

# Jak zajistit přesné měření útlumu na optických kabelech a trasách

Brno, 11.3.2016

Jan Brouček, Ján Ďurovka

KALIBRAČNÍ LABORATOŘ A AUTORIZOVANÉ SERVISNÍ CENTRUM v Trnavě

the art of  
optical  
communication



1. Zvolit vhodnou měřicí metodu
2. Vybrat vhodnou měřicí techniku
3. Dodržovat postupy
4. Vést dokumentaci

Jak jednoduché .....

## 1. Zvolit vhodnou měřicí metodu

### Trasa s jednovidovými vlákny SM 9/125

ČSN EN 61280-4-1 (2009) Fibre optic communication subsystem test procedures – Part 4-1: Installed cable plant -Multimode attenuation measurement

### Trasa s mnohovidovými vlákny MM GI 50/125, GI 62,5/125

ČSN EN 61280-4-2 (1999): Fibre optic communication subsystem basic test procedures – Part 4-2: Fibre optic cable plant -Single-mode fibre optic cable plant attenuation

### Vlákno SM, MM nebo kabel s tímto vláknem na bubnu

ČSN EN 60793-1-40 Optická vlákna - Část 1-40: Měřicí metody a zkušební postupy – Útlum

V každé z nich je uvedena

transmisní (přímá metoda) – LS+PM, OLTS  
reflektometrická (nepřímá) metoda - OTDR

## 2. Vybrat vhodnou měřicí techniku

### Transmisní (přímá metoda)

LS+PM = zdroj záření + měřidlo výkonu, OLTS = měřidlo útlumu,  
2 x OLTS = souprava pro měření útlumu

Parametry měřidel: vlnová délka, stabilita zdroje záření, linearita měřidla výkonu

### Reflektometrická (nepřímá) metoda – OTDR

OTDR = optický reflektometr

Parametry měřidel: vlnová délka, dynamický rozsah, linearita stupnice útlumu,  
přesnost měření délky, mrtvé zóny

### Měřicí šňůry (patchcordy)

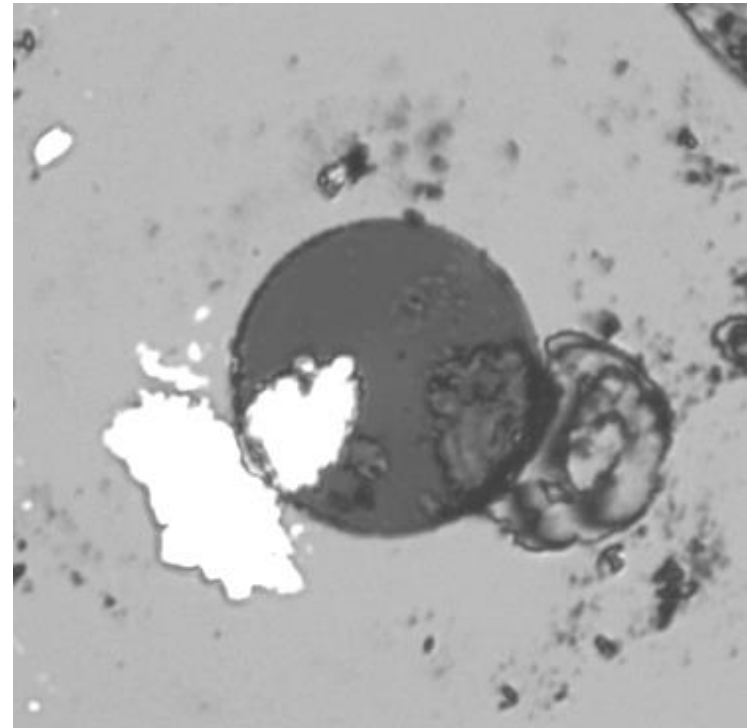
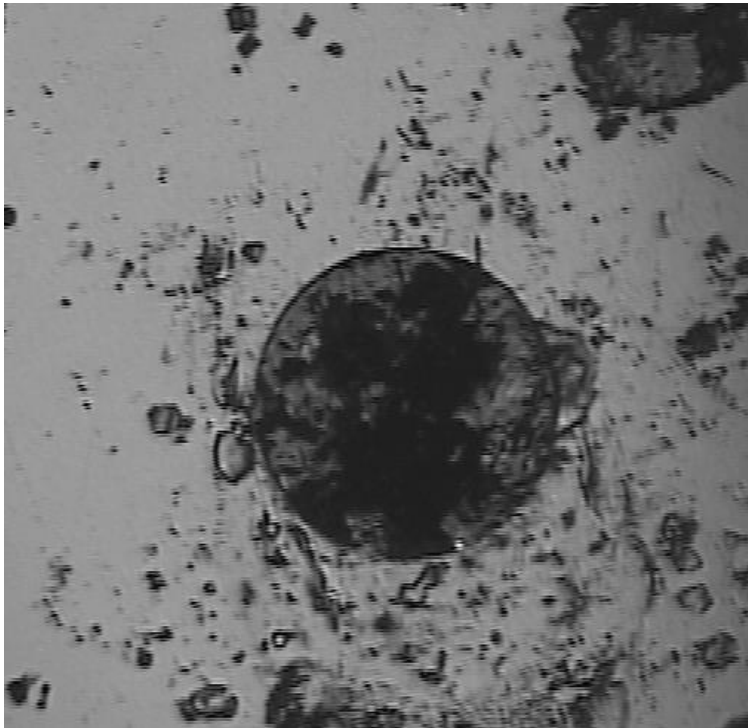
Parametry: vložný útlum (IL), útlum odrazu (ORL), kvalitní vlákno, kvalitní konektory,  
vhodné buzení MM vlákna ze zdroje záření

Znát parametry = mít je dokladované od dodavatele

Degradace parametrů = kontrolovat je!

## Poškodenie vstupných, výstupných konektorov

Poškodené konektory – reálne konektory zo servisu prístrojov:



## 3. Dodržovat postupy

Čistit konektory!

Neohýbat šňůry!

SM vlákna – délky šňůr min 2m, 2x závit Ø20 cm

Nešvindlovat !

Zapnout a vytemperovat měřidla ?!

## 4. Vést dokumentaci

Dokumentace

+ archiv

+ metrologické náležitosti

TUŠÍTE SOUVISLOSTI?

## TUŠENÍ SOUVISLOSTÍ ?

Jak **dodavatel** dokladuje kvalitu výrobku nebo služby:

- **Měřicí protokol** a v něm
  - ✓ Výsledky měření
  - ✓ Nejistota měření (přesnost měření) ?!
  - ✓ Podmínky měření (datum, místo, ...)
  - ✓ Použitá měřicí metoda
  - ✓ Seznam měřidel, jejich označení, výrobce, výrobní číslo, datum kalibrace, platnost kalibrace

Výrobce součástek, dílů

Montážní firma

Servisní firma

Poskytovatel IP služby

K tomu dodavatel dokládá investorovi/zákazníkovi (automaticky nebo na vyžádání)

- Technické specifikace měřidla (katalogový list, parametry měřidla)
- Kalibrační certifikát = doklad, že měřidlo má deklarované parametry
- Certifikát o kvalifikaci, zaškolení obsluhy - měřičů ?!

Protokol o výstupní kontrole

Akceptační protokol

Přejímací měření



## TUŠENÍ SOUVISLOSTÍ ?

Jak dodavatel dokladuje kvalitu výrobku nebo služby:

- Měřicí protokol a v něm
  - ✓ Výsledky měření
  - ✓ Nejistota měření (přesnost měření) ?!
  - ✓ Podmínky měření (datum, místo, ...)
  - ✓ Použitá měřicí metoda
  - ✓ Seznam měřidel, jejich označení, výrobce, výrobní číslo, datum kalibrace, platnost kalibrace

K tomu dodavatel dokládá investorovi/zákazníkovi (automaticky nebo na vyžádání)

- **Technické specifikace** měřidla (katalogový list, parametry měřidla)
- **Kalibrační certifikát** ≠ doklad, že měřidlo má deklarované parametry
- Certifikát o kvalifikaci, zaškolení obsluhy měřičů ?!

**Servis, oprava**

**Kalibrace**

## MIMOŘÁDNÁ KALIBRAČNÍ LABORATOŘ PRO VLÁKNOVOU OPTIKU, OPTICKÉ KOMUNIKACE A DATAKOMUNIKACE

### Komplexní správa měřicího parku

rámcová smlouva o metrologickém zajištění (metrologické podpoře) nebo  
dílčí konzultace a expertní činnosti

### Konzultace metrologického zařazení měřidla/měřidel

Pomůžeme vám zařadit měřidlo podle jeho významu, parametrů a měřicí aplikace, tak  
abyste mohli garantovat přesnost a správnost měření.

Pomůžeme Vám stanovit kalibrační interval.

### Vedení záznamů o stavu měřidel

Agenda technického a metrologického stavu měřidel, záznamy o servisech, kalibracích,  
hlídání termínů, výzvy k rekalibraci ...

Konzultace výsledků měření a výpočet nejistot měření

**HLÍDÁME VÁM KALIBRACE**

**MĚŘIT A VĚŘIT**

## MIMOŘÁDNÁ KALIBRAČNÍ LABORATOŘ PRO VLÁKNOVOU OPTIKU, OPTICKÉ KOMUNIKACE A DATAKOMUNIKACE Nejlepší měřicí schopnosti kalibrační laboratoře

Optický výkon:	$\pm 2 \%$ nejistota*
Vlnová délka:	$\pm 0,003$ nm nejistota*
Rozlišení optického výkonu:	$\pm 0,001$ dB
Linearita optického výkonu:	$\pm 0,05$ dB nejistota*
Linearita měrného útlumu OTDR:	$\pm 0,0013$ dB/dB*
Délka optického vlákna:	$\pm 0,2$ m nejistota*
Optický útlum:	$\pm 0,05$ dB nejistota*
Frekvence hodin, TX, RX:	$\pm 0,00005 \%$ nejistota*
Tvar pulzní masky :	$\pm 0,2 \%$ nejistota*

\*) neistota na základe bilančnej tabuľky neistôt pre koeficient pokrytia  $k=2$  t.j. cca 95% spoľahlivosť.

## MIMOŘÁDNÁ KALIBRAČNÍ LABORATOŘ PRO VLÁKNOVOU OPTIKU, OPTICKÉ KOMUNIKACE A DATAKOMUNIKACE

Kalibrujeme měřidla

PM – měřidla optického výkonu

LS – zdroje optického záření

OLTS – měřidla optického útlumu, soupravy měřidel útlumu

OLTS – automatická měřidla optického útlumu, soupravy měřidel útlumu s automatickým režimem

ORL – měřidla útlumu odrazu

PPM – PON měřidla optického výkonu

OTDR-SM – optické reflektometry pro jednovidová vlákna SM 9/125

OTDR-MM – optické reflektometry pro mnohovidová vlákna MM GI 62,5/125, GI 50/125

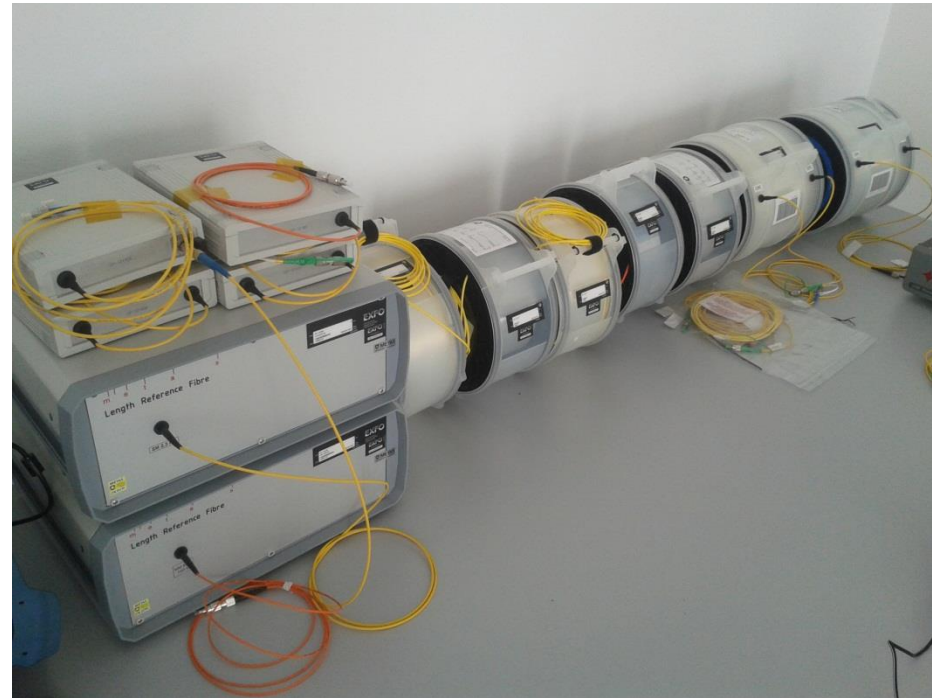
VOA-SM, VOA-MM – optické atenuátory pro SM vlákna a MM vlákna

OSA – Optické spektrální analyzátoři pro SM vlákna

**Testery Ethernet, PDH, SDH, STM pro datakomunikace 10 Mbit/s - 10Gbit/s**



## Kalibračné laboratórium



# Jak prokazovat kvalitu optických tras – na jakém hřišti to hrajeme?

18.5.2015

Jan Brouček

AKADEMIE VLÁKNOVÉ OPTIKY A OPTICKÝCH KOMUNIKACÍ<sup>®</sup>

the art of  
optical  
communication

The logo for PROFiber NETWORKING features a stylized blue and grey arch above the text. The word 'PROFiber' is in a bold, blue, sans-serif font, with a registered trademark symbol. Below it, 'NETWORKING' is written in a smaller, grey, all-caps, sans-serif font. A small number '17' is visible at the bottom right of the logo area.

PROFiber<sup>®</sup>  
NETWORKING 17

## Nečteme, neznáme technické normy:

### Pro měření optických tras

**ČSN EN 61280-4-1 ed.2** Postupy zkoušek optického vláknového komunikačního subsystému - Část 4-1: Instalované kabelové trasy - **Měření mnohovidového útlumu**

**ČSN EN 61280-4-2** Postupy zkoušek optického vláknového komunikačního subsystému - Část 4-2: Optická vláknová kabelová trasa - **Útlum jednovidové optické vláknové kabelové trasy**

**ČSN EN 61280-4-4** Postupy zkoušek optického vláknového komunikačního subsystému - Část 4-4: Optické kabelové trasy a spoje - **Měření polarizační vidové disperze instalovaných spojů**

**ČSN EN 60793-1-1 ed. 2** Optická vlákna - Část 1-1: Měřicí metody a zkušební postupy - Všeobecně a návod

**ČSN EN 60793-1-40 až 1-49** Measurement methods and test procedures for transmission and optical characteristics

**ČSN EN 60793-1-40** Optická vlákna - Část 1-40: Měřicí metody a zkušební postupy – **Útlum**

**ČSN EN 60793-1-48 ed. 2** Optická vlákna - Část 1-48: Měřicí metody a zkušební postupy –  
**Polarizační vidová disperze**

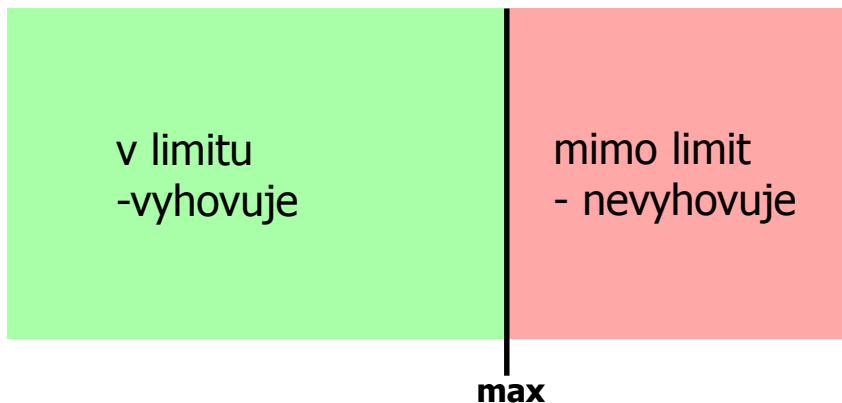
**ČSN EN 60793-1-42 ed. 2** Optická vlákna - Část 1-42: Měřicí metody a zkušební postupy –  
**Chromatická disperze**

**ITU-T G.650.3** Test methods for installed single-mode optical fibre cable links

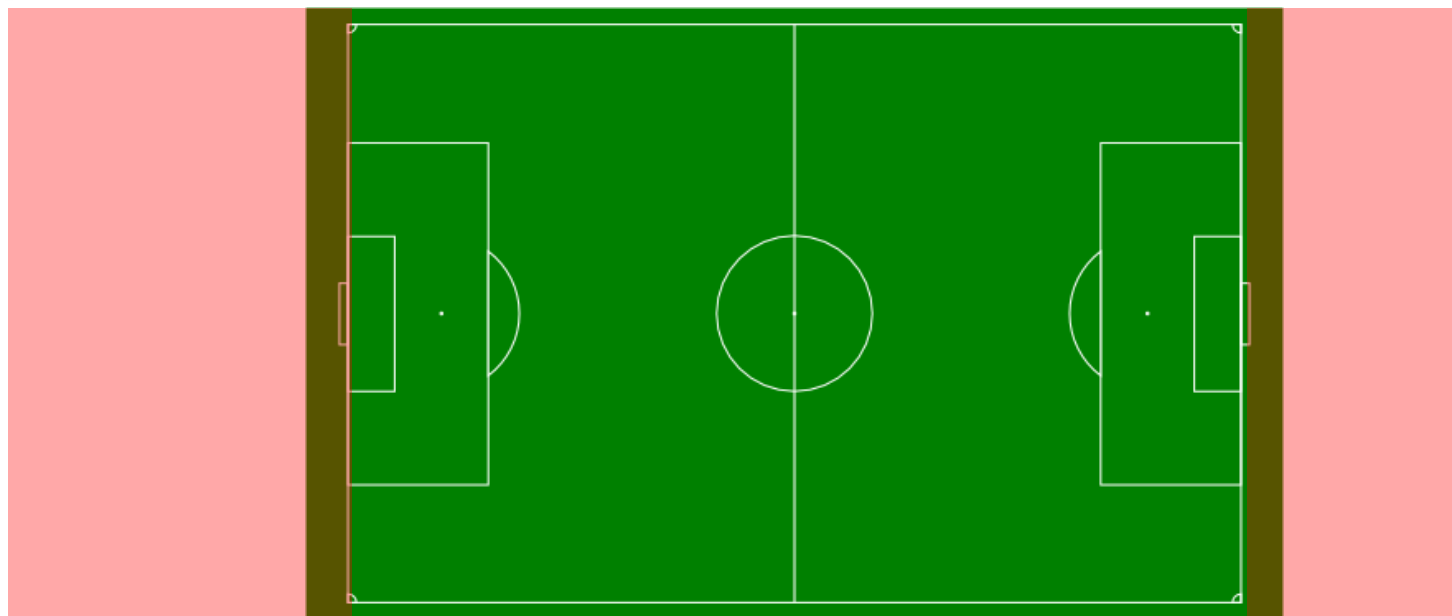
V každé je uvedena nějaká RTM – Reference Test Method

## Výsledek:

**máme objektivní limit, který by měl každý splnit**







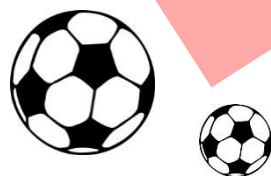
v limitu  
-vyhovuje

mimo limit  
- nevyhovuje

max



Lajna je součástí hřiště – tam ještě můžeme hrát.  
Aby byl míč v autu, musí být celým objemem za čarou.



S jak velkým míčem budeme hrát?

kdo to určuje?

## kdy je naměřená hodnota v limitu ?

měřený parametr  
IL (dBm)

Skutečnost neznáme.  
Známe jen údaj na displeji.

mimo limit  
- nevyhovuje

V limitu ? vyhovuje/nevyhovuje?

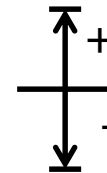
+ nejistota 0,5 dB  
- nejistota 0,5 dB

**Limit IL (dB)**



v limitu  
- vyhovuje

naměřená hodnota



+ nejistota 0,5 dB  
- nejistota 0,5 dB

Máme minimálně 95% jistotu, že nejsme v limitu.

Nedokážeme rozhodnout, zda jsme, či nejsme v limitu.

Máme minimálně 95% jistotu, že jsme v limitu.

## stačí nám přesnost soupravy?

měřený parametr  
IL (dBm)

**Kolik zaplatíme za vyšší přesnost? Můžeme si to dovolit?**

mimo limit  
- nevyhovuje

**Limit IL(dB)**

**Běžná přesnost**



**vyšší přesnost**

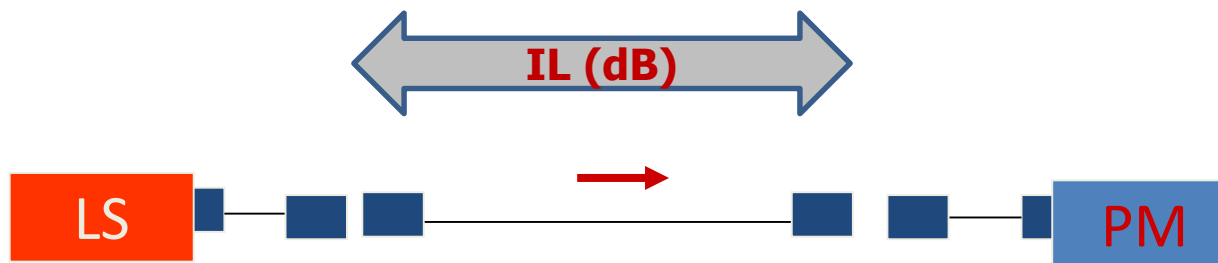


0 dBm

**1. Cíl akceptačního měření: vyřadit co určitě není v limitu.**

**2. Cíl akceptačního měření: garantovat co určitě je v limitu.**

## Jednosměrná souprava měření útlumu



**Chyba měření = chyba soupravy + chyba metody**

Nejistota měření IL:  $u_{IL1} = \sqrt{u_{LSPM}^2 + u_{MET}^2}$

Nejistota soupravy LS+PM:  $u_{LSPM} = 0,27\text{dB} (*) \rightarrow u_{LSPM} = 6,4 \%$

Nejistota metody 1a, 1c, 1d :  $u_{MET} = 0,2 \text{ dB} (**) \rightarrow u_{LSPM} = 4,7 \%$

**Nejistota měření IL:  $u_{IL1} = \sqrt{6,4^2 + 4,7^2} = 8 \%$   $\rightarrow u_{IL1} = 0,33 \text{ dB}$**

(\*) zdroj: Ivo David, příspěvek na semináři Měření a údržba sdělovacích kabelů, Tábor, květen 2012

(\*\*) zdroj: výpočet dle rozptylu hodnot IL běžných konektorů pro 2 konektory (vstupní a výstupní konektor)

Každý kvality manažer zodpovědný za výstupní kontrolu musí znát:

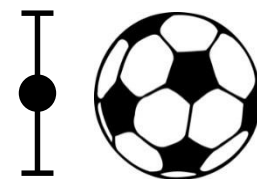
Evaluation of measurement data - Guide to expression of uncertainty in measurement  
BIPM dokument JCGM 100:2008



Bible každého metrologa

## Výsledek:

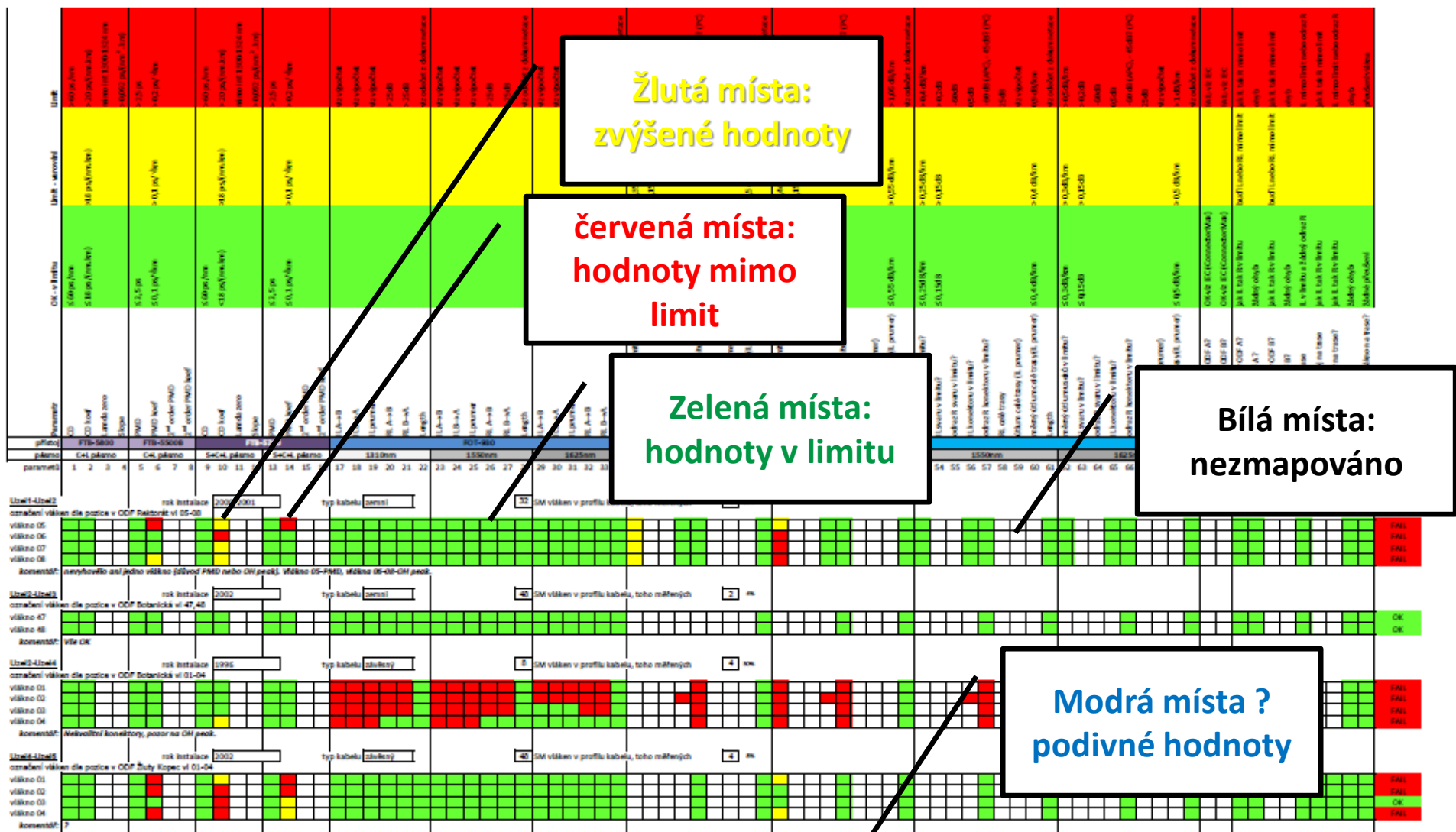
**máme vyjádřenou nejistotu měření  
pro každý parametr.  
Můžeme měřit a rozhodnout o kvalitě.**





## Mapa sítě v Hansbrouking projekci

- aneb: jedním pohledem na jednu stranu



Závěr – shrnutí postupu:

1. Spočítáme limit parametrů včetně toleranční analýzy součástek.

2. Spočítáme nejistoty pro zvolenou měřicí metodiku

Potom už jen zbývá

3. Změřit

4. Zpracovat a vyhodnotit

5. Obhájit

6. Fakturovat

7. Nezapomenout, archivovat

**Měřit a věřit.**

Hodně štěstí a trpělivosti ....

**Pokud budete potřebovat pomoci s body 1. až 5., rádi Vám je zpracujeme.**

## Děkujeme. Přijďte se podívat

- Kdykoliv do Trnavy



... i jinam za námi.

... nebo my za Vámi.

děkujeme za pozornost

Jan Brouček, Ján Ďurovka