

Kalibrácia meradiel pre FTTx nie je len formalita !

Ján Ďurovka

Frederik Rampák

- AKADEMIE VLÁKNOVÉ OPTIKY A OPTICKÝCH KOMUNIKACÍ[®]

- Analógia s technickou kontrolou
- Zodpovednosť používateľa
- Kedy potrebujete kalibrovať
- Výber kompetentného partnera
- Čo kalibrovať pre meranie FTTx
- Ako často kalibrovať
- Zmena rekaliбраčného intervalu
- Analýza po kalibrácii
- Príklad vyhodnotenia trendov
- Zhrnutie

Obsah

ANALÓGIA S TECHNICKOU KONTROLOU

„Kto z Vás by si sadol do neznámeho auta bez technickej kontroly a jazdil by na verejnej komunikácii?“

- Kalibrácia nie je len administratíva. Je to **garancia**, že meranie, na základe ktorého sa robia rozhodnutia za tisíce eur, je správne.
- Zodpovednosť za riziko nesprávnych údajov a rozhodnutí leží plne na používateľovi.
- Jedno nesprávne meranie môže znamenať zbytočný výjazd servisného tímu alebo reklamáciu celej optickej trasy.



AUTO BEZ STK

=



EXSPIROVANÁ
KALIBRÁCIA

! Reálne dôsledky:

- x reklamácie od zákazníkov
- x zbytočné výjazdy technikov
- x zle prebratá sieť
- x nesprávna diagnostika poruchy

ZODPOVEDNOSŤ POUŽÍVATEĽA



Stav meracieho prístroja

Fyzický a technický stav samotného zariadenia. Je prístroj funkčný spoľahlivý a udržiavaný?



Správny postup merania

Použitie správnych postupov a nastavení prístroja.
- neistota merania



Stav príslušenstva pre meranie

Stav optických konektorov, adaptérov patchcordov, predradných a zaradných vlákien.

- Nie je to len o vhodnej meracej technike, ale aj o jej **správnom používaní vhodne zvoleného postupu**.
- exspirovaná kalibrácia = **nedôveryhodný prístroj** = **negarantované merania**
- Negarantovaný technický stav meradla môže viesť k chybným rozhodnutiam = finančným stratám.



Požiadavky z praxe:

- "Montážne firmy nás žiadajú o urýchlenú kalibráciu, pretože investor vyžaduje **Kalibračný certifikát**."
- „Oslovujú nás na overenie podozrivých výsledkov z meradla, ktoré **malo exspirovanú platnosť kalibrácie**."

KEDY POTREBUJETE KALIBROVAŤ

Rozhodovanie medzi nutnosťou a možnosťou kalibrácie v praxi FTTx sietí:

KALIBRÁCIA JE POTREBNÁ	KALIBRÁCIA NIE JE NUTNÁ
✓ Kontrola kvality	x Orientačné alebo neformálne merania
✓ Akceptačné merania	x Keď presnosť merania nie je podstatná
✓ Bezpečnostné testy	x Meranie „sám pre seba“
✓ Odovzdávajúce merania	x Nepreukazuje sa kvalita
✓ Preberanie siete / kábla	x Nefaktúruje sa výrobok alebo služba
✓ Kritické merania podľa normy	



Poznámka: Nie všetky meradlá potrebujú rovnakú starostlivosť. O potrebe kalibrácie rozhoduje používateľ, ktorý pozná všetky aspekty a riziká merania.

VÝBER KOMPETENTNÉHO PARTNERA



ISO/IEC 17025

Akreditované kalibračné laboratórium, kontrolovaný proces kalibrácie pod prísny dohľadom akreditačného orgánu.



Nadväznosť a neistoty

Garantovaná neistota merania a metrologická nadväznosť na medzinárodné etalóny.



Kompetentnosť

Preukázanie odbornej spôsobilosti pracovníkov a validácia používaných kalibračných metód.



Pravidelné audity (interné a externé) zaručujú kvalitu kalibračného procesu.



Výstupom je **Kalibračný certifikát** uznávaný pri kontrolách, auditoch ISO 9001



Evidencia prístrojov a upozornenia na exspiráciu (neprerušovaný reťazec).



VÝHODY SERVISNÉHO STREDISKA

- **Adjustácia a opravy**
 - možnosť nastavenia stupnice priamo v mieste laboratória.
- *Skrátenie času, kedy je používateľ bez meradla.*
- *Možnosť zapožičania náhradného prístroja.*
- *On-site kalibrácia u zákazníka (výrobné linky, viac prístrojov na jednom mieste).*

ČO KALIBROVAŤ PRE FTTx SIETE



Výrobca FTTx komponentov (pigtaily, patchordy, adaptéry, optické vlákna, ...)

Výrobca musí garantovať kvalitu svojich výrobkov pre FTTx

– **kalibrácia nutná**. Meranie IL RL

Nekvalitné výrobky po montáži spôsobujú vysoké škody na opravy.



NSP (Network Service Provider)

Poskytovanie „Dark fiber“ – **kalibrácia nutná**

Pre týchto poskytovateľov optiky sú kalibrované meradlá (OTDR, LS, PM, CD, PMD) garanciou poskytovanej služby.



ISP (Internet Service Provider)

OTDR a PM sú často **len informatívne meradlá**.

Garancia QoS je postavená na TCP/IP protokole, nie len na fyzickej vrstve. – **potreba kalibrácie** Dátového prístroja.



Montážne firmy

Pracujú pre ISP a alebo NSP. **Potrebujú kalibrované pracovné meradlá** na preukázanie kvality odvedenej práce.



Každý z uvedených segmentov potrebuje garantovať kvalitu výrobkov, vykonanej práce alebo služby !

KALIBROVANÉ PRÍSTROJE SÚ ZÁKLADOM TEJTO GARANCIE

ČO KALIBROVAŤ PRE FTTx SIETE



kalibrované meradlo	KALIBROVANÉ PARAMETRE		Segment FTTx
✓ Power meter	➤ Absolútna stupnica výkonu (podľa odovzdávacích dokumentov) ➤ Linearita (1 vlnová dĺžka postačuje)		➤ Výroba ➤ Montážna firma ➤ NSP
✓ Zdroj žiarenia	➤ Výstupný výkon (podľa odovzdávacích dokumentov) ➤ Centrálna vlnová dĺžka (pre meranie do 5 km malý vplyv)	➤ FWHM (šírka spektra) ➤ Stabilita zdroja žiarenia	➤ Výroba ➤ Montážna firma ➤ NSP
✓ OTDR	➤ Meranie vzdialenosti ➤ Dynamický rozsah (kľúčové pre splittre) ➤ Linearita (1 vlnová dĺžka postačuje) ➤ Identifikačná mŕtva zóna (FC/SPC, R -45dB)	➤ Útlmová mŕtva zóna (FC/SPC, R -45dB) ➤ FTTx PON Dead zone ➤ Centrálna vlnová dĺžka	➤ Výroba ➤ Montážna firma ➤ NSP
✓ Dátové prístroje	➤ Ethernet 1G, 10G, 100G ➤ Frekvencia interných hodín prístroja	➤ Frekvencia portu TX ➤ Frekvencia portu RX	➤ ISP
✓ Meradlo IL a RL	➤ Kalibrácia merania IL ➤ Kalibrácia merania RL	➤ Kalibrácia merania vzdialenosti	➤ Výroba
✓ Meradlá CD a PMD + Zdroj žiarenia	➤ Kalibrácia merania chromatickej disperzie ➤ Kalibrácia merania polarizačnej módovej disperzie		➤ NSP



Je potrebné hľadať rovnováhu medzi cenou a hĺbkou kalibrácie.

Faktory ovplyvňujúce interval rekalibrácie



- ❖ intenzita používania prístroja
- ❖ požadovaná presnosť v procese merania
- ❖ odporúčanie výrobcu zariadenia
- ❖ normatívne a zákonné požiadavky
- ❖ opotrebovaný optický konektor

Relevantné normy a pokyny



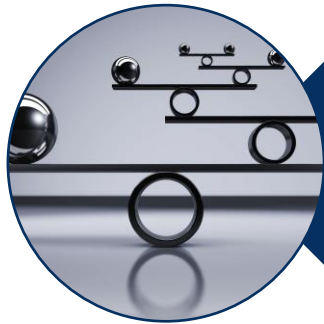
- ❖ ISO 10012:2026 Manažment kvality – Požiadavky na systémy riadenia merania
- ❖ ILAC – G24:2022 Pokyny pre stanovenie kalibračných intervalov

Možná inšpirácia z Automotive segmentu – predpis VDA 5

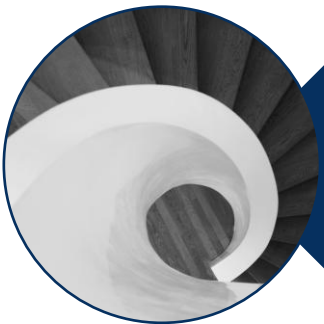


- ❖ Stabilita meradla v čase a historické dáta
- ❖ Požadovaná neistota merania
- ❖ Kritickosť merania pre kvalitu finálneho produktu

Ako často kalibrovat'?



1 Prvý interval podľa odporúčania výrobcu (napríklad 12 mesiacov).



2 Sledovanie driftu (odchýlky) počas niekoľkých cyklov (min. 5 kalibrácií/meradiel).



3 Optimalizácia: Interval sa predlžuje alebo skracuje podľa stability a požiadaviek.

Zmena rekalibračného intervalu

ANALÝZA PO KALIBRÁCIÍ



Certifikát v šuplíku nestačí, musíme rozumieť tomu, čo znamenajú namerané hodnoty z kalibrácie.



Kroky analýzy výsledkov kalibrácie:

1. Vyhlásenie zhody meradla

Porovnanie nameraných odchýlok so špecifikáciou výrobcu. Spĺňa meradlo deklarované parametre výrobcu?

2. Neistota a pravdepodobnosť

Zohľadnenie neistoty merania. Číslo nie je len číslo – pri hodnotách blízko tolerancie je nutné aplikovať rozhodovacie pravidlá.



Splnenie požiadaviek výrobcu



Meradlo je v rámci tolerancie a je bezpečné ho používať -> nasadenie do prevádzky

Nespĺňa požiadavky výrobcu

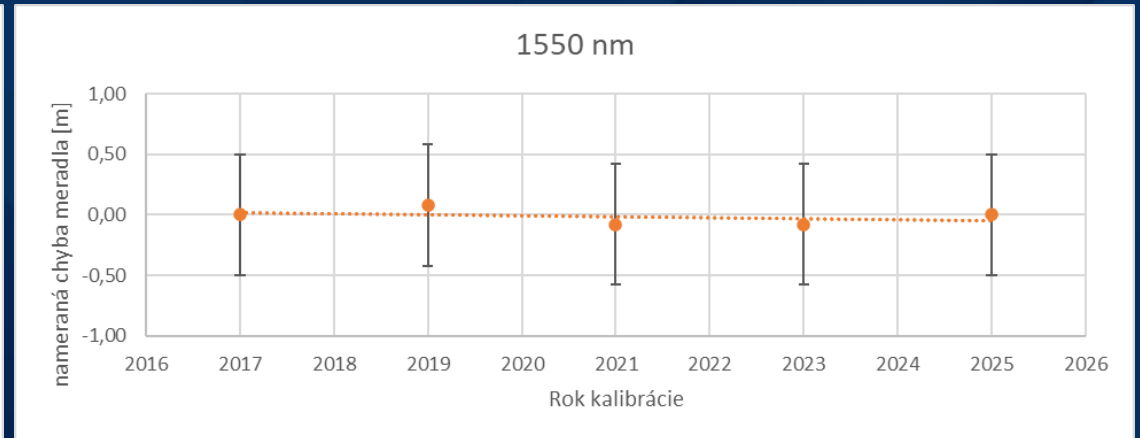
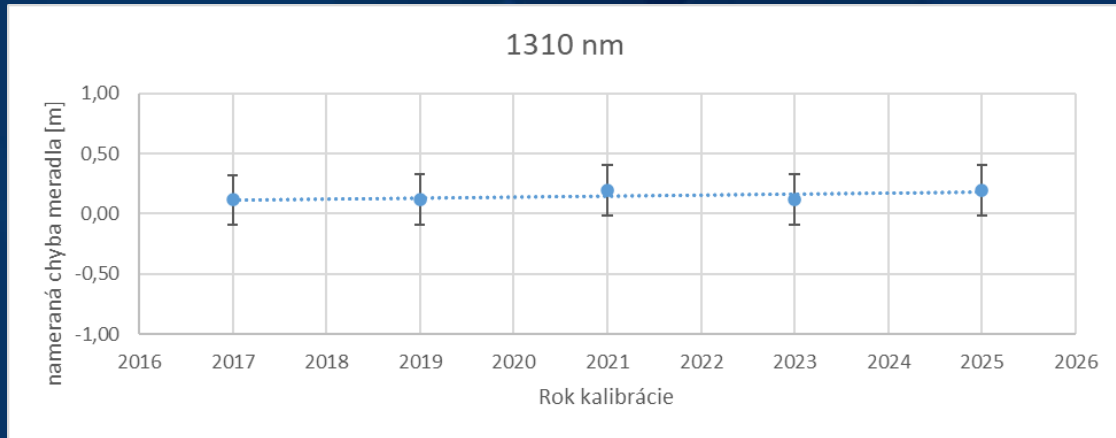


Namerané hodnoty sú mimo tolerancie alebo je neistota príliš vysoká.

- servisná adjustácia stupnice
- oprava a opakovaná kalibrácia
- vyradenie alebo obmedzenie používania

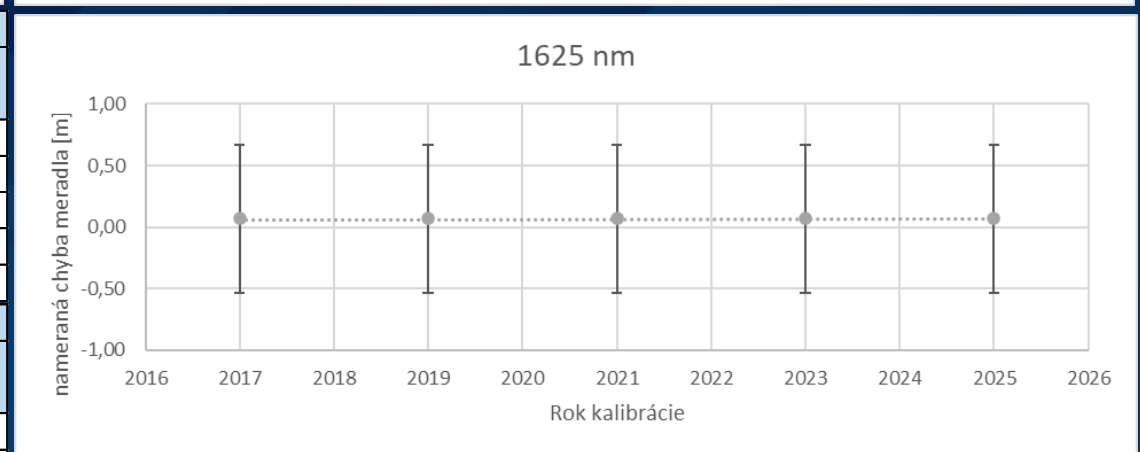
PRÍKLAD VYHODNOTENIA TRENDOV

sledovaný parameter: meranie vzdialenosti OTDR
model: EXFO FTB-720-23B-04B-EA, SN:684702



1310 nm			1550 nm		
rok kalibrácie	chyba merania [m]	neistota kalibrácie [m]	rok kalibrácie	chyba merania [m]	neistota kalibrácie [m]
2017	0,12	0,21	2017	0,00	0,50
2019	0,12	0,21	2019	0,08	0,50
2021	0,20	0,21	2021	-0,08	0,50
2023	0,12	0,21	2023	-0,08	0,50
2025	0,20	0,21	2025	0,00	0,50

1625 nm		
rok kalibrácie	chyba merania [m]	neistota kalibrácie [m]
2017	0,07	0,60
2019	0,07	0,60
2021	0,07	0,60
2023	0,07	0,60
2025	0,07	0,60



**„Kalibrácia je úkon, ktorým
GARANTUJETE
výsledky Vašej práce!“**

Ďakujeme za pozornost'

www.profiber.eu

info@profiber.eu

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

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