

Solidní nejistota - základ přesného měření

PROFiber Networking CZ s.r.o. Jan Brouček

připraveno s podporou projektu č. FW03010551 za finanční spoluúčasti TAČR, program TREND

the art of
optical
communication



Nejistota měření = technický termín z oblasti metrologie

- K čemu nám je nejistota?

Přestupek byl ve výše uvedené dobu spáchán blíže neurčeným řidičem v místě, kde je nejvyšší dovolená rychlost 50 km/h. Automatizovaným technickým prostředkem byla naměřena rychlost vozidla 63 km/h, po odečtení tolerance měřicího zařízení 3 km/h (pro rychlosti do 100 km/h), respektive 3 % rychlosti (pro rychlosti nad 100 km/h) byla rychlost 60 km/h. Certifikát k nahlédnutí na:

Nejistota měření = Policie, městský úřad: „tolerance měřicího zařízení“

- K čemu nám je nejistota?
- Když jde o peníze: Tak k tomu, abychom o ně nepřišli.
- Při sporech o **kvalitu, dodržování smluvených parametrů, pravidel jde vždy o peníze....**

Příklad přestupku:

Přestupek byl ve výše uvedené dobu spáchán blíže neurčeným řidičem v místě, kde je nejvyšší dovolená rychlost 50 km/h.

Automatizovaným technickým prostředkem byla naměřena rychlost vozidla 63 km/h, po odečtení tolerance měřicího zařízení 3 km/h (pro rychlosti do 100 km/h), respektive 3 % rychlosti (pro rychlosti nad 100 km/h) byla rychlost 60 km/h. Certifikát k nahlédnutí na:

údaj měřidla **63 km/h**

+ 3 km/h

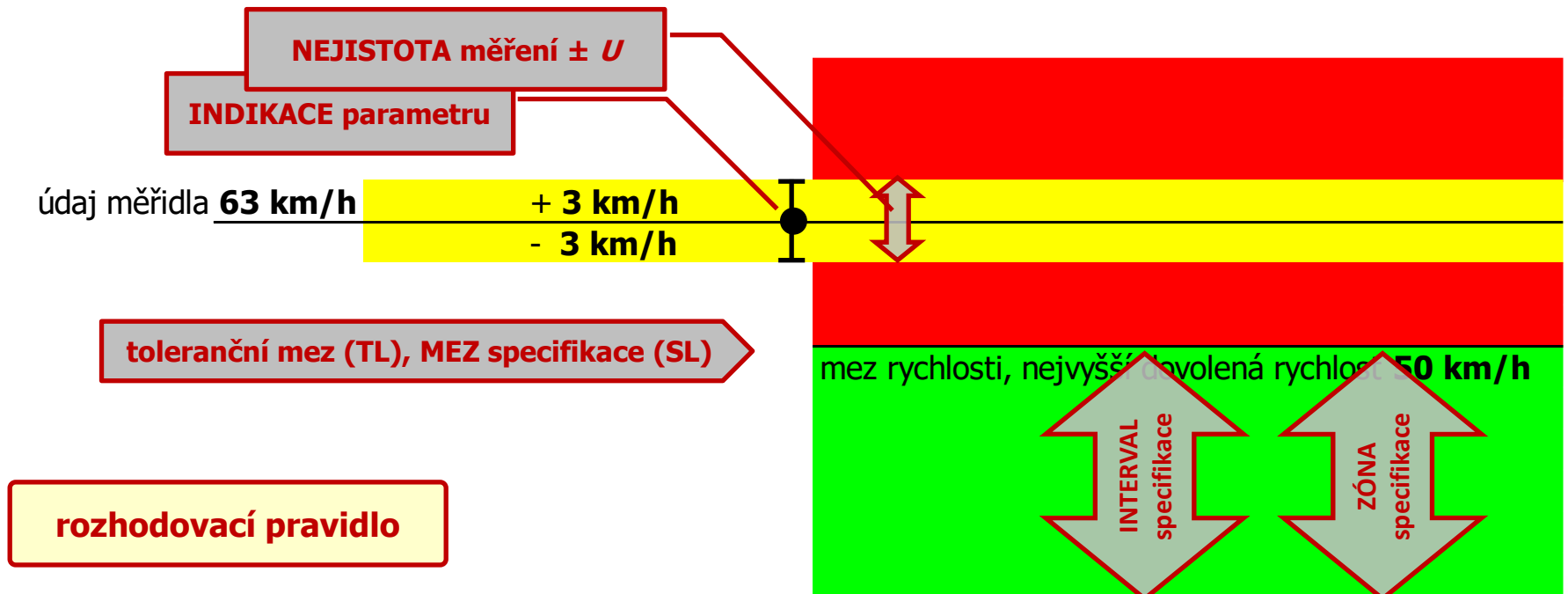
- 3 km/h



mez rychlosti, nejvyšší dovolená rychlost **50 km/h**

Příklad přestupku: Pokyny pro použití rozhodovacích pravidel a uvádění výroků o shodě

Přestupek byl ve výše uvedené dobu spáchán blíže neurčeným řidičem v místě, kde je nejvyšší dovolená rychlost 50 km/h.
Automatizovaným technickým prostředkem byla naměřena rychlost vozidla 63 km/h, po odečtení tolerance měřícího zařízení 3 km/h (pro rychlosti do 100 km/h), respektive 3 % rychlosti (pro rychlosti nad 100 km/h) byla rychlost 60 km/h. Certifikát k nahlédnutí na:



- Limity (meze) přenosových parametrů realisticky (nebuďte snílci)
- Počítejte s nejistotou měření při měření/výroku o shodě
- Respektujte Pokyny pro použití rozhodovacích pravidel a uvádění výroků o shodě [ILAC-G8:09/2019](#)

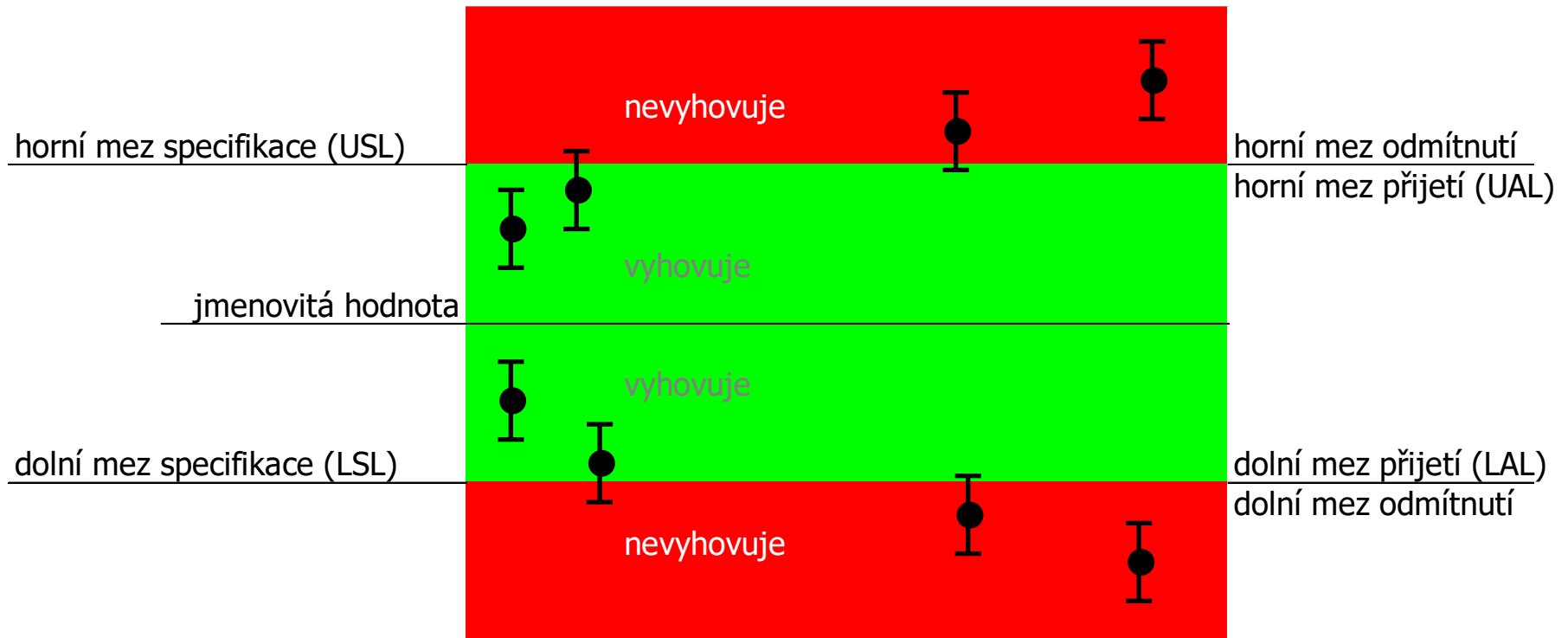
Nejistotu měření nelze ignorovat!

- Pokyny pro použití rozhodovacích pravidel a uvádění výroků o shodě [ILAC-G8:09/2019](#)
- Výrok o shodě:
 - PASS** **FAIL**
 - vyhovuje/nevyhovuje**
 - vyhověl/nevyhověl
 - splňuje/nesplňuje
 - přijato/odmítnuto
- Rozhodovací pravidlo, kritérium shody:
 - Binární výrok o shodě (Ano/Ne = vyhovuje/nevyhovuje)
 - Nebinární výrok o shodě (Ano/Asi Ano/Asi Ne/Ne)

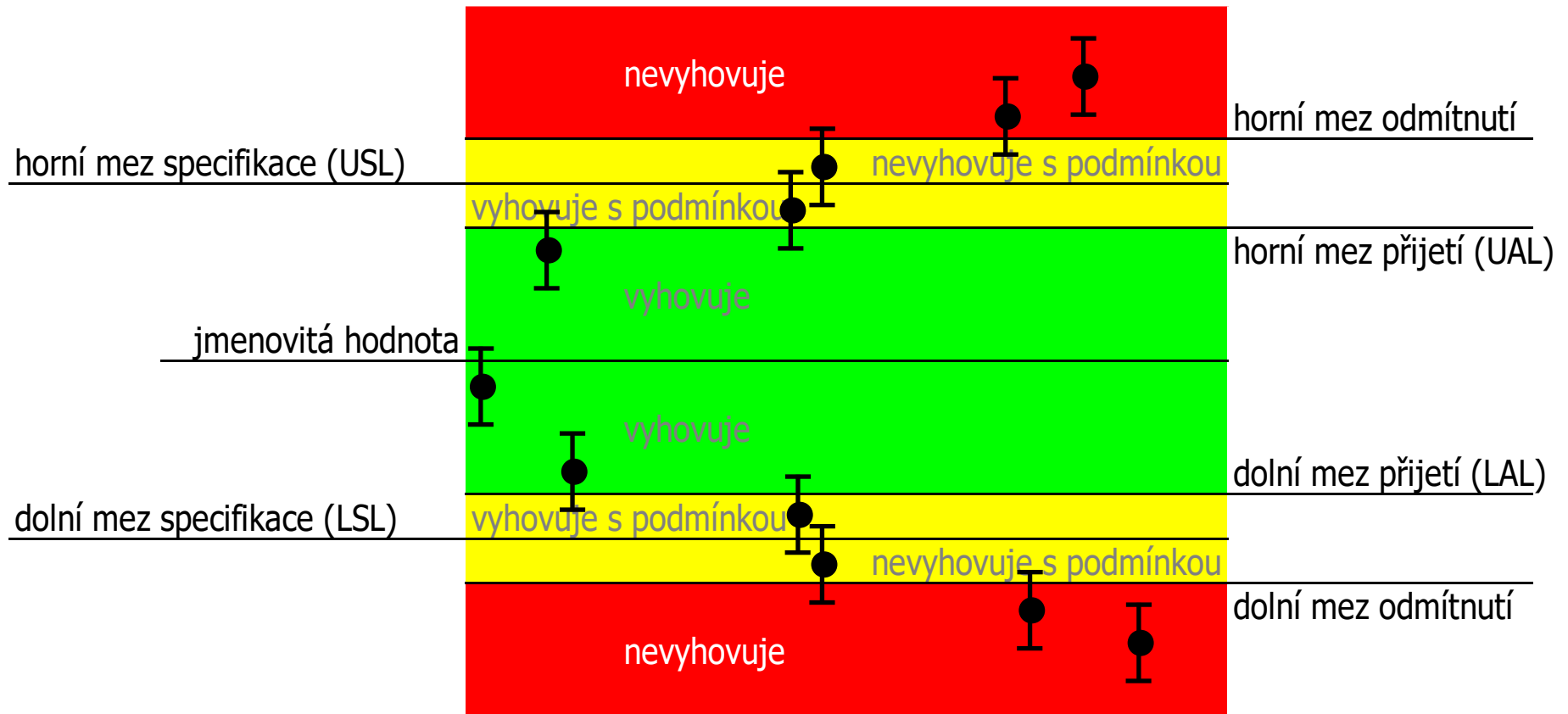


dle [ILAC-G8:09/2019](#)

- Binární výrok o shodě (Ano/Ne = vyhovuje/nevyhovuje)



dle [ILAC-G8:09/2019](#) nebinární výrok o shodě

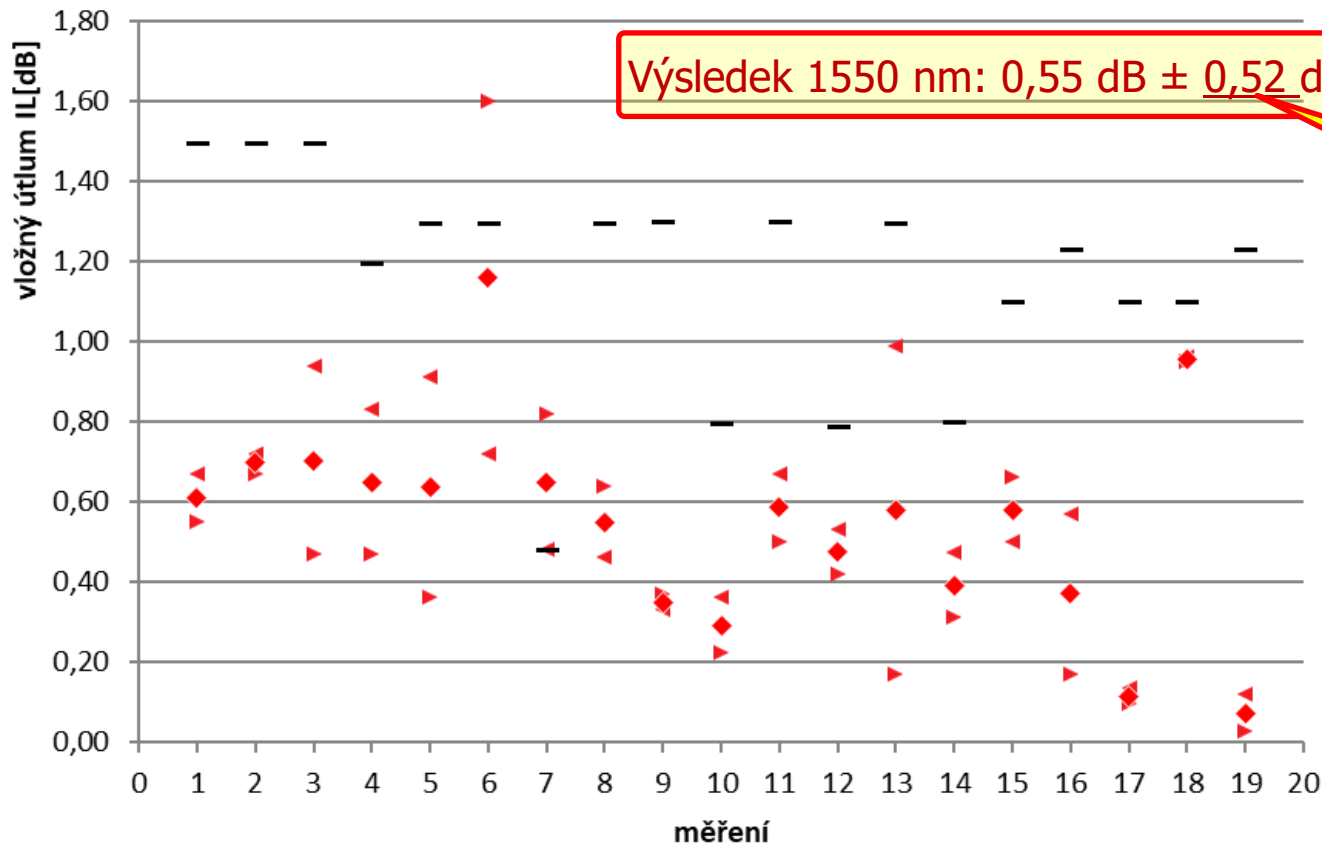


Umíte změřit vložný útlum IL(dB)?

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



Bez měření nelze garantovat kvalitu!

Nemusím měřit sám – měření si mohu objednat

- měří za mne měřicí sondy

- migrace měřicí funkcionality do aktivních prvků

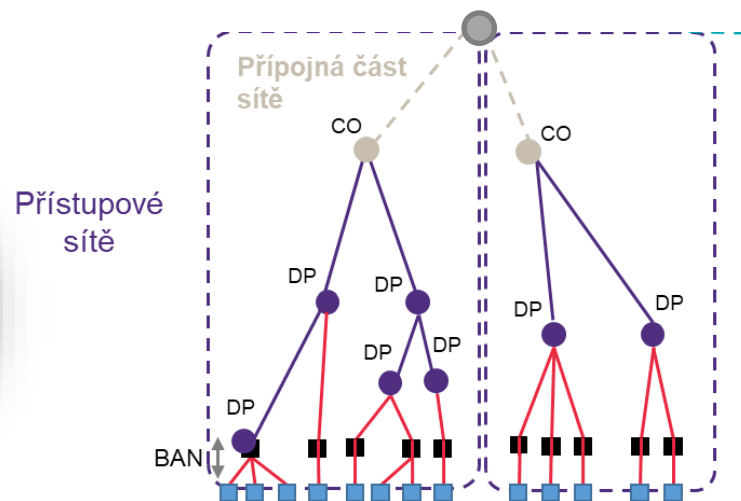
- U sítí FTTx roste pracnost měření geometrickou řadou!
- Dělat toho více, ale lidé toho umí méně.
- Dokumentace – dokument někde leží a nikdo ho nečte.

Řešení:

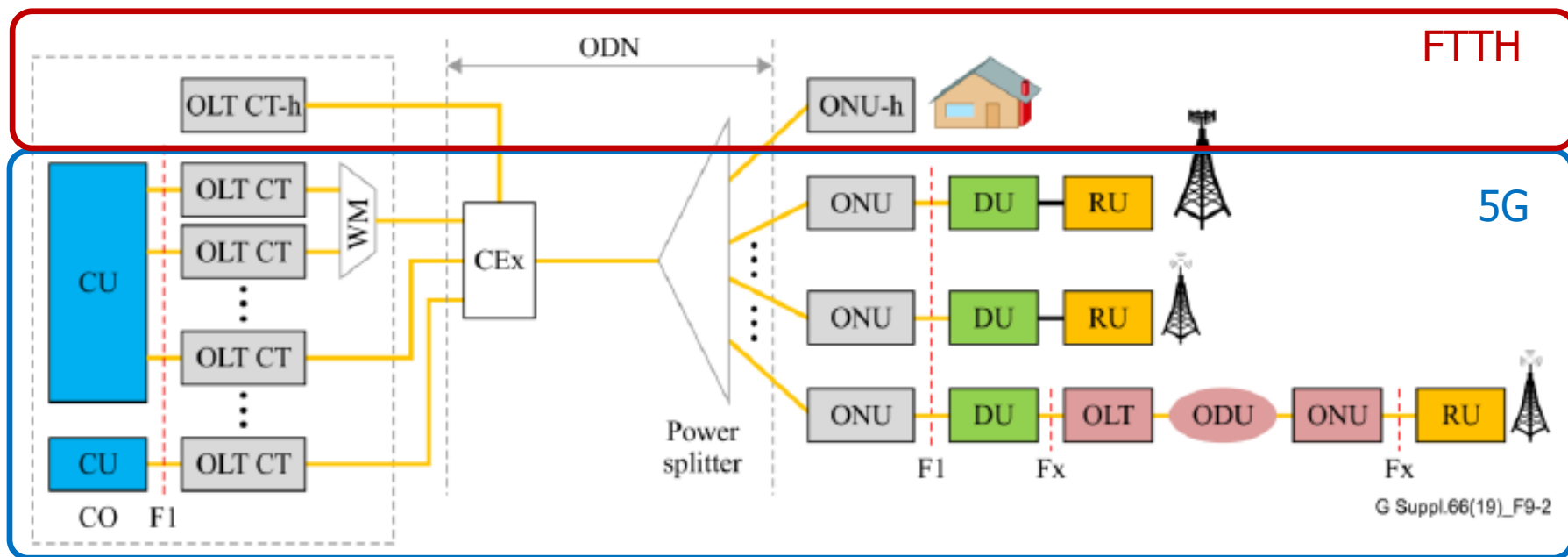
Digitalizace + automatizace činností



EXchange



FTTH a 5G po jedné optické infrastruktuře



VHCN – Very High Capacity Network – síť pro gigabitovou společnost
 kvalita optické infrastruktury?

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



ČVUT FEL, Katedra
elektromagnetického pole

Projekt MEKONG* - Metrologie a kontrola kvality optické infrastruktury sítí 5G a VHCN

Výstupy projektu:

- **Kalibrační sady** pro kontrolu metrologických vlastností měřidel pro optické sítě
- **Kalkulačky** pro výpočet **nejistoty** měření pro základní měřicí metody
ve vláknové optice

Lze využít nejen pro **metrologickou kontrolu měřidel**, ale i pro

ověření pracovního postupu

ověření odbornosti a schopností technika

pro analýzu systému měření a monitorování vybraných parametrů kvality (ISO 9001)

*) Projekt MEKONG č. projektu FW03010551 je realizován za finanční spoluúčasti TAČR, program TREND

KALIBRY PRO OVĚŘENÍ PŘESNOSTI MĚŘENÍ

pro **jednovidová** vlákna

- **IL** (dB) vložný útlum trasy
- **ORL** (dB) útlum odrazu
R (dB) reflektance
- **L** (km) délka
- **CD** (ps/nm) chromatická disperze
- **PMD** (ps) polarizační vidová disperze

pro **mnohovidová** vlákna

- **IL** (dB) vložný útlum trasy
- **ORL** (dB) útlum odrazu
R (dB) reflektance
- **L** (km) délka
- **EF** buzení vlákna

Vhodné pro kontrolu měřidel, pracovního postupu, obsluhy, zaškolení a certifikace techniků-měřičů, výborné pro školy jako učební pomůcka, včetně zpracované metodiky a pracovních listů.

*) připraveno s podporou projektu č. FW03010551 za finanční spoluúčasti TAČR, program TREND

Projekt MEKONG - Metrologie a kontrola kvality optické infrastruktury sítí 5G a VHCN

Pro uživatele měřidla je důležité:

1) Určit nejistotu měření pro konkrétní případ, to znamená:

- měřicí metodu
- měřidla
- zapojení
- měřený objekt
- prostředí



ČVUT FEL, Katedra
elektromagnetického pole

2) Vyzkoušet si měřidla, zapojení a měřicí postup – verifikace metrologických vlastností včetně vlivů prostředí, obsluhy,...

Výstupy projektu MEKONG* by vám to měly usnadnit.

*) Projekt MEKONG č. projektu FW03010551 je realizován za finanční spoluúčasti TAČR, program TREND

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 součástí
- 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 SNAS dle ISO/IEC 17025:2017 pod číslem 527/K-101



inspiraci v [aplikační sekci](#) na webu www.profiber.eu

Kalkulačky nejistoty měření

Zkušební provoz zahájen!

Nástroj pro výpočet nejistoty měření za běžných provozních podmínek měření na síti pro základní měřicí metody a základní přenosové parametry optických tras.

Po zadání vstupních parametrů (konfigurace metody, typ měřidel, vlastností měřeného objektu a podmínky prostředí) obdržíte z výpočtu rozšířenou nejistotu měření U , která odpovídá pravděpodobnosti pokrytí přibližně 95% při koeficientu rozšíření $k=2$.

JEDNOVIDOVÁ VLÁKNA

Zvolte měřený parametr a měřicí metodu

VLOŽNÝ ÚTLUM - METODA VLOŽNÝCH ZTRÁT

měřidla: OLTS, LS-PM

VLOŽNÝ ÚTLUM - METODA ZPĚTNÉHO ROZPTYLU

měřidla: OTDR

ÚTLUM ODRAZU - METODA ZPĚTNÉHO ROZPTYLU

měřidla: OTDR

DĚLKA - METODA ZPĚTNÉHO ROZPTYLU

měřidla: OTDR

CHROMATICKÁ DISPERZE

měřidla: CD analyzátor

POLARIZAČNÍ VIDOVÁ DISPERZE

měřidla: PMD analyzátor

MNOHOVIDOVÁ VLÁKNA

Zvolte měřený parametr a měřicí metodu

VLOŽNÝ ÚTLUM - METODA VLOŽNÝCH ZTRÁT

měřidla: OLTS, LS-PM

VLOŽNÝ ÚTLUM - METODA ZPĚTNÉHO ROZPTYLU

měřidla: OTDR

ÚTLUM ODRAZU - METODA ZPĚTNÉHO ROZPTYLU

měřidla: OTDR

DĚLKA - METODA ZPĚTNÉHO ROZPTYLU

měřidla: OTDR

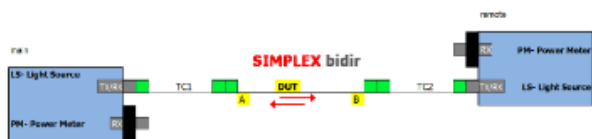
**REGISTRACE NA
VYŽÁDÁNÍ**

Přímá metoda OLTS, LS-PM

ZADEJTE ZAPOJENÍ MĚŘIDEL + DUT

Vyberte zapojení měřidel

OLTS - SIMPLEX bidir



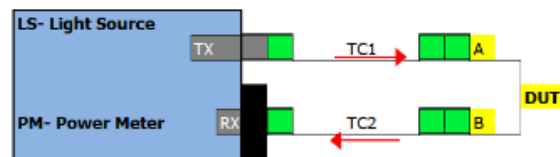
OLTS - DUPLEX bidir



LS-PM



OLTS = LS-PM



Navigátor

1. zapojení měřidel + DUT
2. parametry měřidel
3. měřící metoda
4. způsob reference OLTS
5. konektory na měřicích šňůrách
6. konektory na trase DUT
7. teplota okolí při referenci
8. teplota okolí při měření trasy DUT
9. opakovatelnost měření reference
10. opakovatelnost měření trasy
11. parametry trasy
12. výsledek

*) Projekt MEKONG č. projektu FW03010551 je realizován za finanční spoluúčasti TAČR, program TREND

Přímá metoda OLTS, LS-PM

ZADEJTE PARAMETRY MĚŘIDEL

Vyberte parametry měřidel v každém selecte

Výrobce zdroje záření LS

EXFO

Model, typové označení měřidla

FLS-600-234BL

Výrobce měřidla výkonu PM

EXFO

Model, typové označení měřidla

PX1-PRO-H

změnit volbu

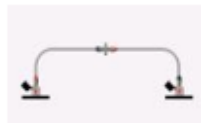
ZADEJTE MĚŘICÍ METODU

Vyberte možnost podle počtu měřících šňůr v referenci



1-cord reference

ČSN EN 61280-4-1 ed.3 metoda A (Annex A: 1-cord) ČSN EN 61280-4-2 ed. 2 metoda A (Annex A: 1-cord) IEC 14763-3 Testing of optical fibre cabling (metoda 0.1.1.3 Link test method 1-cord)



2-cord reference

ČSN EN 61280-4-1 ed.3 metoda C (Annex C: 2-cord) ČSN EN 61280-4-2 ed. 2 metoda C (Annex C: 2-cord) IEC 14763-3 není doporučena



3-cord reference

ČSN EN 61280-4-1 ed.3 metoda B (Annex B: 3-cord) ČSN EN 61280-4-2 ed. 2 metoda B (Annex B: 3-cord) IEC 14763-3 není doporučena v této konfiguraci*

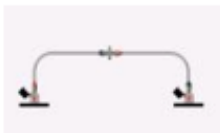
Navigátor

1. zapojení měřidel + DUT
2. parametry měřidel
3. měřicí metoda
4. způsob reference OLTS
5. konektory na měřících šňůrách
6. konektory na trase DUT
7. teplota okolí při referenci
8. teplota okolí při měření trasy DUT
9. opakovatelnost měření reference
10. opakovatelnost měření trasy
11. parametry trasy
12. výsledek

Přímá metoda OLTS, LS-PM

ZADEJTE ZPŮSOB REFERENCE OLTS

Vyberte zapojení měřidel



Vzájemná reference (Side-by-Side)

obě měřidla LS a PM je nutné svázat na jedno místo a zapojit do sebe

změnit volbu

Navigátor

1. zapojení měřidel + DUT
2. parametry měřidel
3. měřicí metoda
4. způsob reference OLTS
5. konektory na měřicích šňůrách
6. konektory na trase DUT
7. teplota okolí při referenci
8. teplota okolí při měření trasy DUT
9. opakovatelnost měření reference
10. opakovatelnost měření trasy
11. parametry trasy
12. výsledek

ZADEJTE KONEKTORY NA MĚŘICÍCH ŠŤŮRÁCH

Vyberte typ konektoru a zvolte hodnotu útlumu

Konektory referenční kvality
SM Reference Grade connectors, IL \leq 0,2 dB EN 61280-4-2

Konektory běžné kvality
SM Standard Grade connectors, IL \leq 0,5 dB EN 61280-4-2

Maximální útlum konektorového spojení (mez specifikace)

0.50 dB

Typický útlum konektorového spojení *

0.25 dB Standard Grade, Třída C (IL \leq 0,5 dB)

* určeno limitem specifikace

* pro výpočet nejistot při jiných hodnotách útlumu kontaktujte PROFiber

NEODPOVÍDÁ STANDARDU EN 61280-4-2 ed. 2!

POKRAČOVAT

AKADEMIE VLÁKNOVÉ OPTIKY A OPTICKÝCH KOMUNIKACÍ ©

WWW

Přímá metoda OLTS, LS-PM

ZADEJTE KONEKTORY NA MĚŘICÍCH ŠŤŮRÁCH

Vyberte typ konektoru a zvolte hodnotu útlumu

Konektory referenční kvality
SM Reference Grade connectors, IL \leq 0,2 dB EN 61280-4-2

Konektory běžné kvality
SM Standard Grade connectors, IL \leq 0,5 dB EN 61280-4-2

Maximální útlum konektorového spojení (mez specifikace)

0.50 dB

Typický útlum konektorového spojení *

0.25 dB Standard Grade, Třída C (IL \leq 0,5 dB)

* určeno limitem specifikace
* pro výpočet nejistot při jiných hodnotách útlumu kontaktujte PROFiber

NEODPOVÍDÁ STANDARDU EN 61280-4-2 ed.2!

změnit volbu

Navigátor

1. zapojení měřidel + DUT
2. parametry měřidel
3. měřicí metoda
4. způsob reference OLTS
5. konektory na měřicích šňůrách
6. konektory na trase DUT
7. teplota okolí při referenci
8. teplota okolí při měření trasy DUT
9. opakovatelnost měření reference
10. opakovatelnost měření trasy
11. parametry trasy
12. výsledek

ZADEJTE KONEKTORY NA TRASE DUT

Vyberte typ konektoru a vypište hodnoty



Konektory referenční kvality
SM Reference Grade connectors, IL \leq 0,2 dB EN 61280-4-2

Konektory kvalitativní třídy C
SM Standard Grade connectors, IL \leq 0,5 dB EN 61280-4-2

maximální útlum konektorového spojení (mez specifikace)

Typický útlum konektorového spojení *

Přímá metoda OLTS, LS-PM

ZADEJTE PARAMETRY TRASY

Délku optického vlákna v trase

km

*zvolte hodnotu

Maximální měrný útlum vlákna v trase
(mez specifikace)

dB/km @1310 nm

Maximální měrný útlum vlákna v trase
(mez specifikace)

dB/km @1550 nm

měrný útlum: max 0,39 dB/km @1310 nm, 0,25 dB/km @1550 nm
typ 0,35 dB/km @1310 nm, 0,22 dB/km @1550 nm

Typický měrný útlum vlákna v trase *
určeno výpočtem

dB/km @1310 nm

* pro výpočet nejistot při jiných hodnotách útlumu kontaktujte PROFiber

Typický měrný útlum vlákna v trase *
určeno výpočtem

dB/km @1550 nm

* pro výpočet nejistot při jiných hodnotách útlumu kontaktujte PROFiber

 změnit volbu

VÝSLEDEK

rozšířená nejistota U měření vložného útlumu IL [dB]

U dB 1310 nm

U dB 1550 nm

U je rozšířená nejistota měření, která odpovídá pravděpodobnosti pokrytí přibližně 95% při koeficientu rozšíření $k=2$

11

12

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

