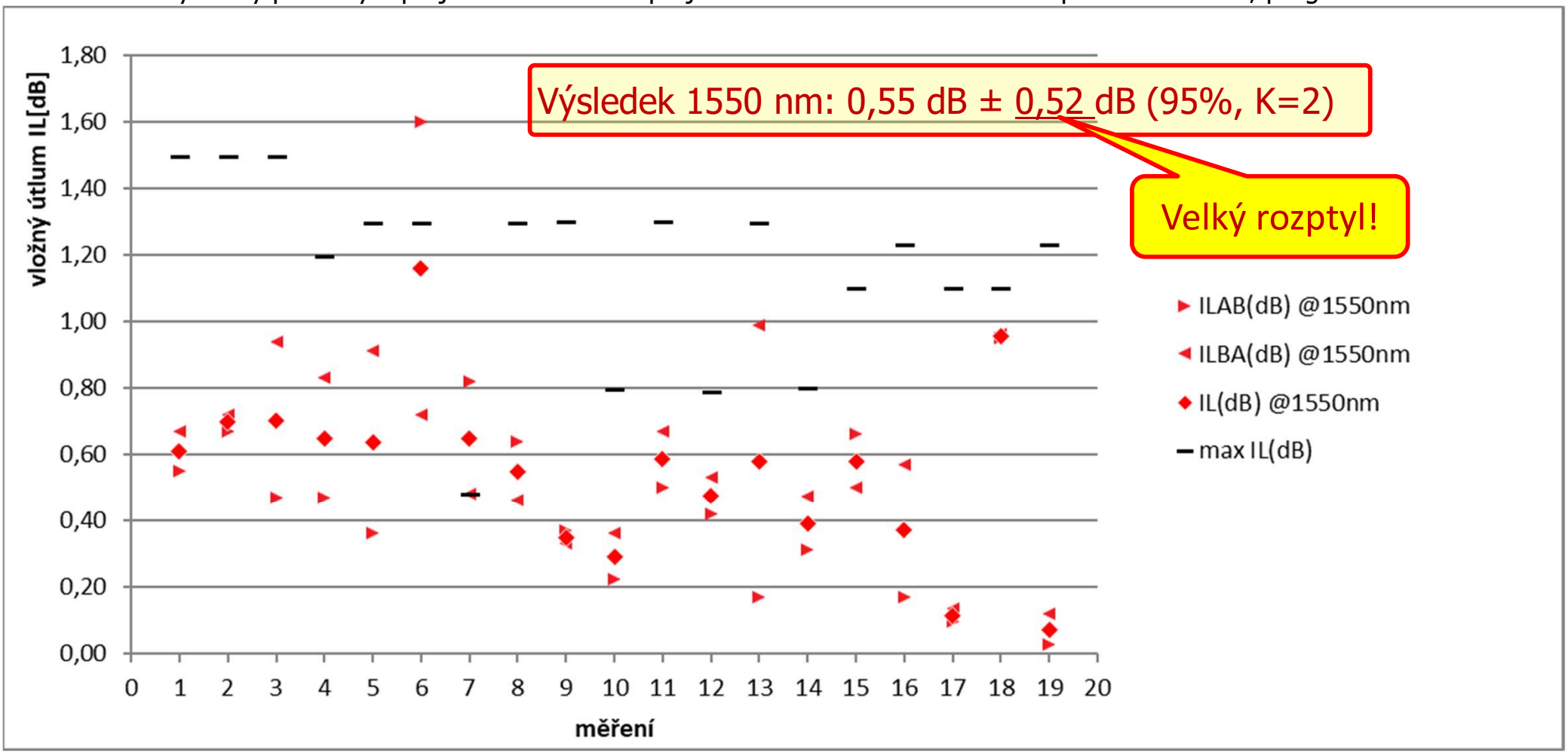


Umíte změřit útlum?

Test PROFiber Networking + dobrovolníci + školení:

Úplně triviální příklad: trasa s vláknem G-657.A1 o délce 1,1km, navařené 2m pigtaily SC/APC

Výsledky pořízeny v projektu MEKONG č. projektu FW03010551 za finanční spoluúčasti TAČR, program TREND

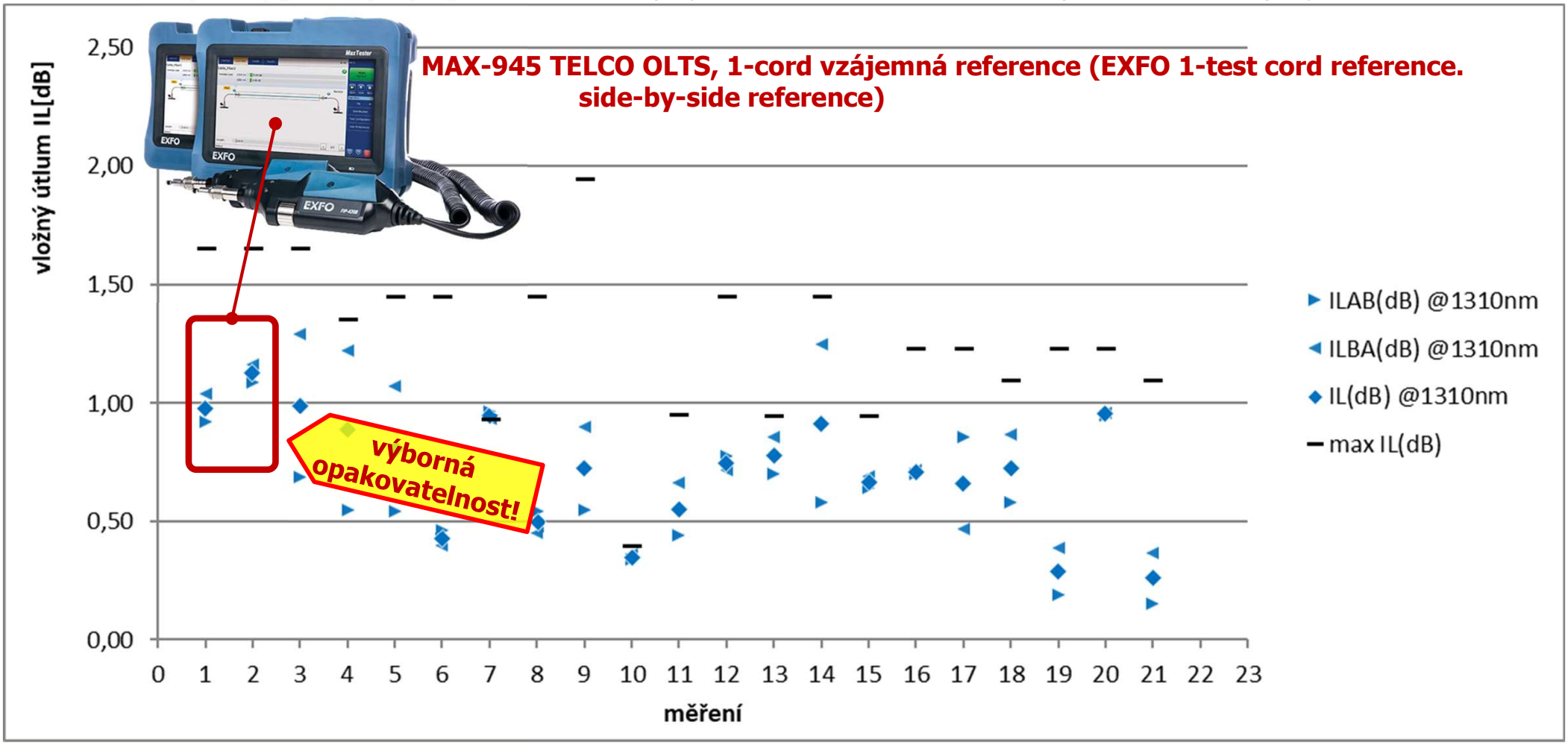


Umíte změřit útlum?

Test PROFiber Networking + dobrovolníci + školení:

Úplně triviální příklad: trasa s vláknem G-657.A1 o délce 1,1km, navařené 2m pigtaily SC/APC

Výsledky pořízeny v projektu MEKONG č. projektu FW03010551 za finanční spoluúčasti TAČR, program TREND

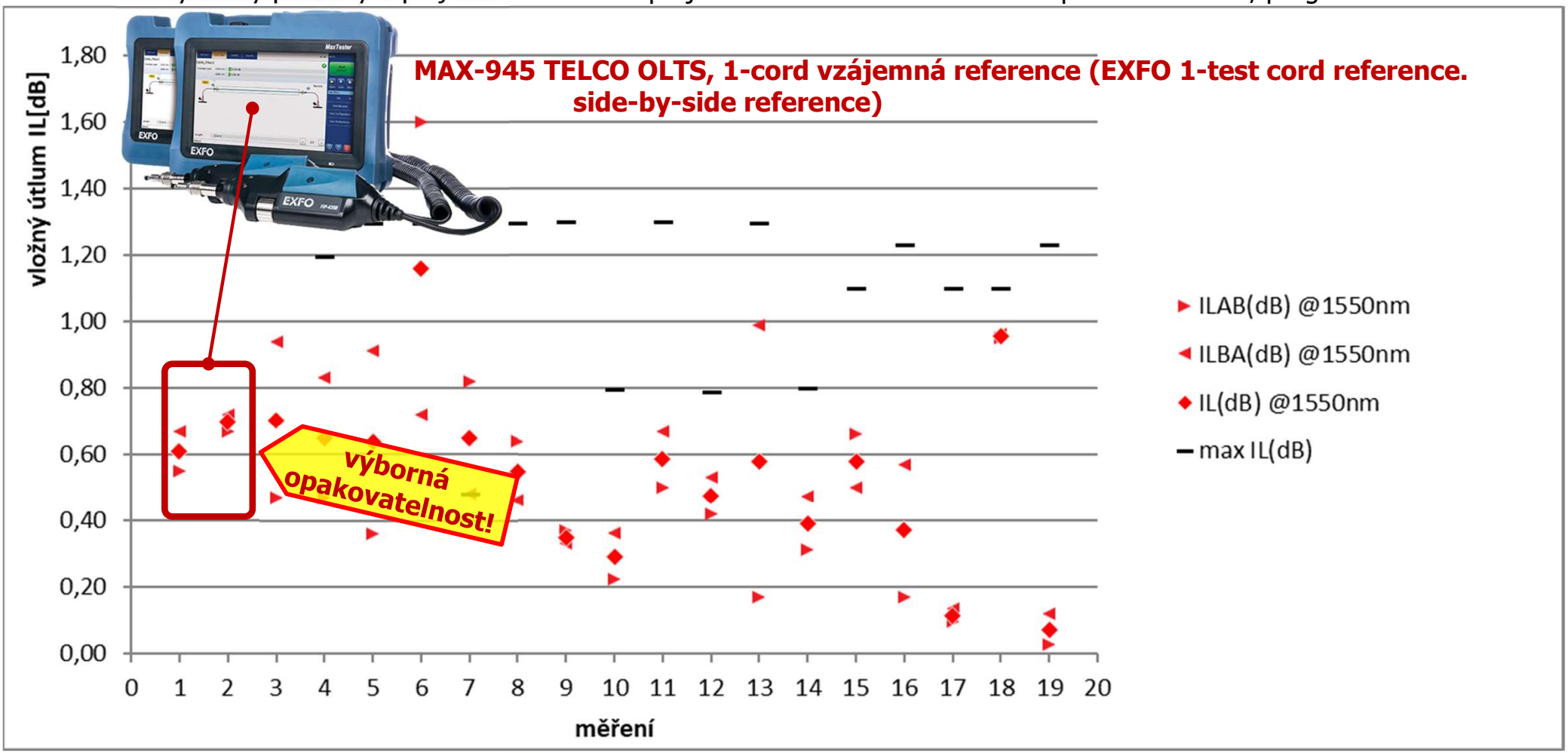


Umíte změřit útlum?

Test PROFiber Networking + dobrovolníci + školení:

Úplně triviální příklad: trasa s vláknem G-657.A1 o délce 1,1km, navařené 2m pigtaily SC/APC

Výsledky pořízeny v projektu MEKONG č. projektu FW03010551 za finanční spoluúčasti TAČR, program TREND



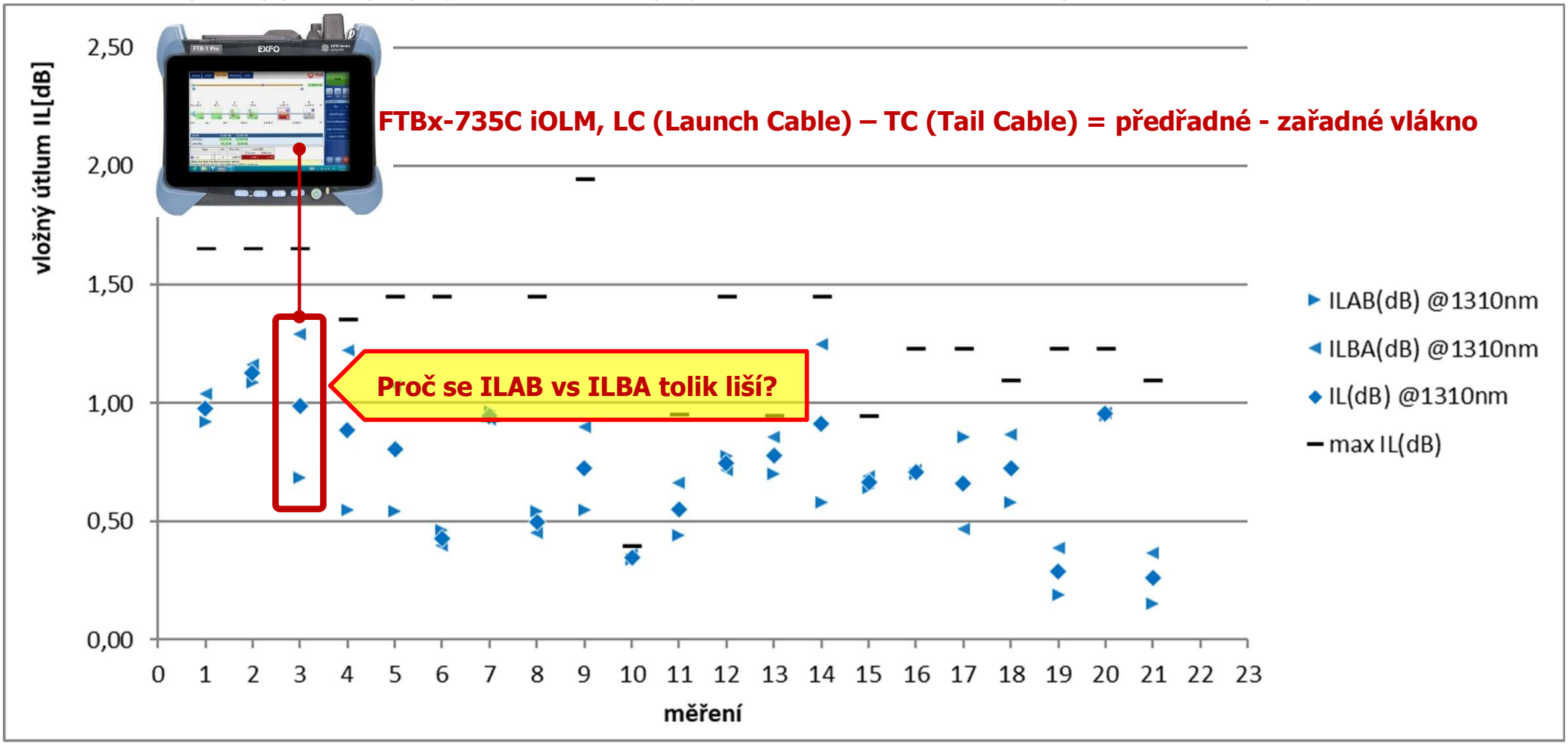
Umíte změřit útlum?

Test PROFiber Networking + dobrovolníci + školení:

Úplně triviální příklad: trasa s vláknem G-657.A1 o délce 1,1km, navařené 2m pigtaily SC/APC

Výsledky pořízeny v projektu MEKONG č. projektu FW03010551 za finanční spoluúčasti TAČR, program TREND

FTBx-735C iOLM, LC (Launch Cable) – TC (Tail Cable) = předřadné - zařadné vlákno



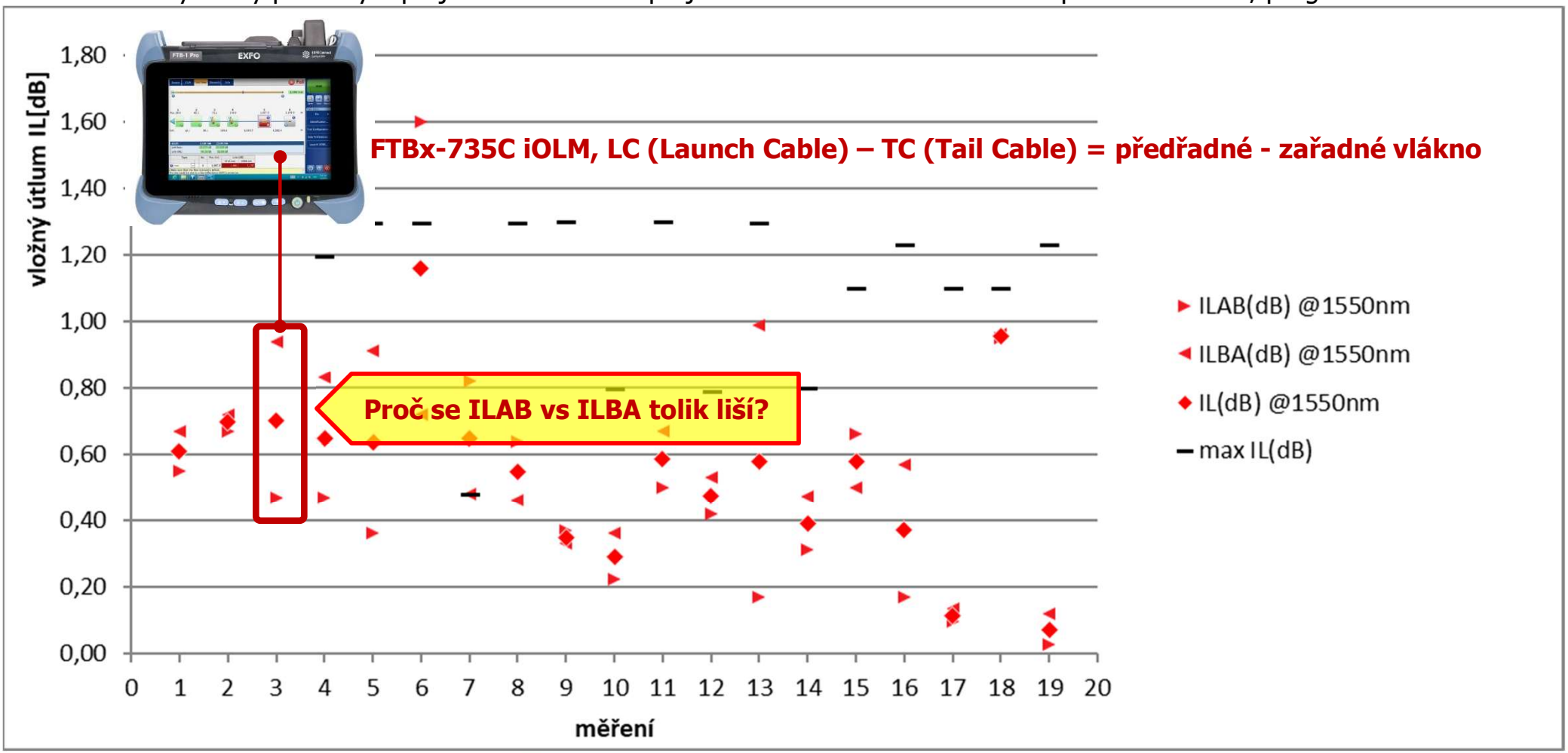
Umíte změřit útlum?

Test PROFiber Networking + dobrovolníci + školení:

Úplně triviální příklad: trasa s vláknem G-657.A1 o délce 1,1km, navařené 2m pigtaily SC/APC

Výsledky pořízeny v projektu MEKONG č. projektu FW03010551 za finanční spoluúčasti TAČR, program TREND

FTBx-735C iOLM, LC (Launch Cable) – TC (Tail Cable) = předřadné - zařadné vlákno



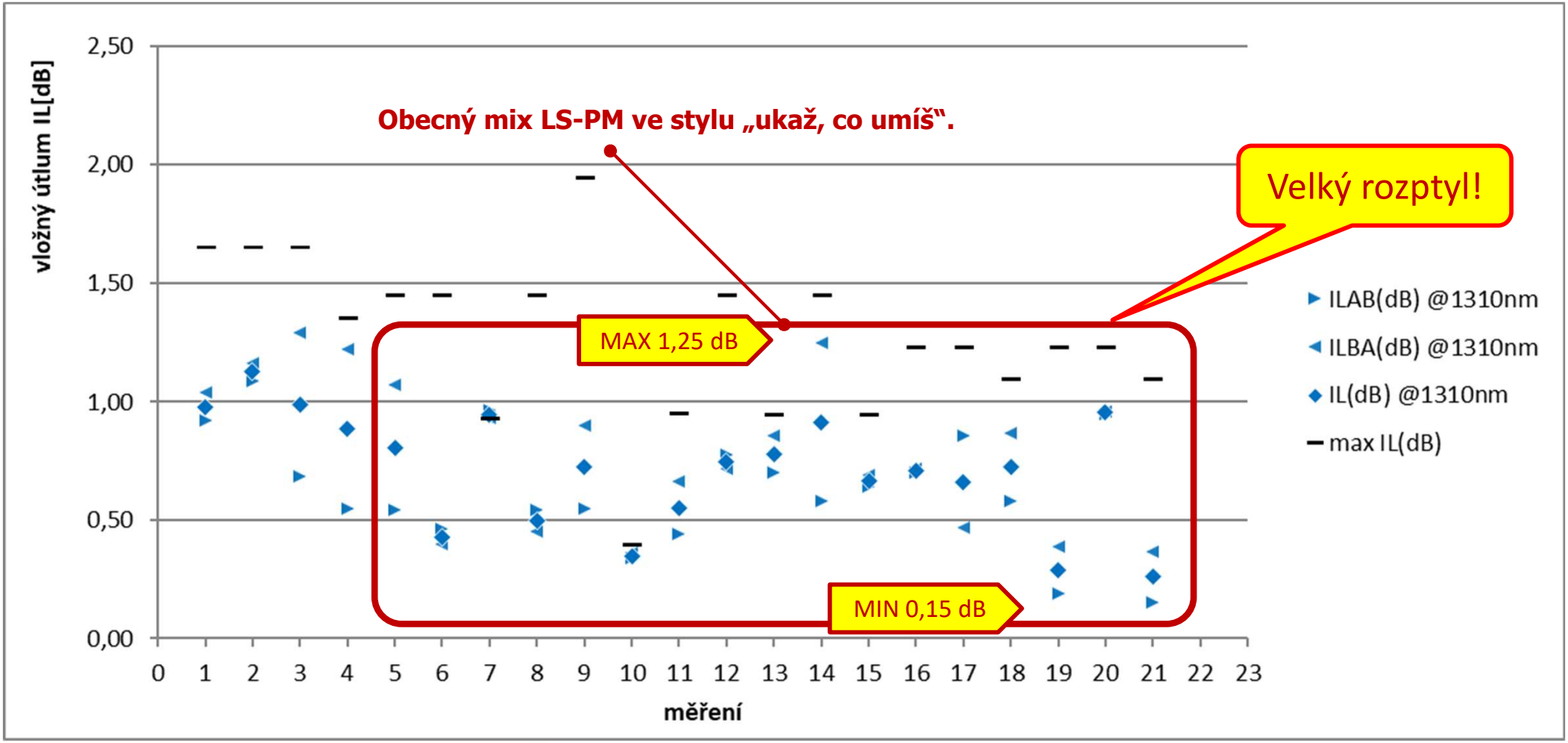
Proč se ILAB vs ILBA tolik liší?

Umíte změřit útlum?

Test PROFiber Networking + dobrovolníci + školení:

Úplně triviální příklad: trasa s vláknem G-657.A1 o délce 1,1km, navařené 2m pigtaily SC/APC

Výsledky pořízeny v projektu MEKONG č. projektu FW03010551 za finanční spoluúčasti TAČR, program TREND

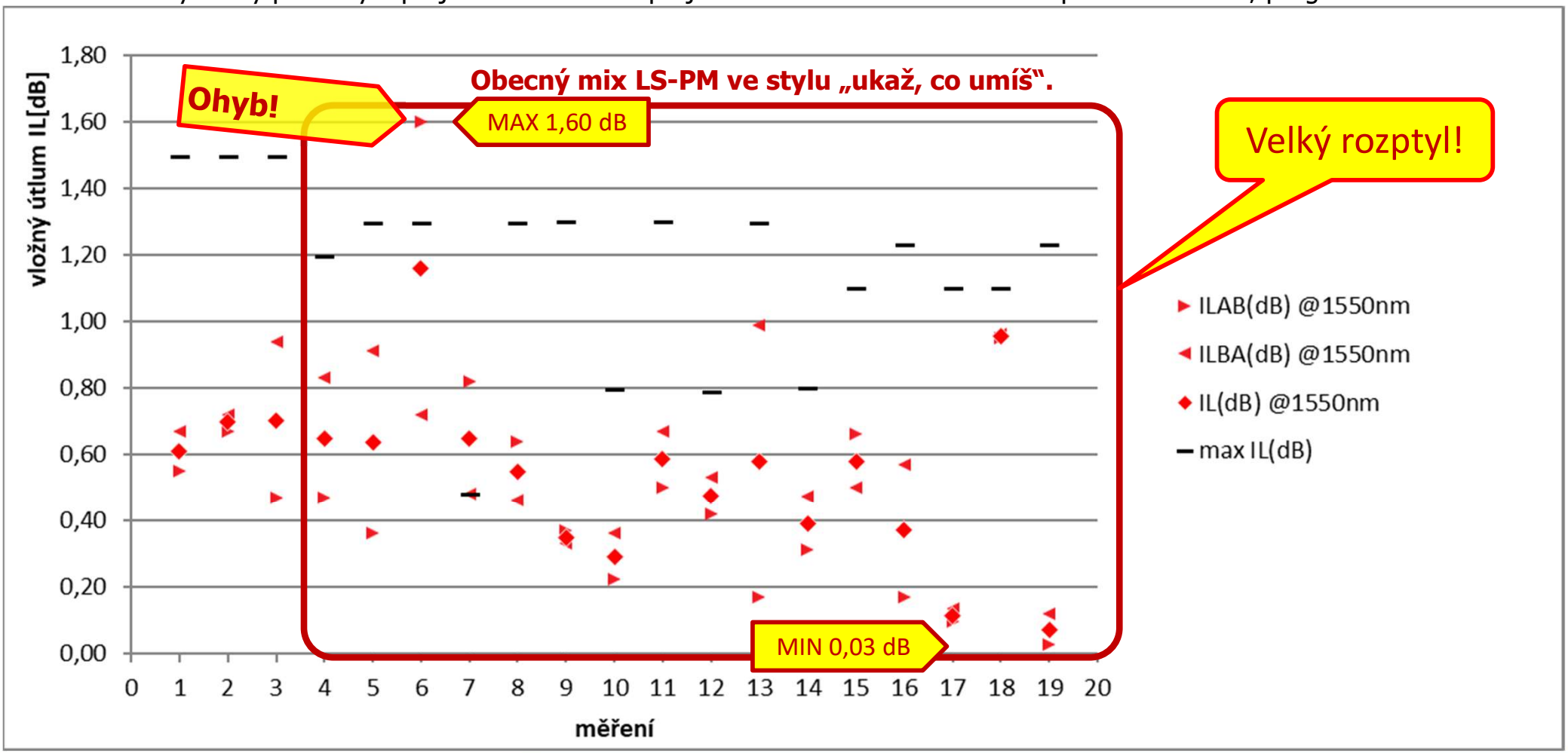


Umíte změřit útlum?

Test PROFiber Networking + dobrovolníci + školení:

Úplně triviální příklad: trasa s vláknem G-657.A1 o délce 1,1km, navařené 2m pigtaily SC/APC

Výsledky pořízeny v projektu MEKONG č. projektu FW03010551 za finanční spoluúčasti TAČR, program TREND



Jak posoudit, že optická síť vyhovuje předepsaným specifikacím

1. Učit parametr/ry kterými prokazujeme kvalitu (výrobku nebo služby)
2. Určit vhodnou měřicí metodu + měřidla + pracovní postup
3. Určit limit/ty parametru
4. Určit nejistotu měření
5. Změřit a posoudit, zda výsledek vyhověl limitu

   (kritérium shody výrobku s předepsanými parametry kvality?)

   Do kritéria shody nezahrnout nejistotu měření!

Obsah testu

Referenční měření v kalibrační laboratoři PROFiber Networking s.r.o.

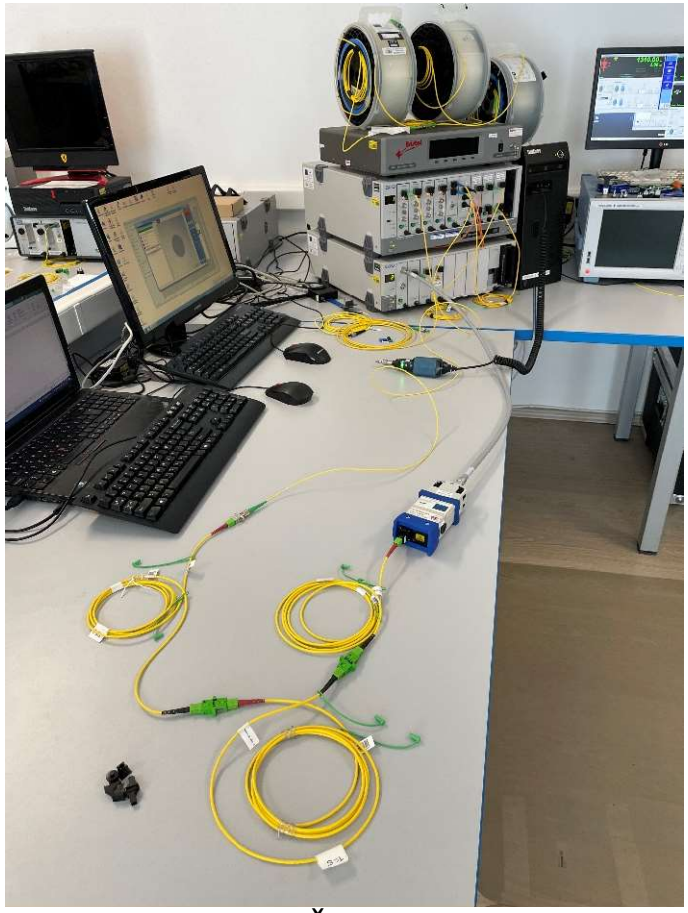
the art of optical communication

Pro srovnání - referenční měření PROFiber Networking:

Úplně triviální příklad: trasa s vláknem G-657.A1 o délce 1,1km, navařené 2m pigtaily SC/APC

Zapojení pracoviště pro kalibraci vložného útlumu

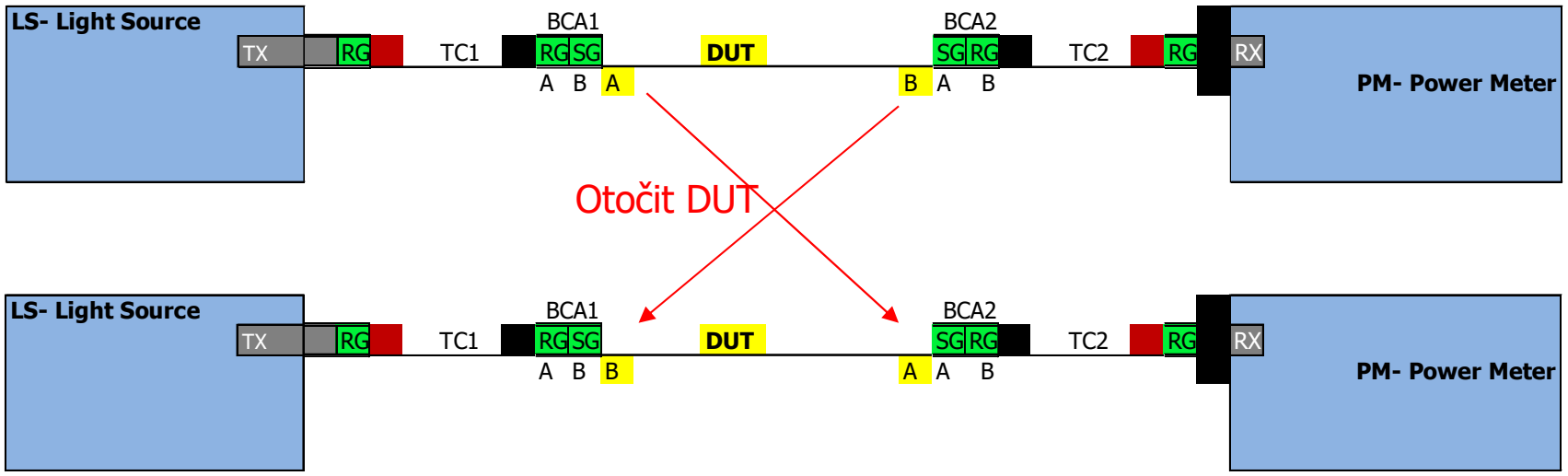
v kalibrační laboratoři PROFiber Networking s.r.o.
akreditované dle ISO/IEC 17025:2017
SNAS pod číslem 527/K-101:



Výsledky pořízeny v projektu MEKONG č. projektu FW03010551 za finanční spoluúčasti TAČR, program TREND

Pro srovnání - referenční měření PROFiber Networking:

Úplně triviální příklad: trasa s vláknem G-657.A1 o délce 1,1km, navařené 2m pigtaily SC/APC



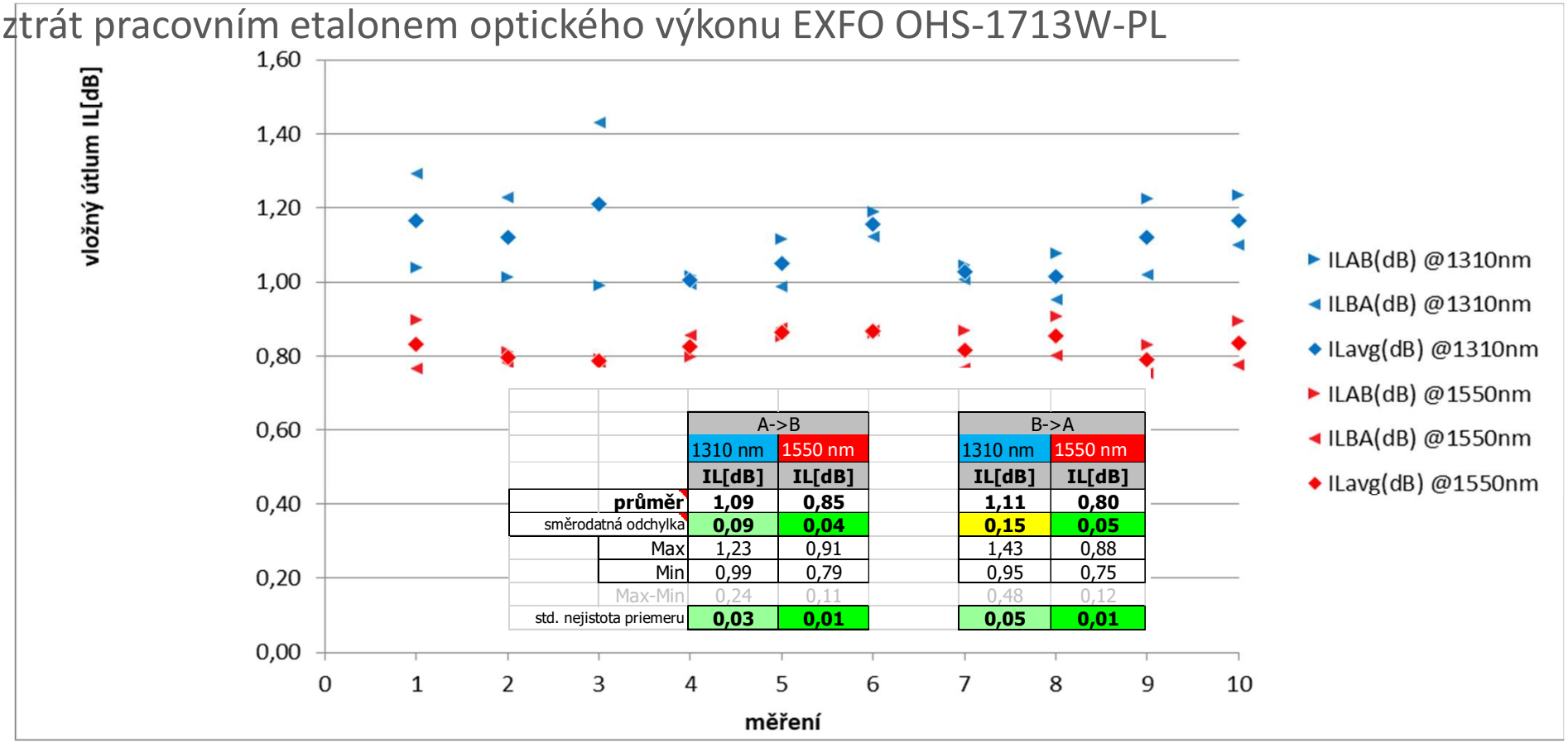
Měření probíhalo sekvenčně: 10x A→B na 1310 nm, potom 10x B→A na 1310 nm
potom 10x A→B na 1550 nm, potom 10x B→A na 1550 nm

Výsledky pořízeny v projektu MEKONG č. projektu FW03010551 za finanční spoluúčasti TAČR, program TREND

Pro srovnání - referenční měření PROFiber Networking:

Úplně triviální příklad: trasa s vláknem G-657.A1 o délce 1,1km, navařené 2m pigtaily SC/APC

Opakovatelnost měření vložného útlumu IL[dB] měřeného 1-cord metodou vložných ztrát pracovním etalonem optického výkonu EXFO OHS-1713W-PL



	A->B		B->A	
	1310 nm	1550 nm	1310 nm	1550 nm
	IL[dB]	IL[dB]	IL[dB]	IL[dB]
průměr	1,09	0,85	1,11	0,80
směrodatná odchylka	0,09	0,04	0,15	0,05
Max	1,23	0,91	1,43	0,88
Min	0,99	0,79	0,95	0,75
Max-Min	0,24	0,11	0,48	0,12
std. nejistota priemeru	0,03	0,01	0,05	0,01

Výsledky pořízeny v projektu MEKONG č. projektu FW03010551 za finanční spoluúčasti TAČR, program TREND

Pro srovnání - referenční měření PROFiber Networking:

Úplně triviální příklad: trasa s vláknem G-657.A1 o délce 1,1km, navařené 2m pigtaily SC/APC

Výsledek měření vložného útlumu IL[dB] měřeného 1-cord metodou vložných ztrát pracovním etalonem optického výkonu EXFO OHS-1713W-PL

Směr A-B, B-A souhrnně: **1,10 dB / 0,83 dB** (1310/1550 nm)

		A->B			B->A	
		1310 nm	1550 nm		1310 nm	1550 nm
		IL[dB]	**IL[dB]**		**IL[dB]**	**IL[dB]**
	průměr	**1,09**	**0,85**		**1,11**	**0,80**
směrodatná odchylka		**0,09**	**0,04**		**0,15**	**0,05**
	Max	1,23	0,91		1,43	0,88
	Min	0,99	0,79		0,95	0,75
	Max-Min	0,24	0,11		0,48	0,12
std. nejistota priemeru		**0,03**	**0,01**		**0,05**	**0,01**

Výsledky pořízeny v projektu MEKONG č. projektu FW03010551 za finanční spoluúčasti TAČR, program TREND

Pro srovnání - referenční měření PROFiber Networking:

Úplně triviální příklad: trasa s vláknem G-657.A1 o délce 1,1km, navařené 2m pigtaily SC/APC

Výsledek měření vložného útlumu IL[dB] měřeného 1-cord metodou vložných ztrát pracovním etalonem optického výkonu EXFO OHS-1713W-PL

vložný útlum trasy včetně vstupního a výstupního konektoru
Kalibrácia vložného útlmu - metoda A (dle EN 61280-4-2 ed. 2, Annex A: 1-cord):

SNAS Reg. No. 527/K-101 Referenční laboratoř PROFiber			
vlnová délka λ[nm]		hodnota IL[dB]	nejistota U[dB]
1310 nm	-	**1,10**	0,23
1550 nm	-	**0,83**	0,23

Nejvyšší přesnost !

vložný útlum trasy bez vstupního a výstupního konektoru (útlum vláknového úseku)
Kalibrácia vložného útlmu - metoda B (dle EN 61280-4-2 ed. 2, Annex B: 3-cord):

SNAS Reg. No. 527/K-101 Referenční laboratoř PROFiber			
vlnová délka λ[nm]		hodnota IL[dB]	nejistota U[dB]
1310 nm	-	**0,48**	0,26
1550 nm	-	**0,37**	0,26

Výsledky pořízeny v projektu MEKONG č. projektu FW03010551 za finanční spoluúčasti TAČR, program TREND

Referenční měření v kalibrační laboratoři PROFiber Networking s.r.o.

Pro srovnání - referenční měření PROFiber Networking:

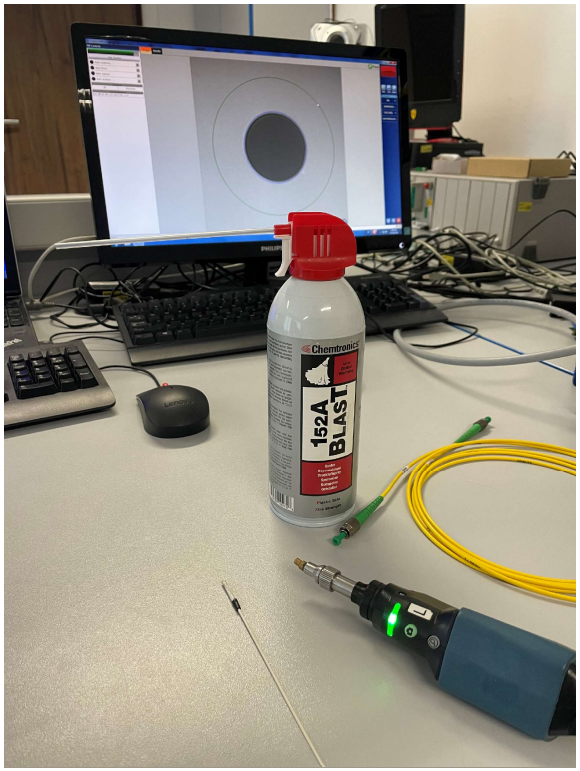
Úplně triviální příklad: trasa s vláknem G-657.A1 o délce 1,1km, navařené 2m pigtaily SC/APC

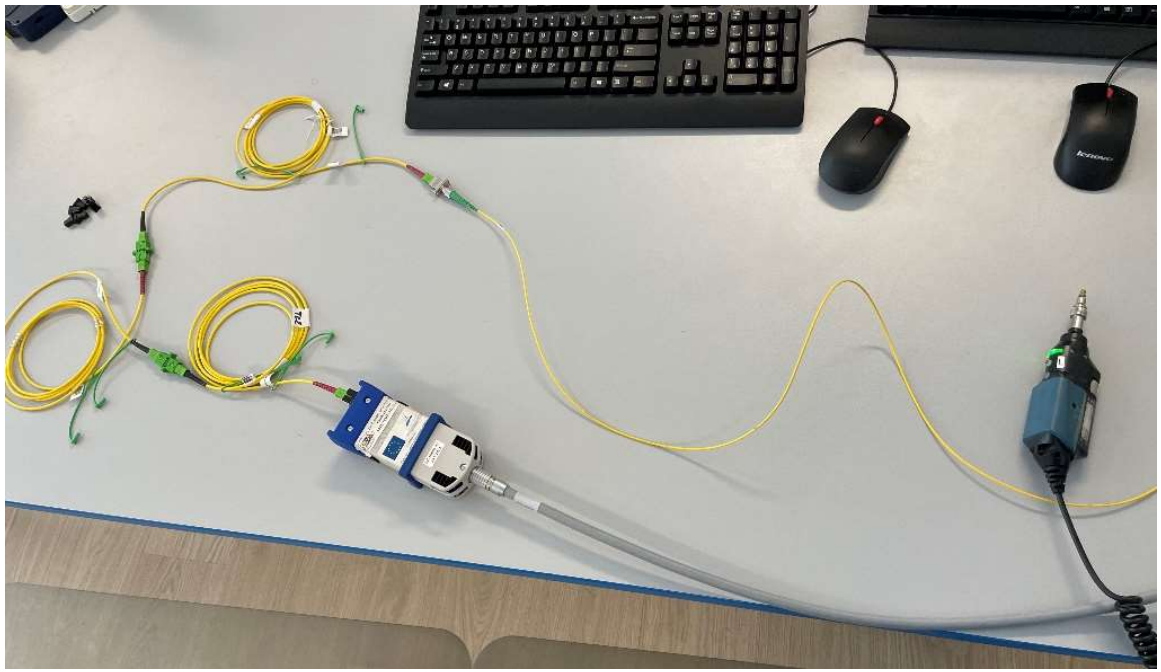
Závěr: na čistotě a kvalitě konektorů záleží!

Čistit nejen čelo konektorů čisticím perem!

Použít stačený vzduch k profouknutí spojky konektoru

Používat šňůry s konektory referenční kvality – RG: IL≤ 0,2 dB



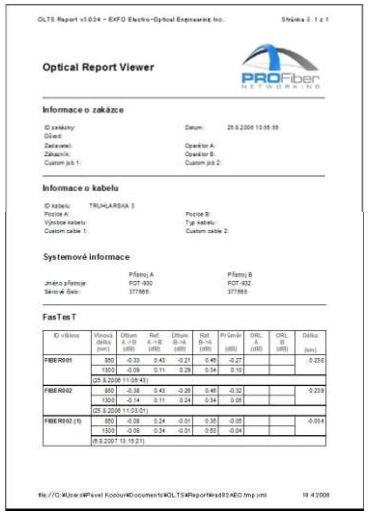


Výsledky pořízeny v projektu MEKONG č. projektu FW03010551 za finanční spoluúčasti TAČR, program TREND

zpracování výsledků – přímá metoda, LS-PM, OLTS

Přidaná hodnota PROFiber:

1. Korekce systematické chyby měření (např. spektrální IL(dB))
2. Vyčíslit nejistotu měření
3. Jednoznačné kritérium shody


Optical Report Viewer

Informace o zakázce

Informace o kabelu

Systémové informace

FasTesT

Výstupní protokol

FastReporter

DATA POST-PROCESSING SOFTWARE

EXFO Connect Compatible

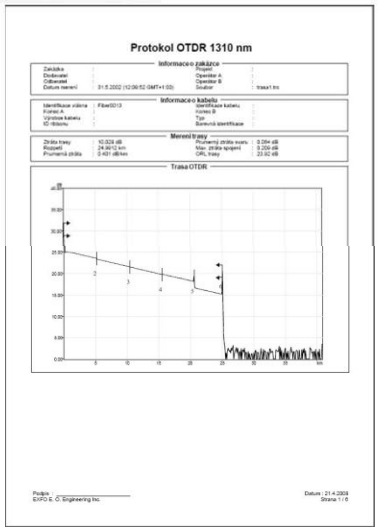
TestFlow Compatible

zpracování výsledků – iOLM, OTDR

eXchange

Přidaná hodnota PROFiber:

1. Korekce systematické chyby měření (např. spektrální IL(dB))
2. Vyčíslit nejistotu měření
3. Jednoznačné kritérium shody



Výstupní protokol

FastReporter

DATA POST-PROCESSING SOFTWARE

EXFO Connect Compatible

TestFlow Compatible

EXFO
EXPERTISE REACHING OUT

FastReporter 3

Možnosti:

Vyhodnocuje vše…OTDR (včetně IL/R/ORL), OLTS, CD&PMD

FastReporter

DATA POST-PROCESSING SOFTWARE

EXFO Connect Compatible

TestFlow Compatible

EXFO Exchange

Děkujeme za pozornost

Otázky?

AKADEMIE VLÁKNOVÉ OPTIKY A OPTICKÝCH KOMUNIKACÍ ®

PROFiber Networking CZ s.r.o.
Mezi Vodami 205/29
143 00 Praha 4

PROFiber Networking s.r.o.
Bernolákova 2
917 01 Trnava

the art of optical communication

PROFiber NETWORKING