

## **Photonic networking (10b) Wide band systems - PON**

**Dr.h.c. Prof.RNDR.Ing. Ján TURÁN, DrSc.**

Department of Electronics and Multimedia Communications  
Faculty of Electrical Engineering and Informatics  
University of Technology Košice, Letná 9, 042 00 Košice,  
Slovakia

Tel. ++ 421 55 602 29 43, E-mail: [jan.turan@tuke.sk](mailto:jan.turan@tuke.sk)

# References

- Turán, J.: Fotonika. Harlequin, Košice, 2003.
- Turán, J.: Kvantová elektronika. Alfa, Bratislava, 1986.
- Saleh, B. A. – Teich, M.: Fundamentals of Photonics. J. Wiley and Sons, New York, 1991.
- Culshaw, B. – Dakin, J. (eds.): Optical Fiber Sensors, Vol. I, II, III. Artech House, Boston, 1988, 1989 and 1997.
- Optical Fiber communications, 3<sup>rd</sup> ed., G. Keiser, McGrawHill, New York, 2000.

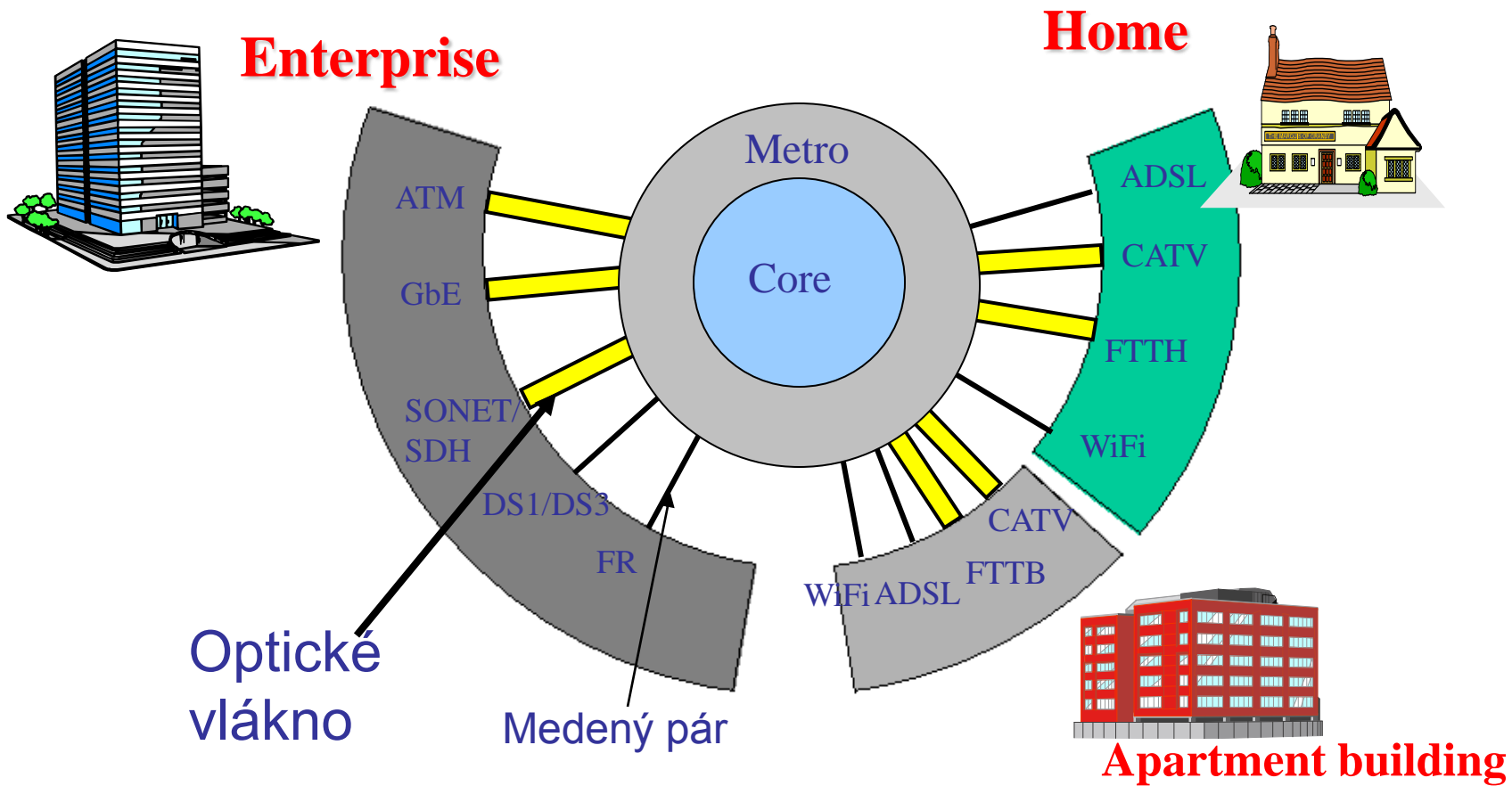


# Širokopásmový prístup

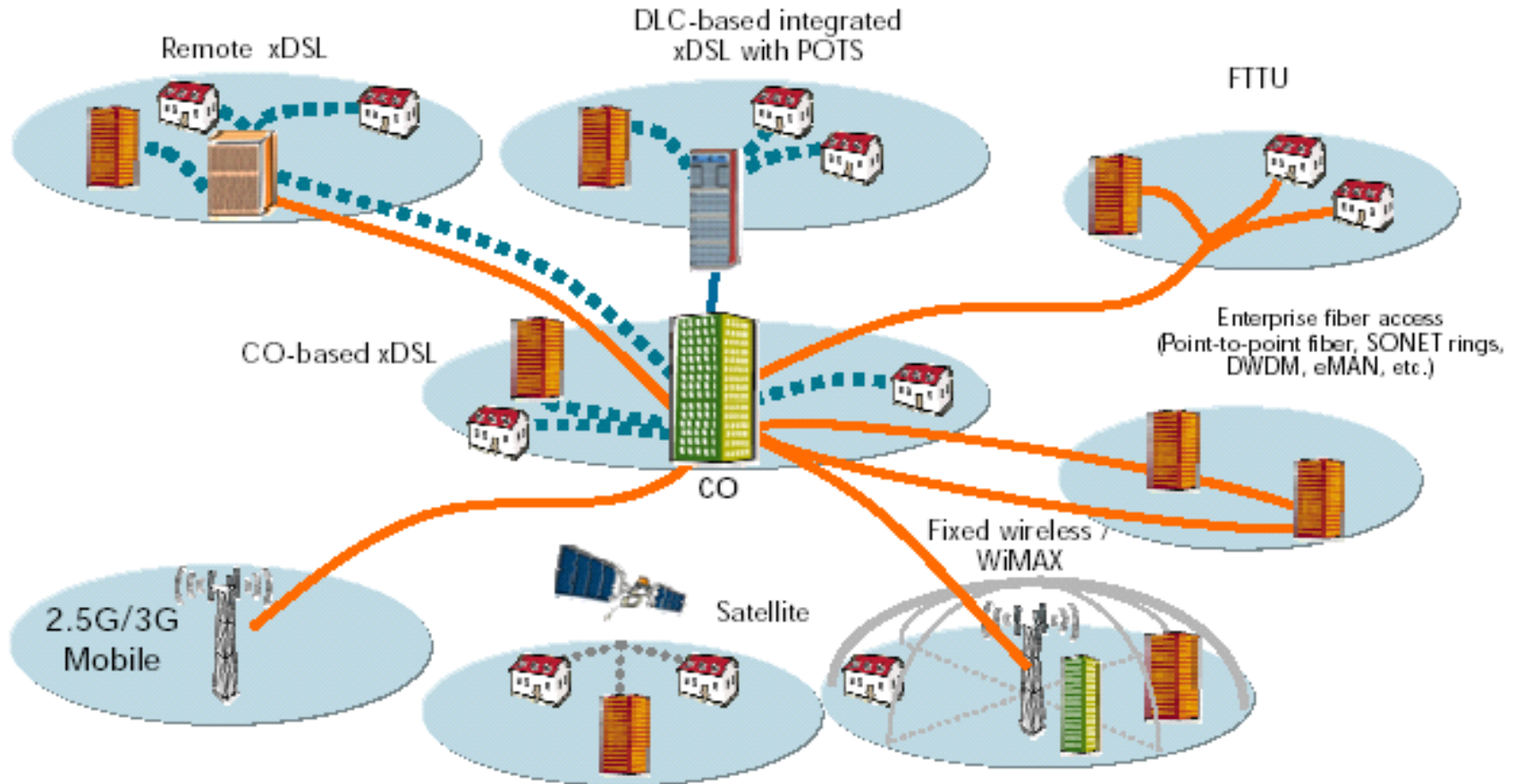
---

- **FTTx / PON**
- **Inštalácia a údržba PON**
- **Testovacie riešenie**

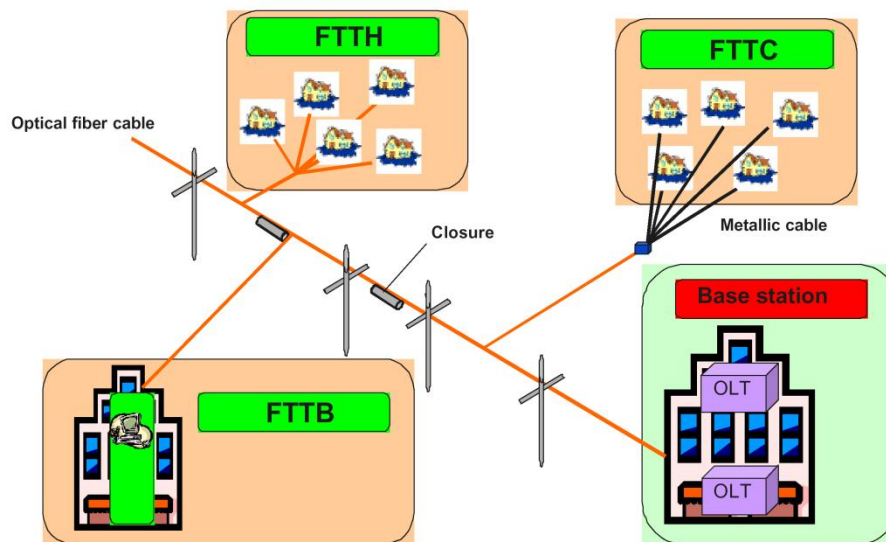
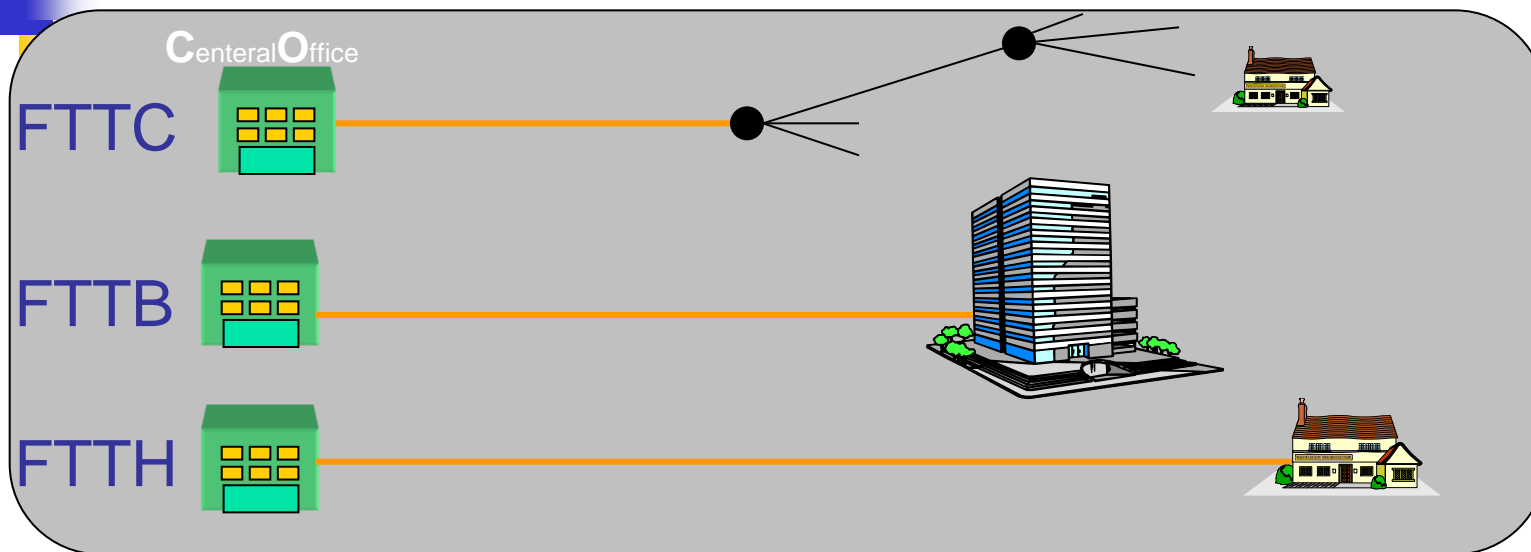
# Prehľad



# Rôzne spôsoby širokopásmového prístupu

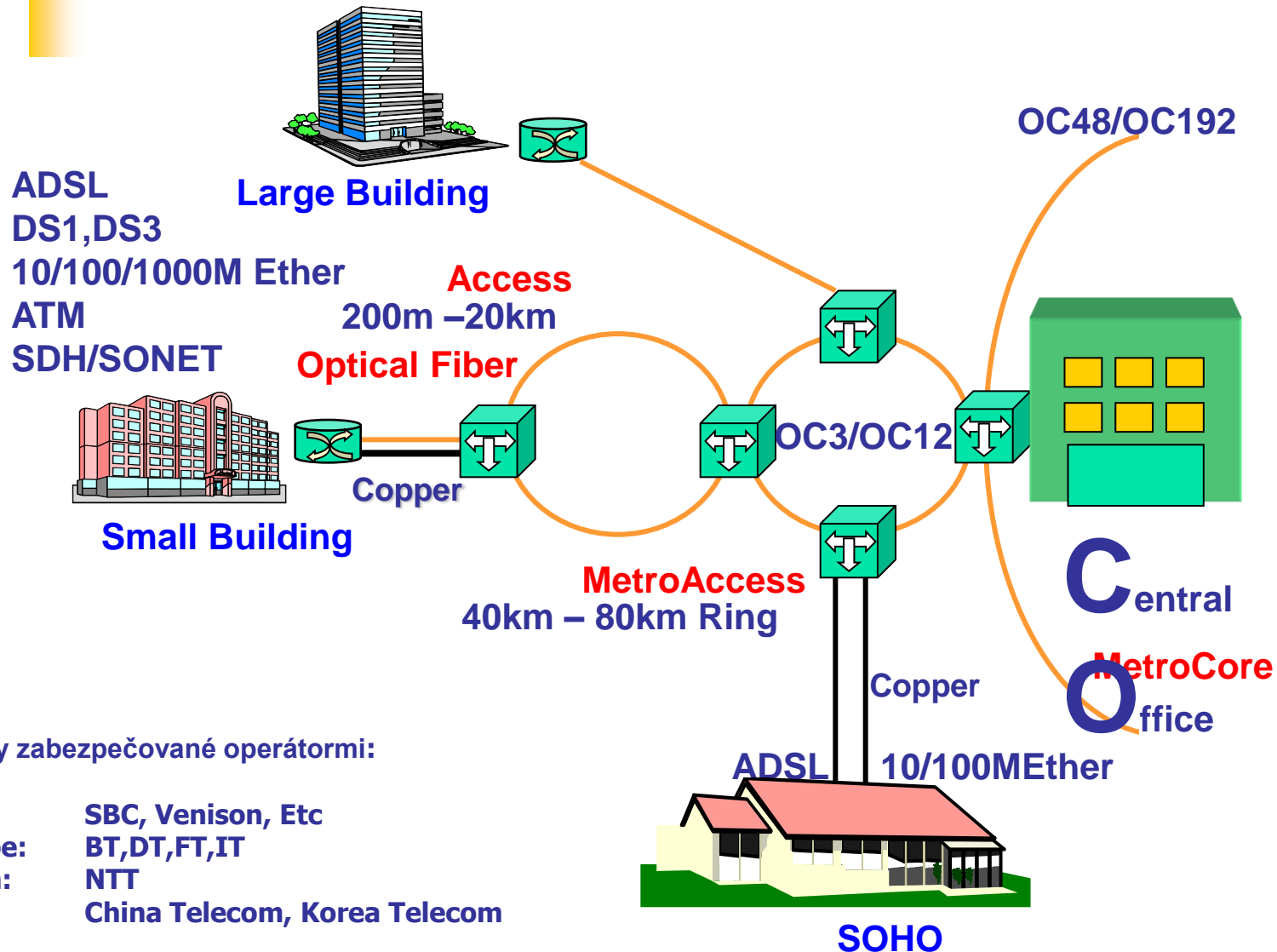


# Čo znamená FTTx?



**FTTx ....**  
**FTTP ... Fiber to the**  
**Premises**

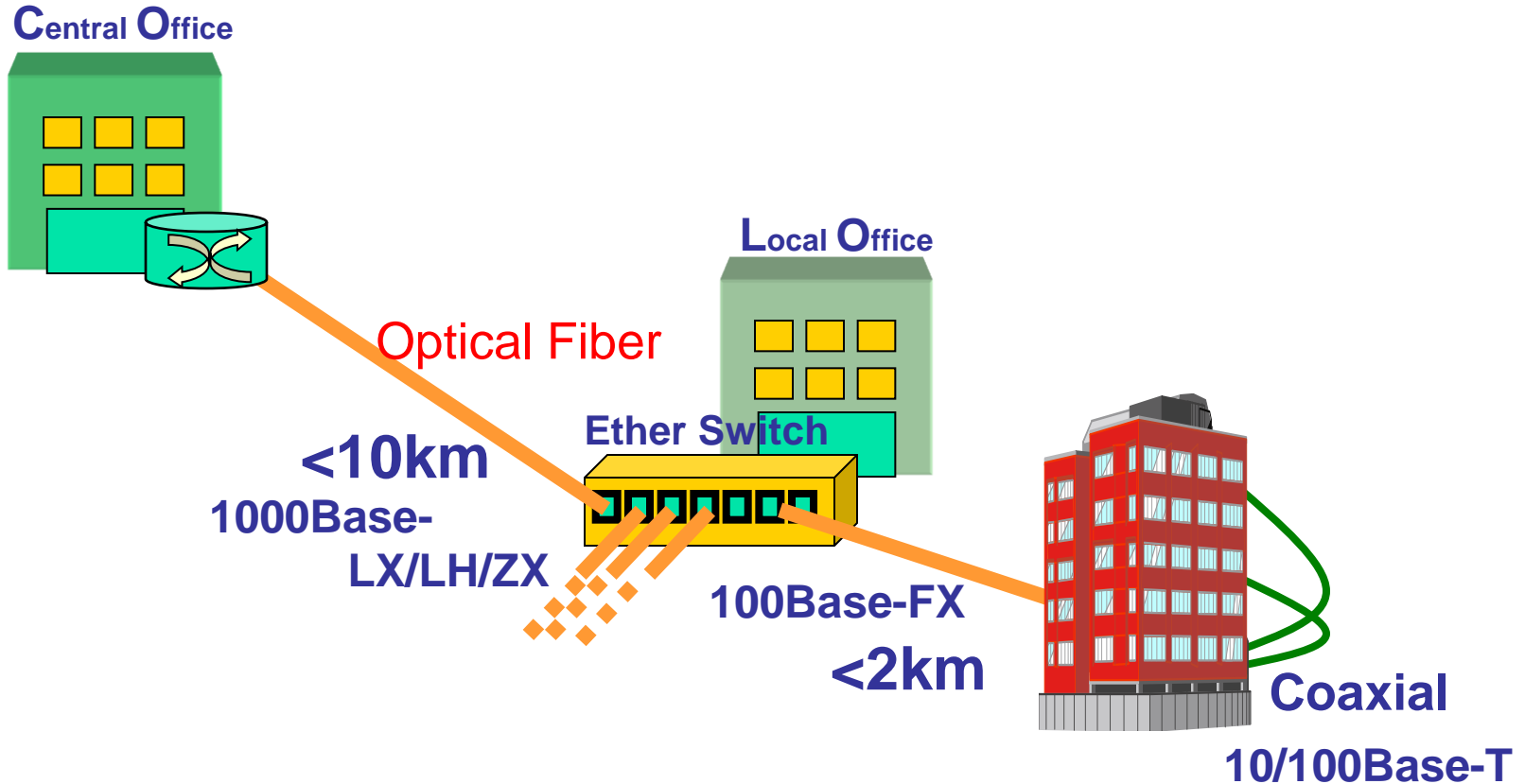
# FTTB - Enterprise Data Services



Služby zabezpečované operátormi:

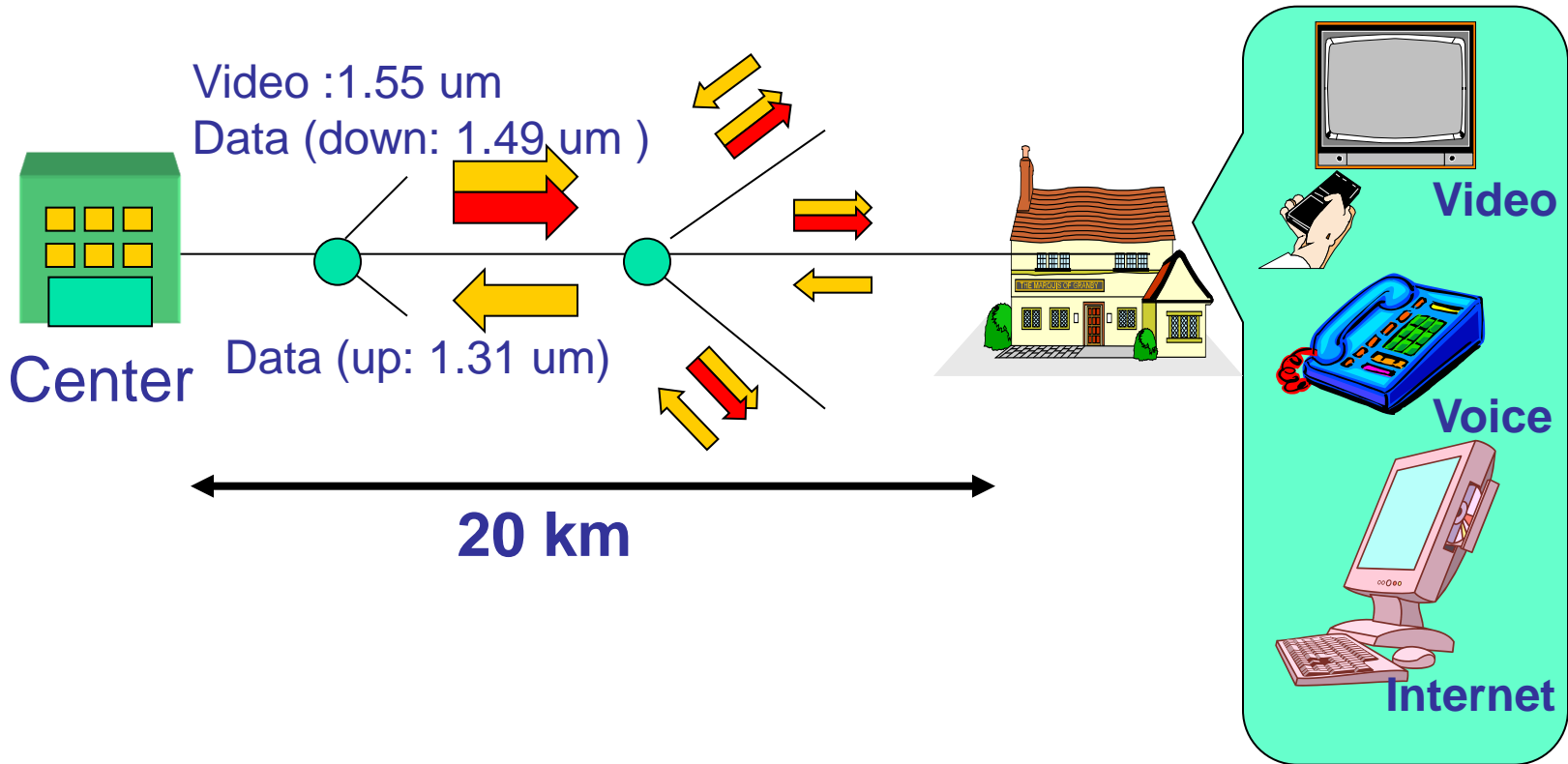
- USA:** SBC, Venison, Etc
- Europe:** BT, DT, FT, IT
- Japan:** NTT
- Asia:** China Telecom, Korea Telecom

# FTTB - Apartment Service



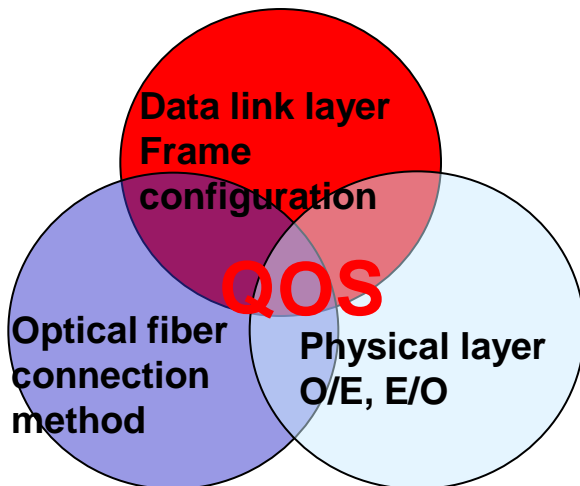
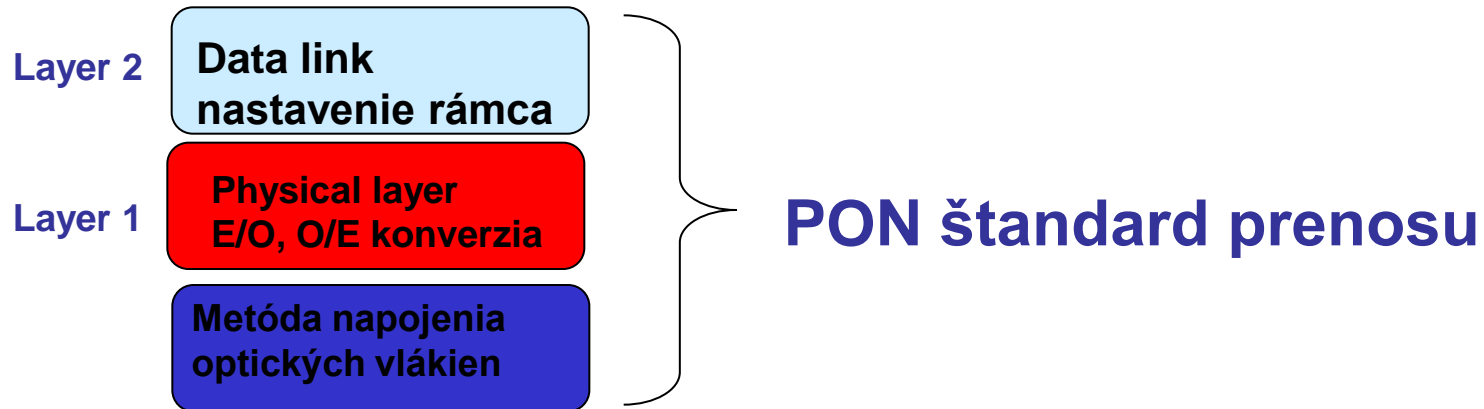


# FTTH - Home User Service



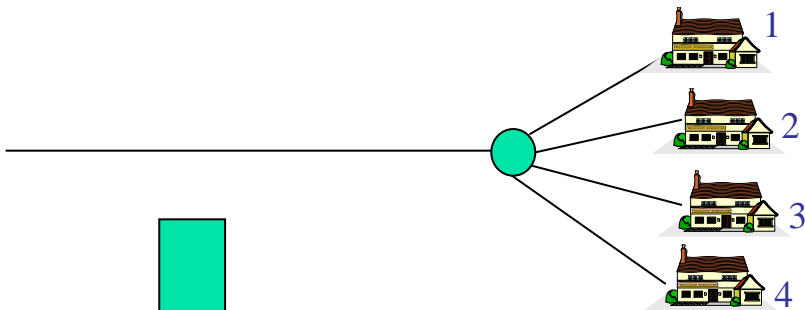
# PON - Passive Optical Network

**PON :- nízke náklady využitie zdieľania na optickom vlákne**

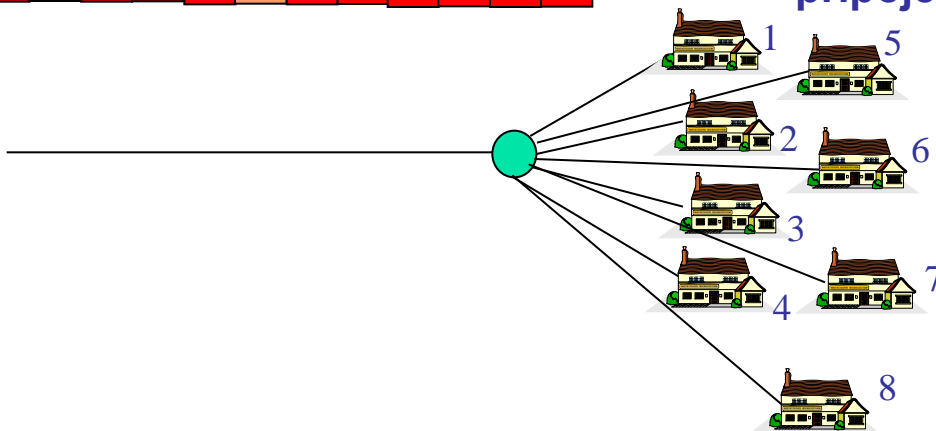


**Celková (QoS) závisí od metódy prenosu optickým vláknom a tvorby rámca**

# PON vo všeobecnosti

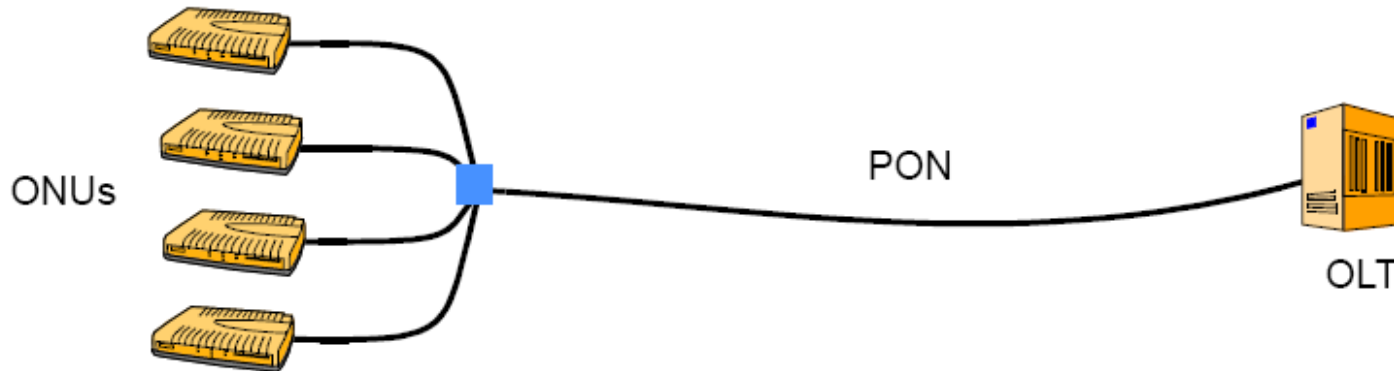


Šírka pásma sa priamo úmerne znižuje so zvyšovaním počtu pripojení.



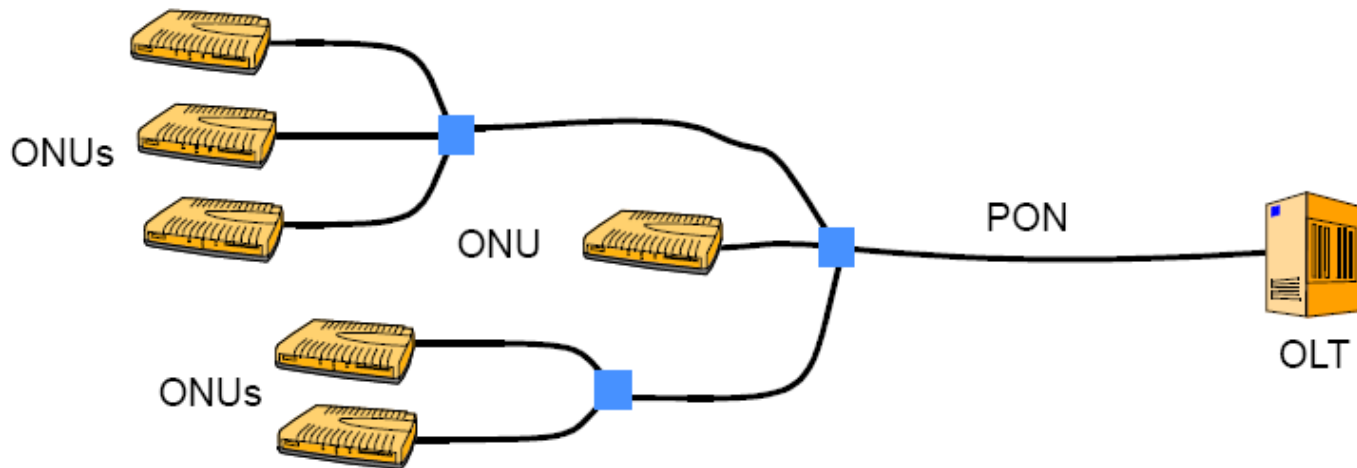
## BEST EFFORT SERVICE

# Topológia PON



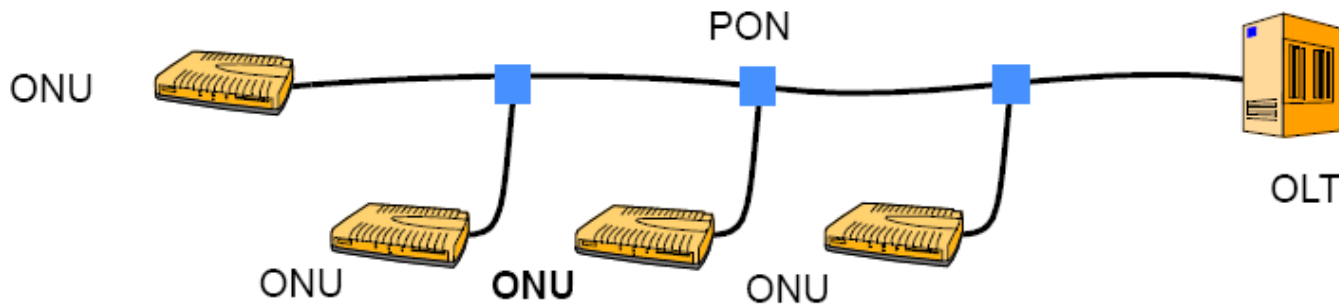
a) Hviezda

b) Strom



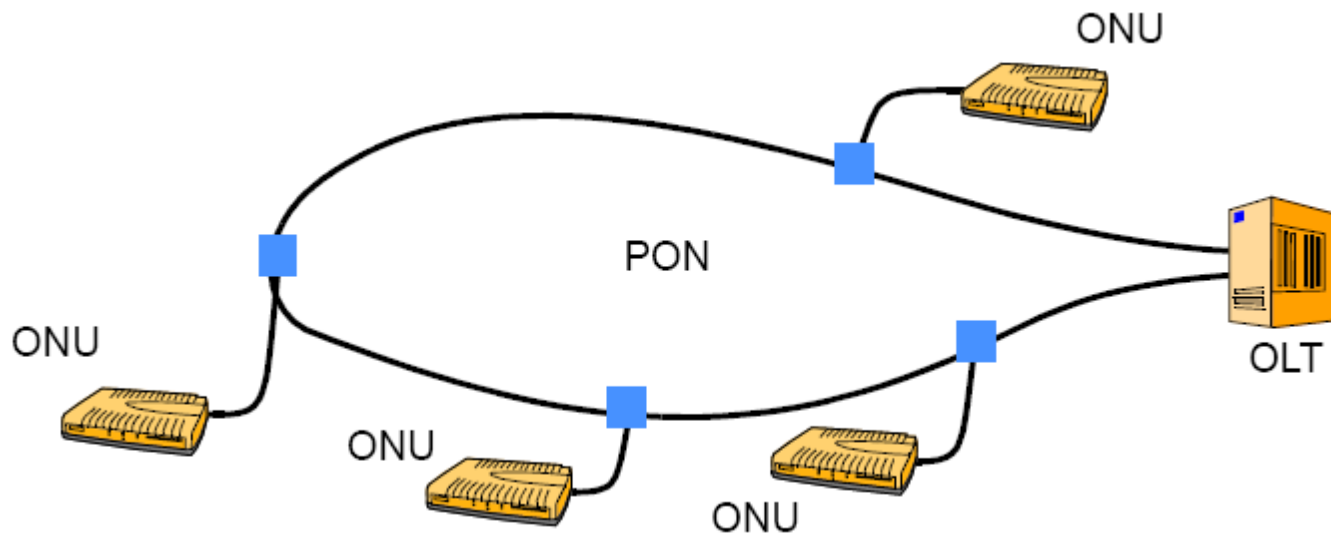
OLT

# Topológia PON



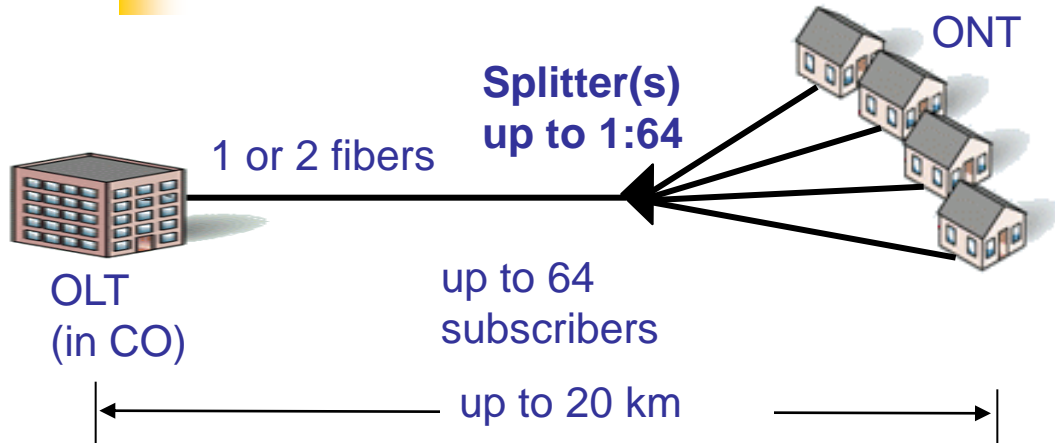
c) Zbernica

d) Kruh



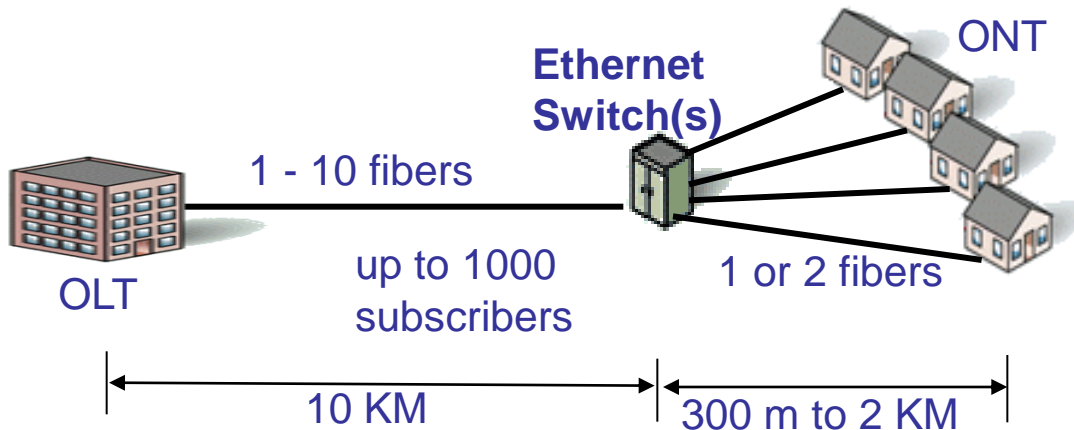
# PON alebo Aktívna sieť

## Passive Optical Network (PON)



- + Bez aktívnych komponentov
- + 50% menej potrebných portov
- + Nižšie celoživotné náklady
- + Voice, Video, Data jednoducho
- Väčšie náklady na port
- Nižšia šírka pásma ako pre P2P

## Point to Point (P2P) Switched Ethernet

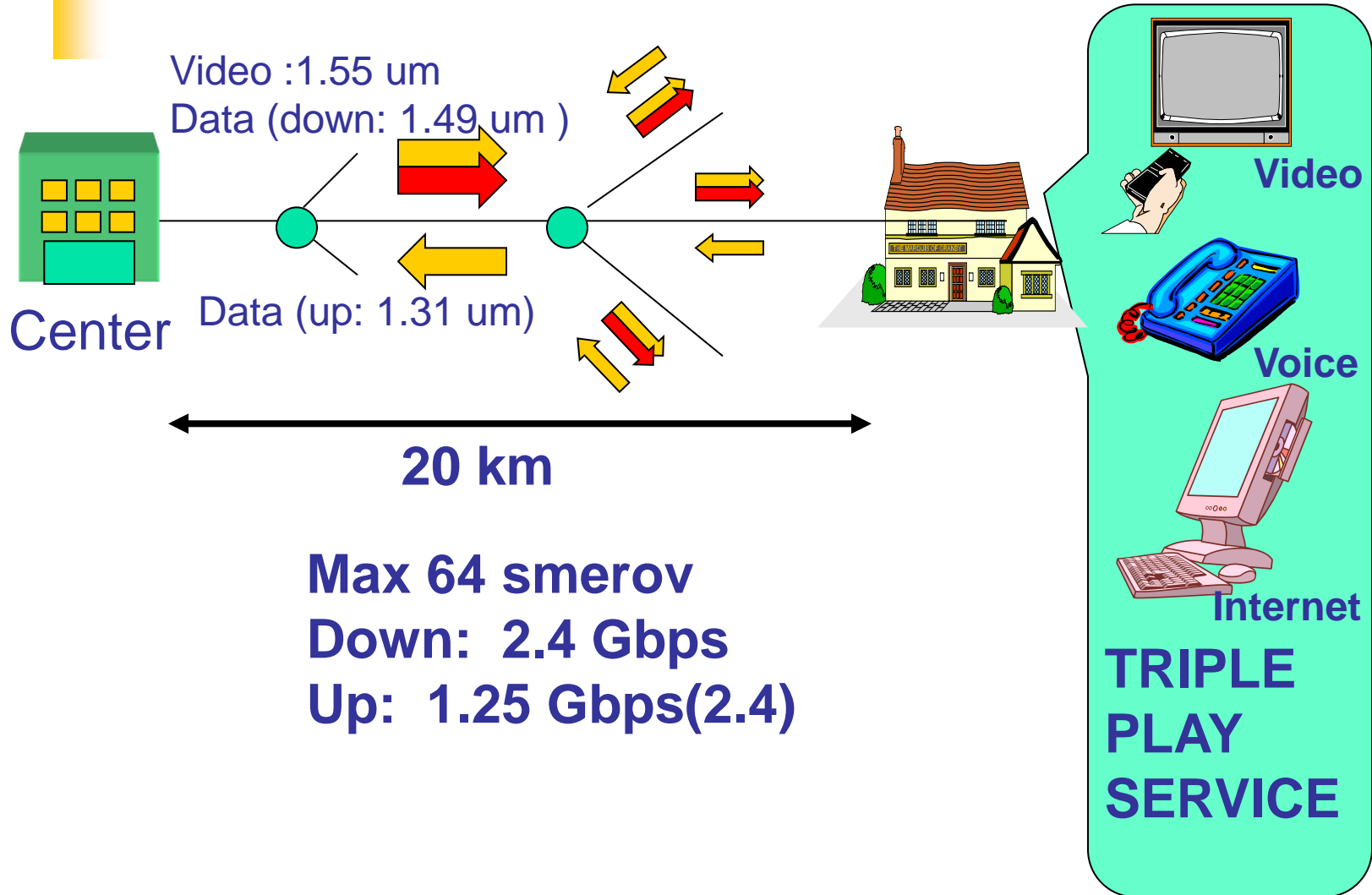


- + Väčšie pásmo
- + Možnosť nižších prvotných nákladov
- + Väčšia ochrana
- Menej spoľahlivé?
- Viac údržby?
- Voice a Video over IP

# PON štandardy

	<i>GE-PON(E-PON)</i>	<i>G-PON</i>	<i>B-PON</i>	<i>STM-PON</i>
<b>Standard</b>	IEEE802.3ah	ITU-TG.984	ITU-TG.983	
<b>Up/down multiplexing method</b>	WDM	WDM	WDM	Single
	Up: 1.27 - 1.36um	Up: 1.27 - 1.36um	Up: 1.26 - 1.36um	Up: 1.3um
	Down: 1.48 - 1.50um	Down: 1.48 - 1.50um	Down: 1.48 - 1.50um (Video: 1.55 - 1.56um)	Down: 1.3um
<b>Transmission bandwidth (Wire rate)</b>	Up: 1Gbps	Up: 156Mbps,622Mbps ,1.25Gbps,2.4Gbps	Up: 622(155) Mbps	Up: 10Mbps
	Down: 1Gbps	Down: 1.25Gbps,2.4Gbps	Down: 622(155) Mbps	Down: 10Mbps
<b>Maximum transmission distance</b>	20km	20km	20km	20km
<b>Number of branches</b>	64 branches	64 branches	32 branches	32 branches
<b>MAC</b>	Ether frame	Generic frame	ATM	STM

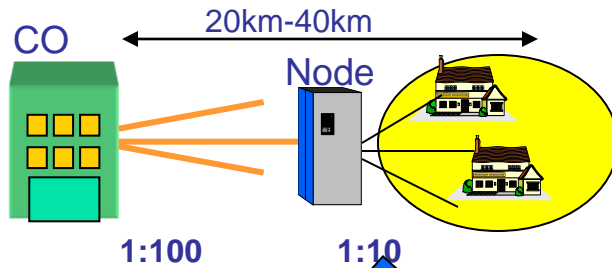
# GPON – Home user Service





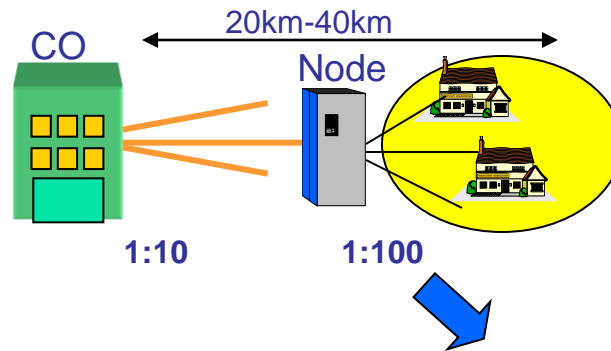
# Vývoj FTTP

2004

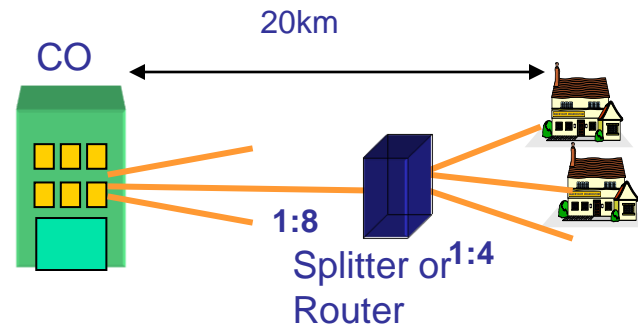


2006 - 2007

Zmenšenie počtu  
vetiev a zväčšenie  
počtu uzlov



2008 - 2009  
Celooptické  
prevedenie



# Zhrnutie FTTx

## ■ Optické vlákna

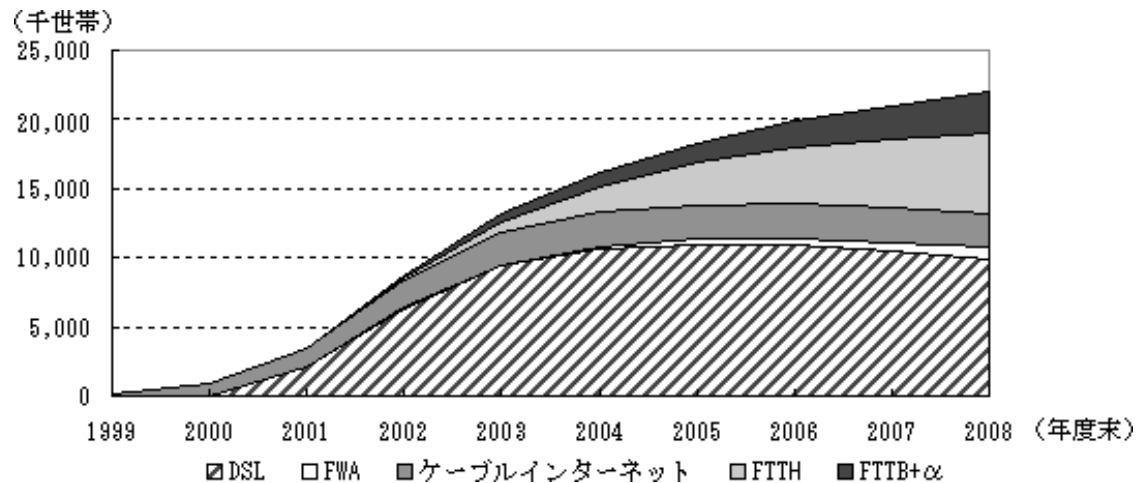
- **Dĺžky: 200 m – 20 km, 40 km**
- **SM OF, OH-free SM OF pre CWDM, MM OF pre LAN**

## ■ Služby

- **Spoločnosti: DS1/DS0, E1/E3** sú nahradené Ethernetom (**IP-VPN**)
- **Domácnosti:** Vývoj k **FTTH**, Triple Play (Voice, Video, Data)
- Nárast **CWDM** medzi **CO** (Central Office) a Metro
- **CATV:** Plánovaná zmena na **FTTx** v priebehu 3 až 5 rokov

# FTTx prehľad trhu - Japonsko

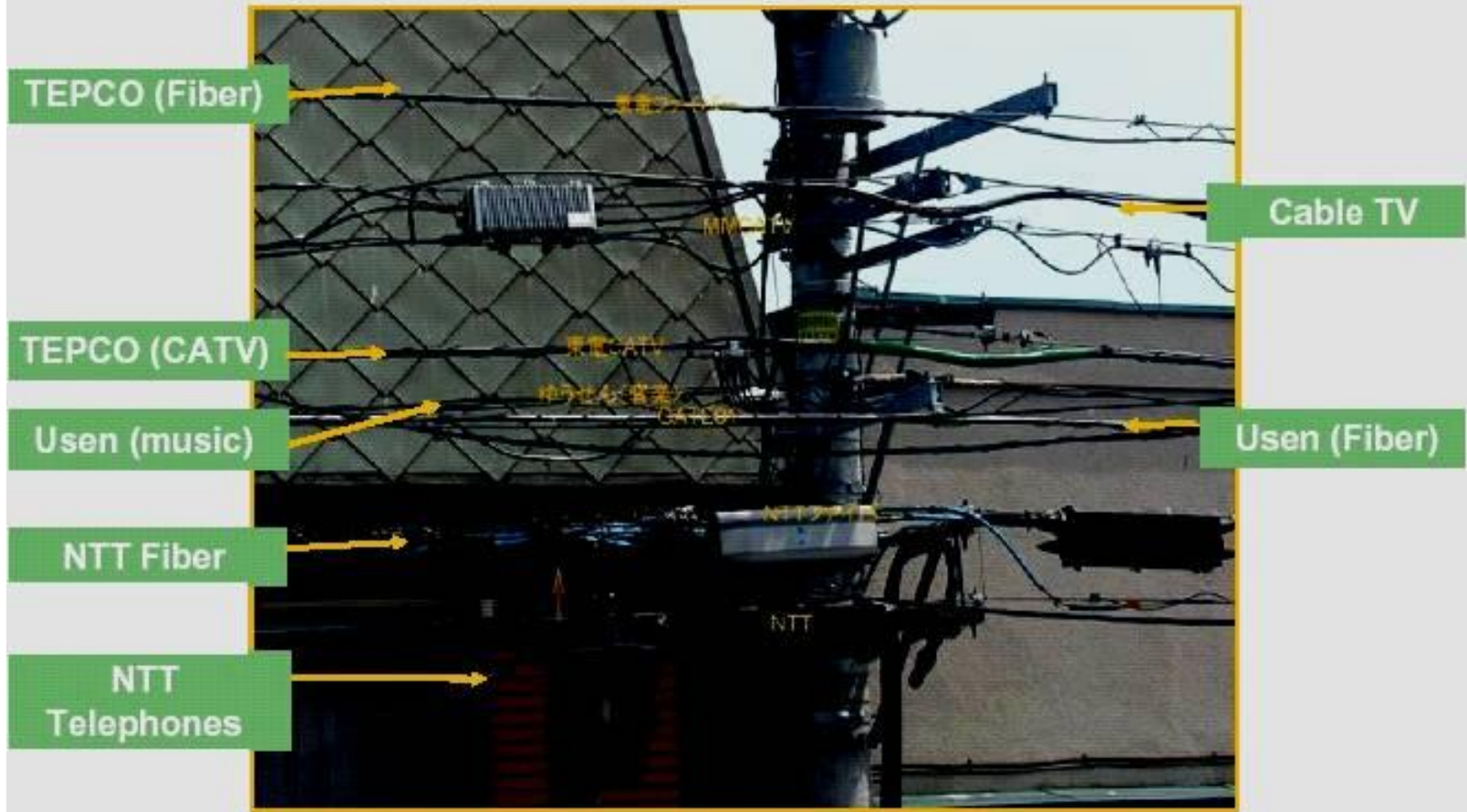
Predpoklady pre vývoj trhu  
(jednotka 1000 pripojení)



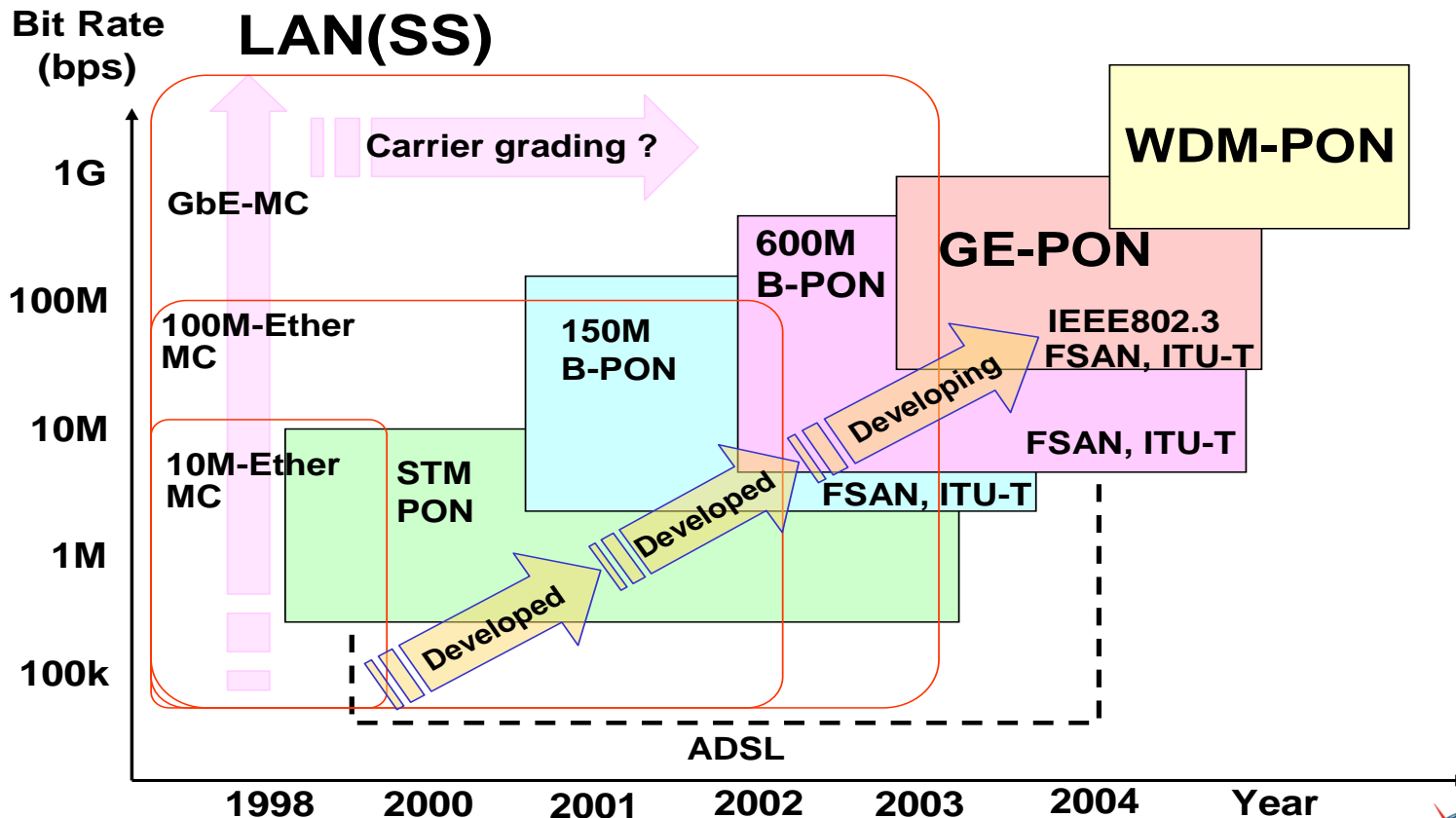
## Cable Internet

Subscribers	2003/end	2008/end
DSL	9369	9890
FTTH	766	5899
FTTB	556	2897
<b>Cable Internet</b>	2331	2379

# Príklad z Tokia

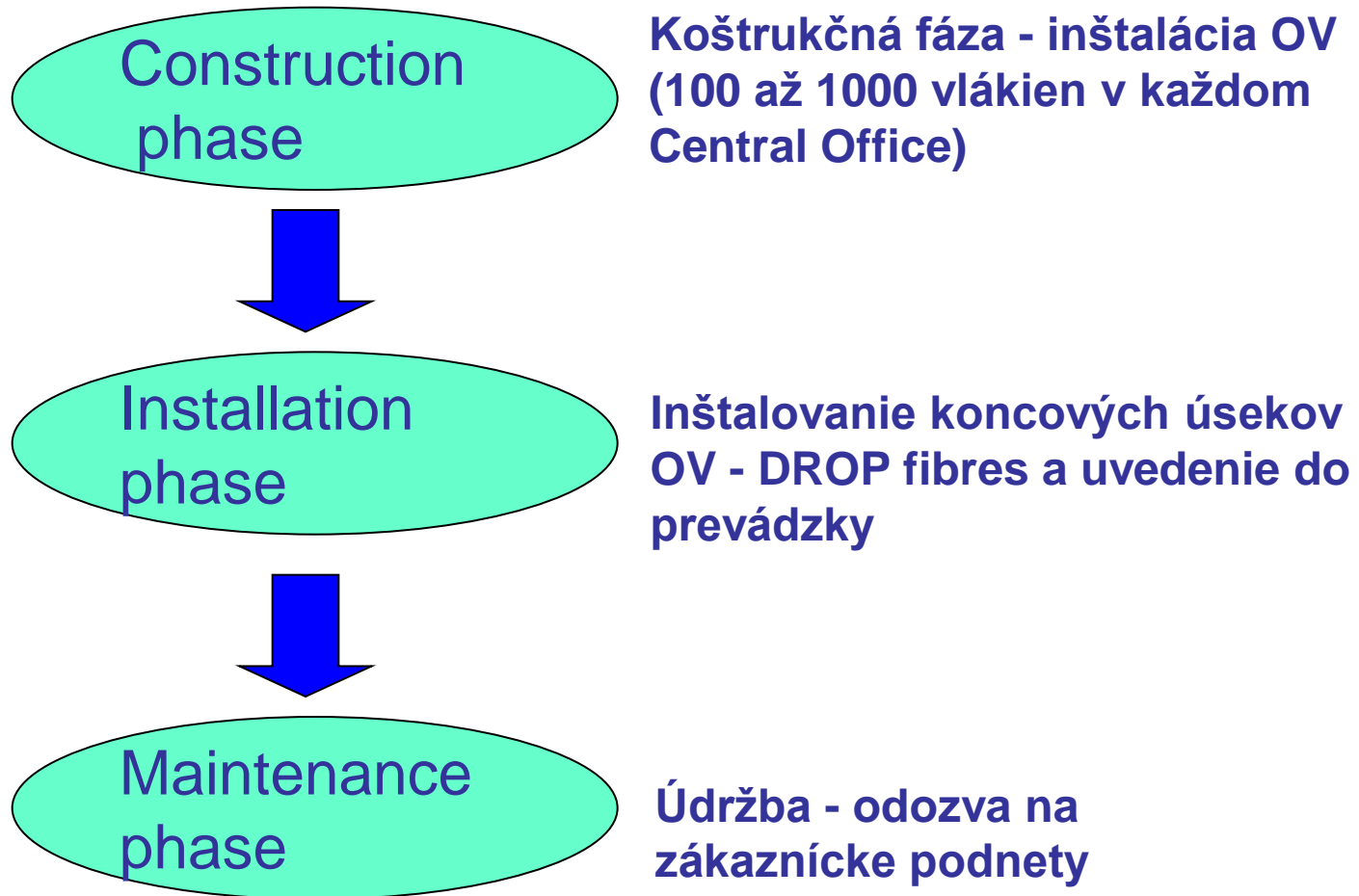


# Trend of Broadband Access Studies



# Inštalácia a údržba systémov

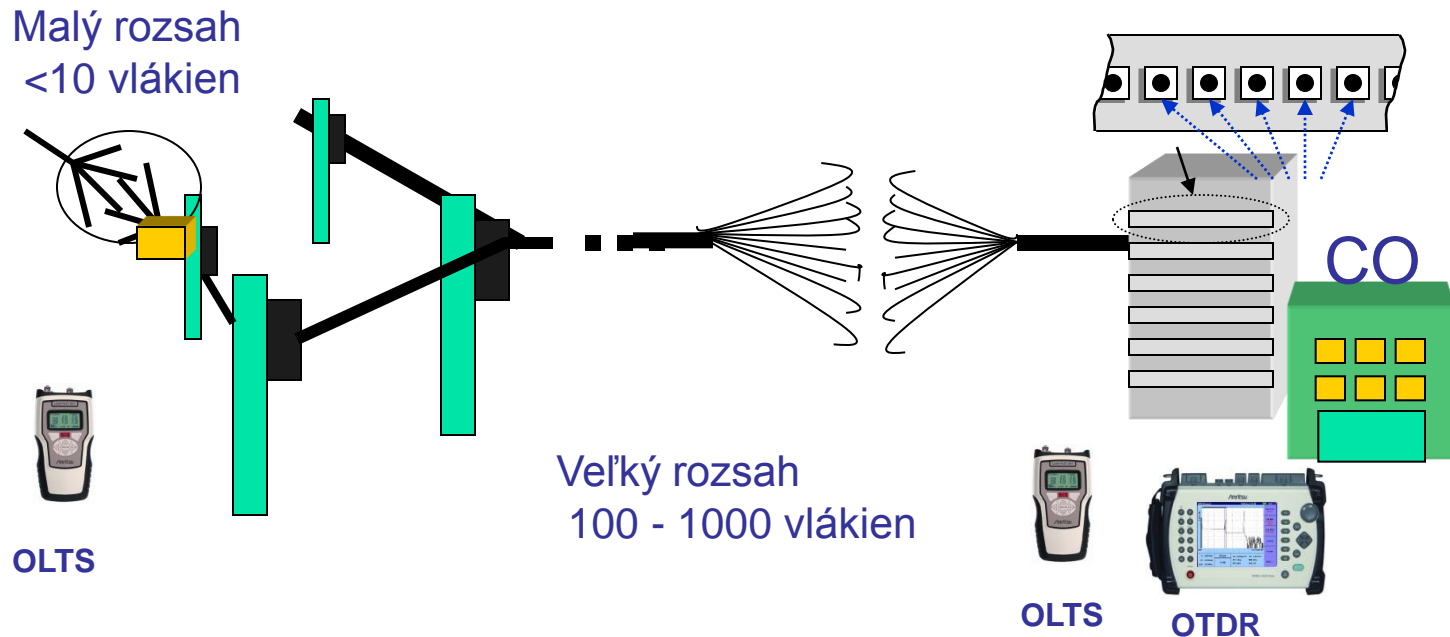
## Jednotlivé fázy



# Meranie v konštrukčnej fáze

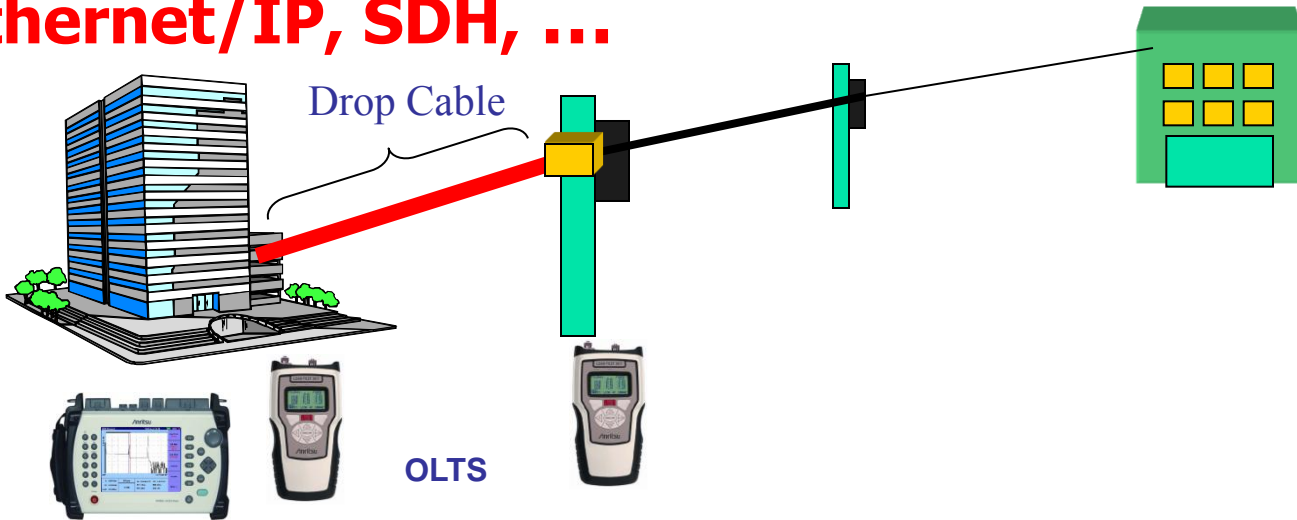
## Meranie tlmenia, odrazov

- **OLTS, OTDR**
- Overenie prípojných bodov
  - **OTDR**
- **Obojsmerné merania sú považované za dostatočne presné**



# Meranie vo fáze inštalácie

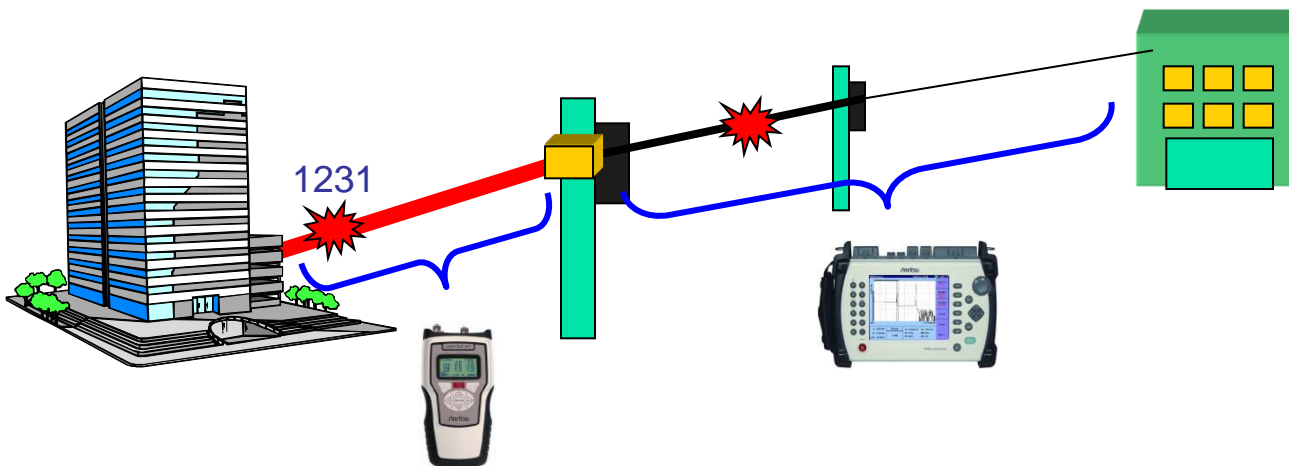
- Meranie „Drop“ vlákien
  - **OLTS, OTDR**
- Kontrola optického výkonu na konci zákazníka
  - **Power Meter**
- Overenie služby (SLA)
  - **Ethernet/IP, SDH, ...**





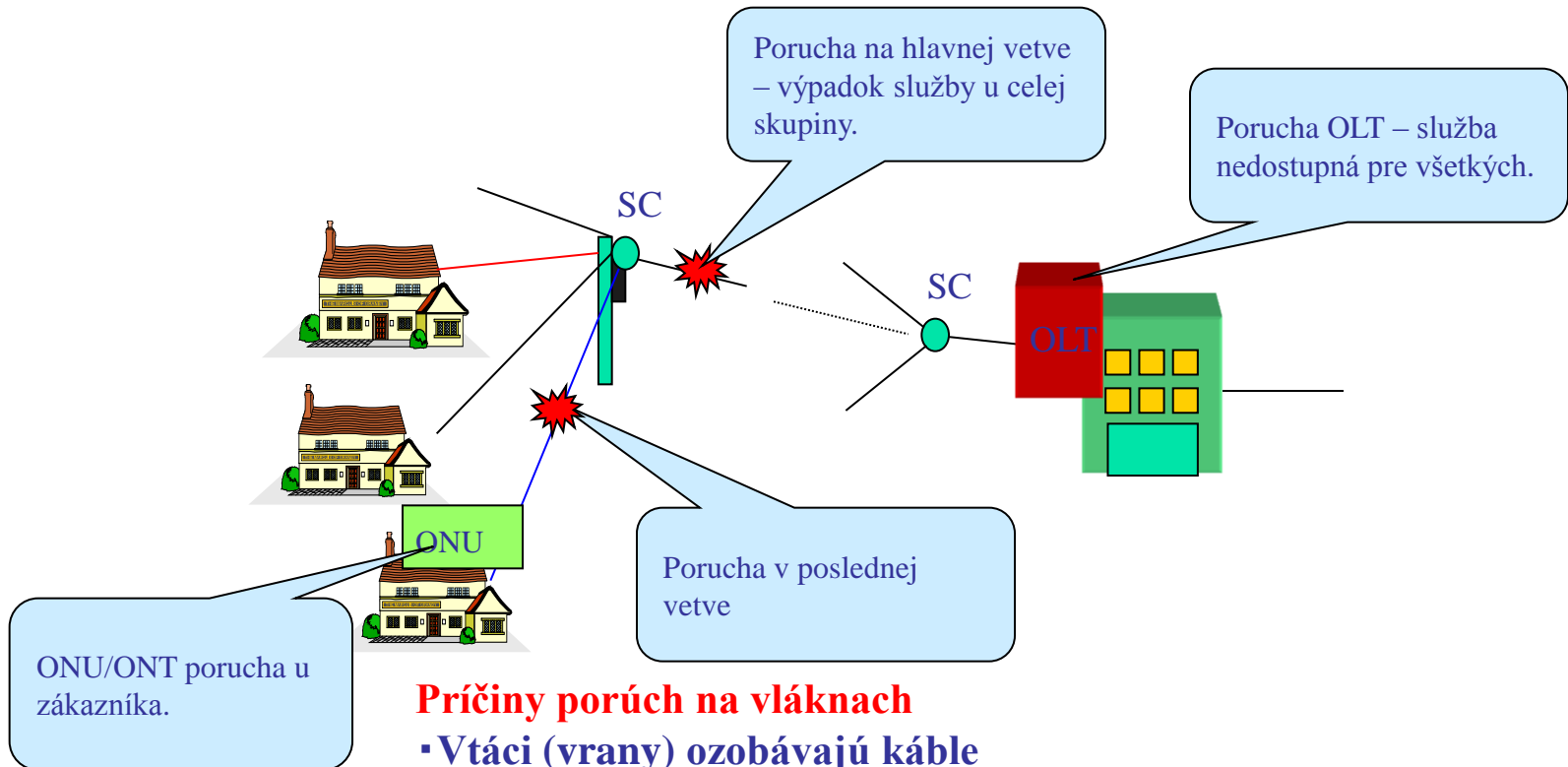
# Meranie vo fáze údržby

- Overenie optického výkonu
  - **Power Meter**
- *Vyhľadanie miesta poruchy*
  - **OTDR**
- Overenie dátového spojenia
  - **Ethernet/IP, SDH, ...**



# Možné problémov v PON systéme

Nie vždy výpadok služby u jedného zákazníka znamená výpadok u všetkých



## Príčiny porúch na vláknach

- Vtáci (vrany) ozobávajú káble
- Hmyz (cikády, nočné moly) kladú vajíčka do káblov
- Opravy komunikácií – prerušenie optického kábla
- Poveternostné príčiny (vietor, krúpy)

# Aká je realita?

## (1) Údržba je vykonávaná na inej vlnovej dĺžke

Down 1,55  $\mu\text{m}$

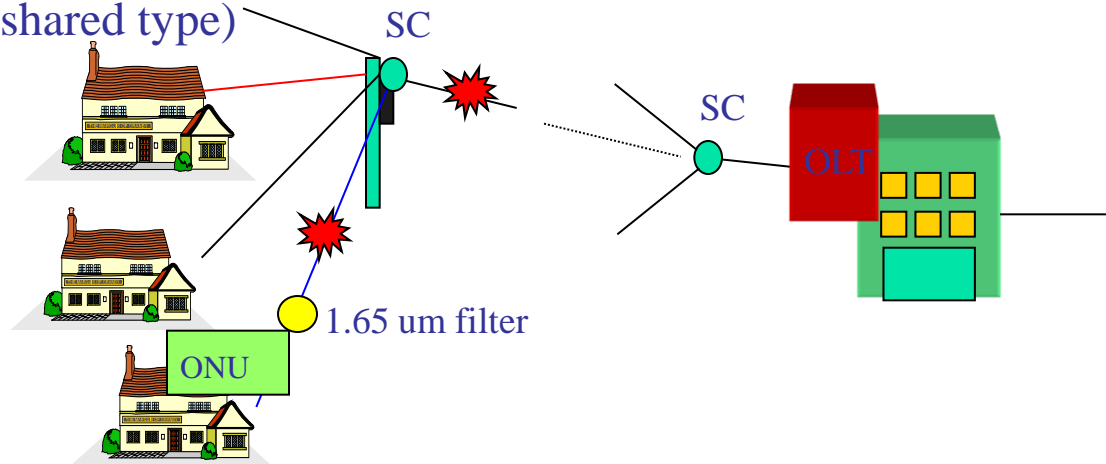
Up 1,31  $\mu\text{m}$

+

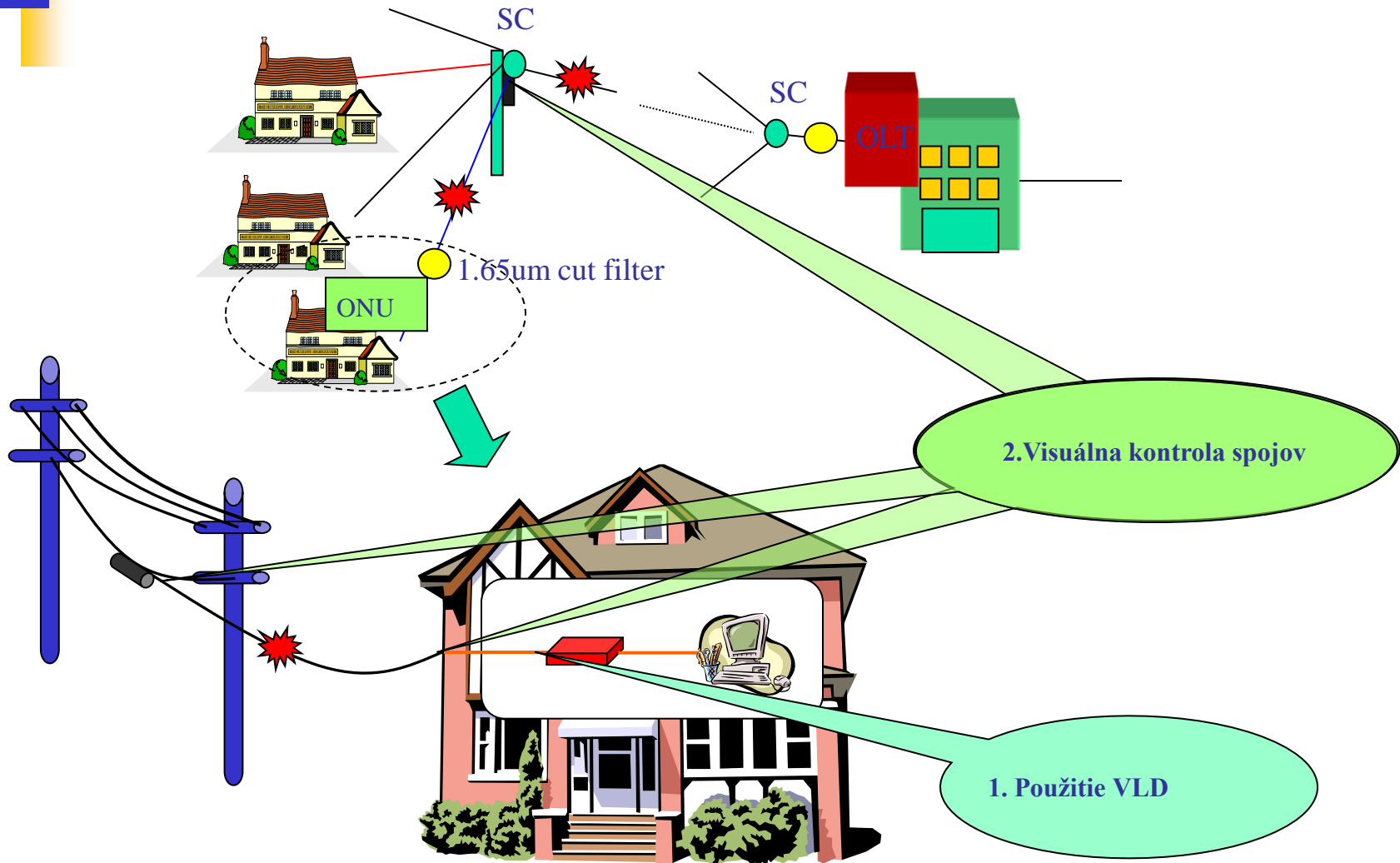
Maintenance  
1,65  $\mu\text{m}$

## (2) Do systému sa vkladajú filtre

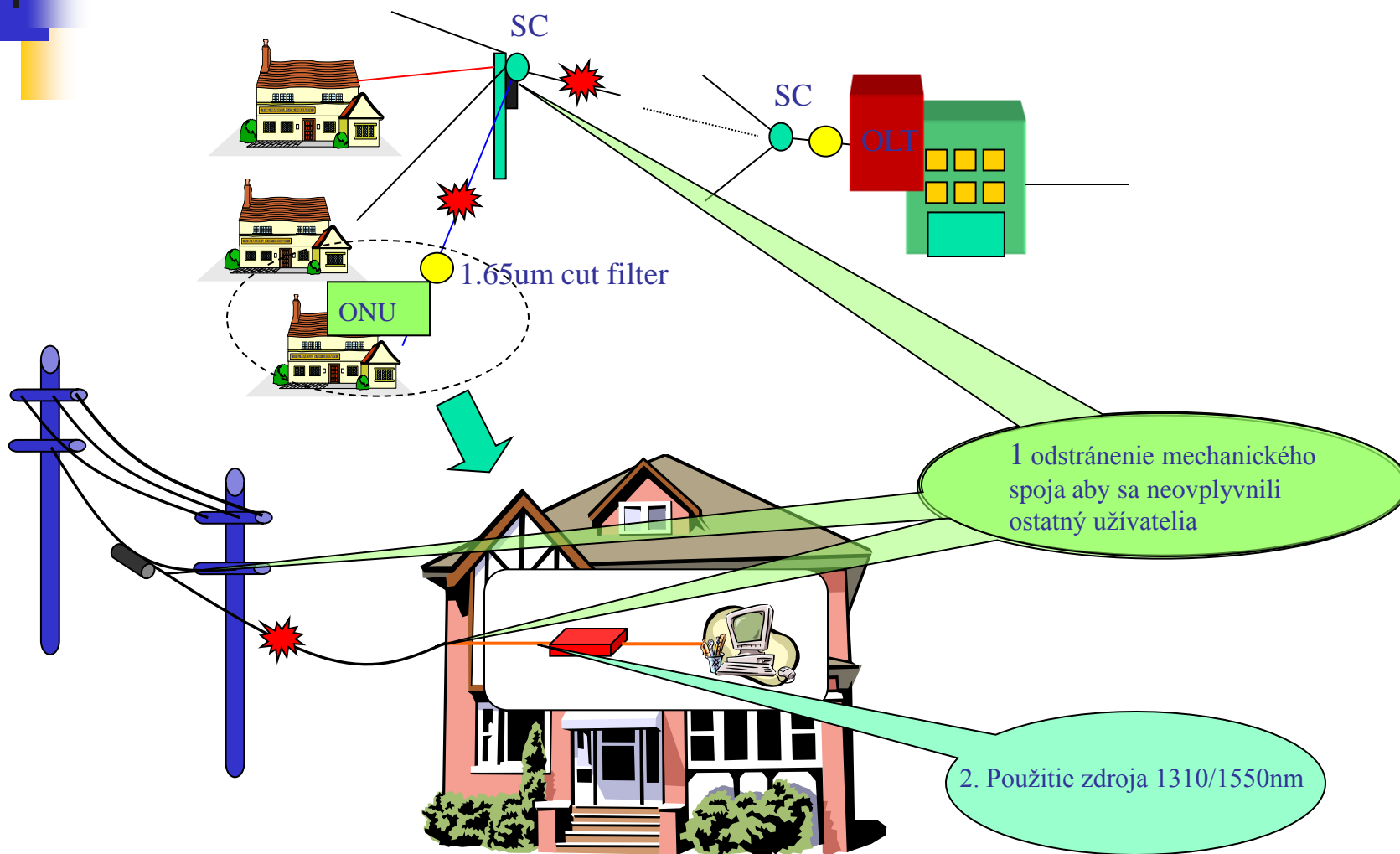
PON method (shared type)



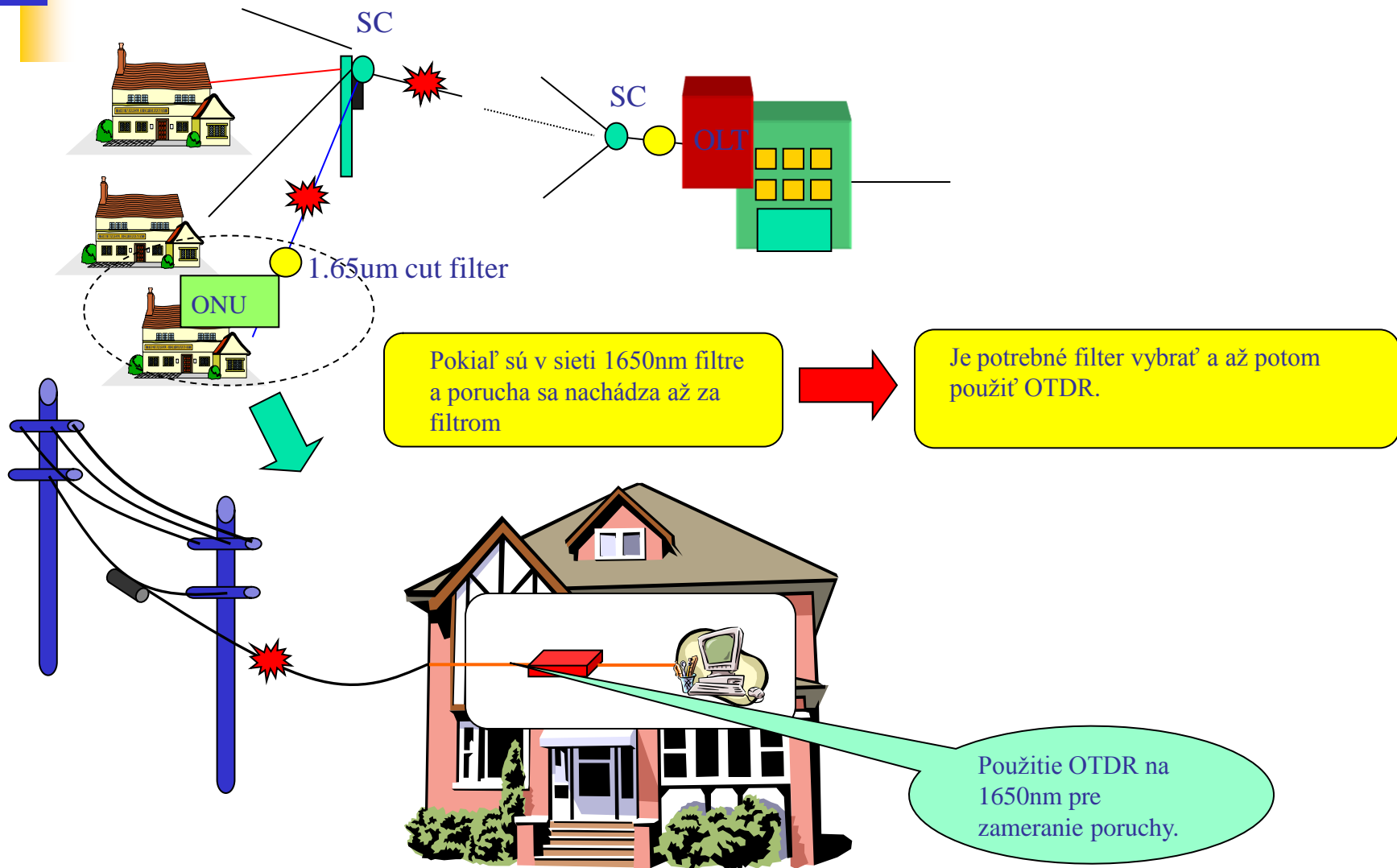
# Použitie viditeľného svetla



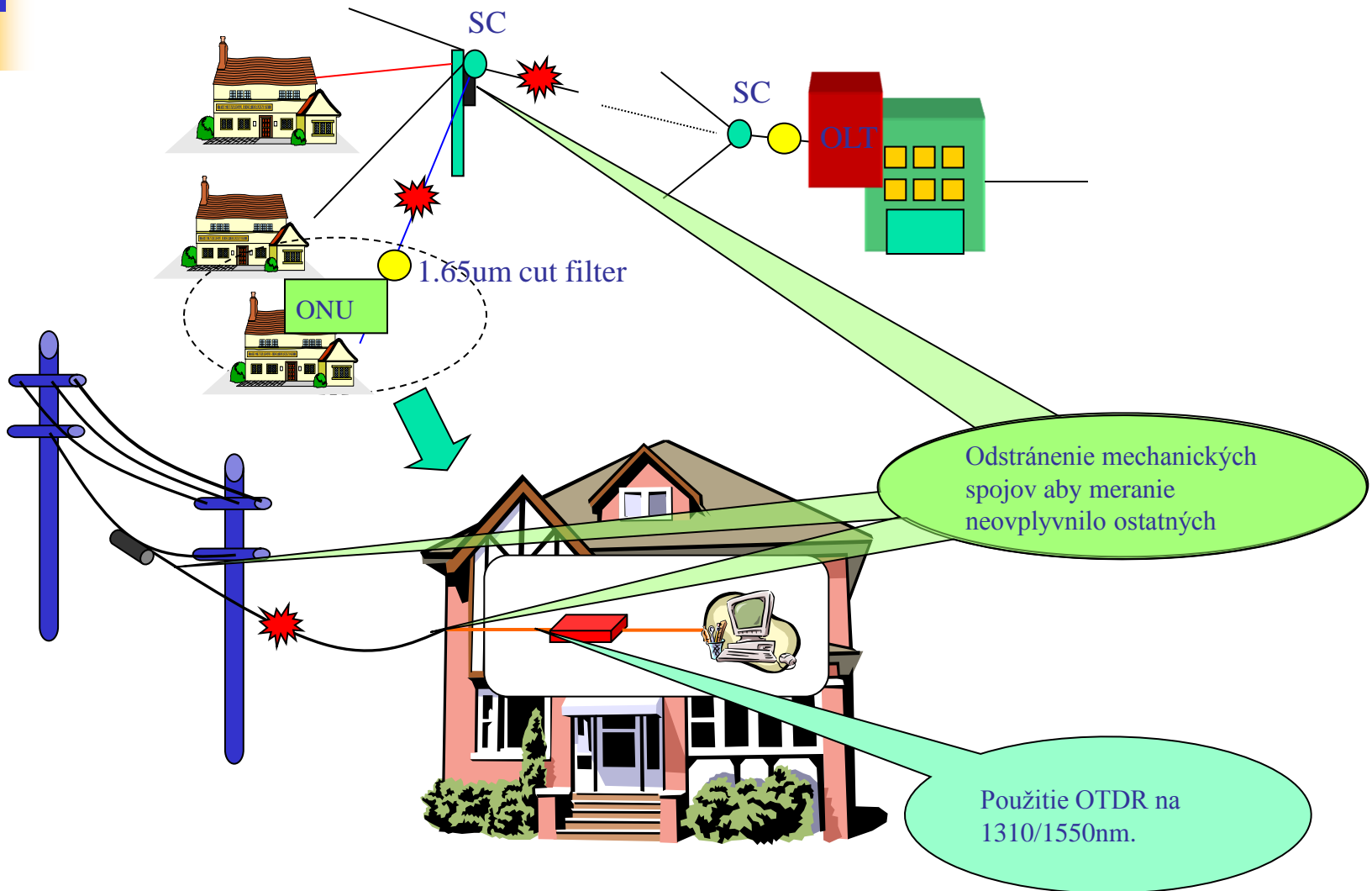
# Použitie zdroja a merača výkonu



# Použitie OTDR na 1650 nm



# Použitie OTDR na 1310 nm/1550 nm





---

# Riešenie FTTx od firmy

**Anritsu**

Discover What's Possible™



# Stratégia firmy Anritsu

Úspora nákladov ale bez  
redukcie kvality

Redukcia nákladov  
na obstaranie  
prístroja

Skrátenie času na  
odstránenie  
poruchy

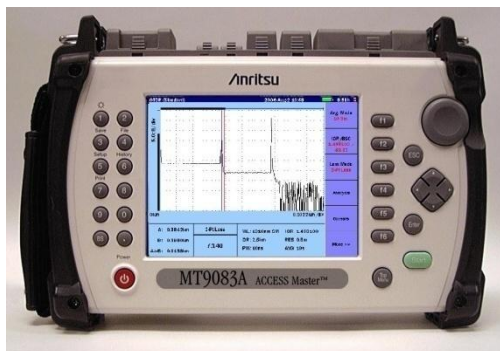
# MT9083 Access Master



Merač výkonu  
a Zdroj žiarenia



Zdroj  
viditeľného  
svetla



MT9083 Series  
ACCESS Master



Výkonné OTDR



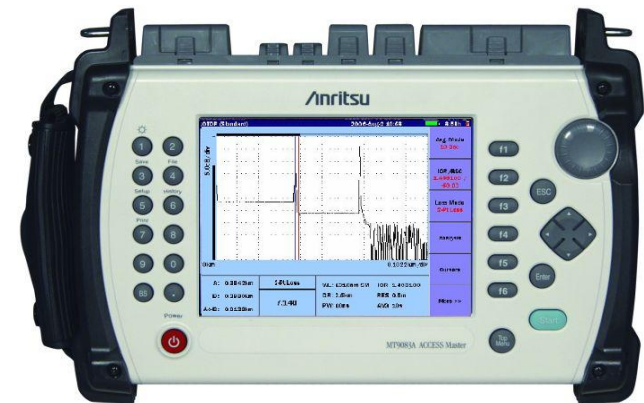
**Anritsu**

Discover What's Possible™

# Základné parametre

## ◆ Hodnota...*bez kompromisov!*

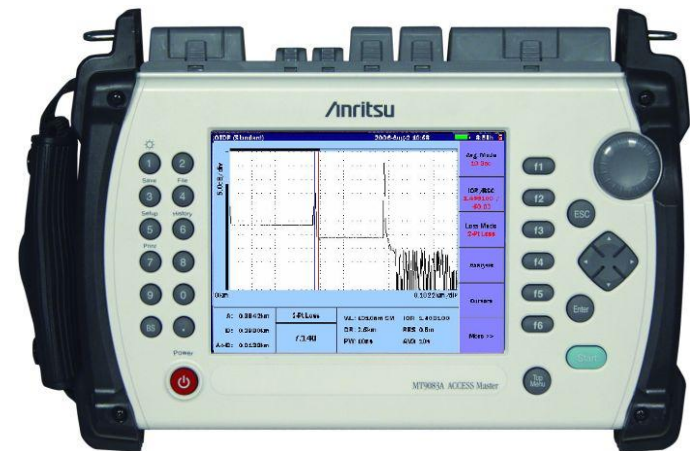
- **Riešenie všetko v jednom**
  - ◆ Kompletný nástroj pre konštrukciu a údržbu
- **Nízke náklady**
  - ◆ Cena od 7000 Eur
  - ◆ Merač výkonu a Zdroj žiarenia štandard
- **Vynikajúce vlastnosti**
  - ◆ <1m mŕtva zóna, 5 cm vzorkovanie,
  - ◆ Dynamický rozsah 38 dB
- **Jednoduché ovládanie**
  - ◆ Vyhľadávanie porúch pomocou jedného tlačidla
  - ◆ Špeciálne režimy prístroja podľa aplikácie
  - ◆ Bez zbytočných tlačidiel
- **Prenosný ale odolný prístroj**
  - ◆ Hmotnosť 2.2 kg
  - ◆ Najmenšie dostupné prevedenie all-in-one



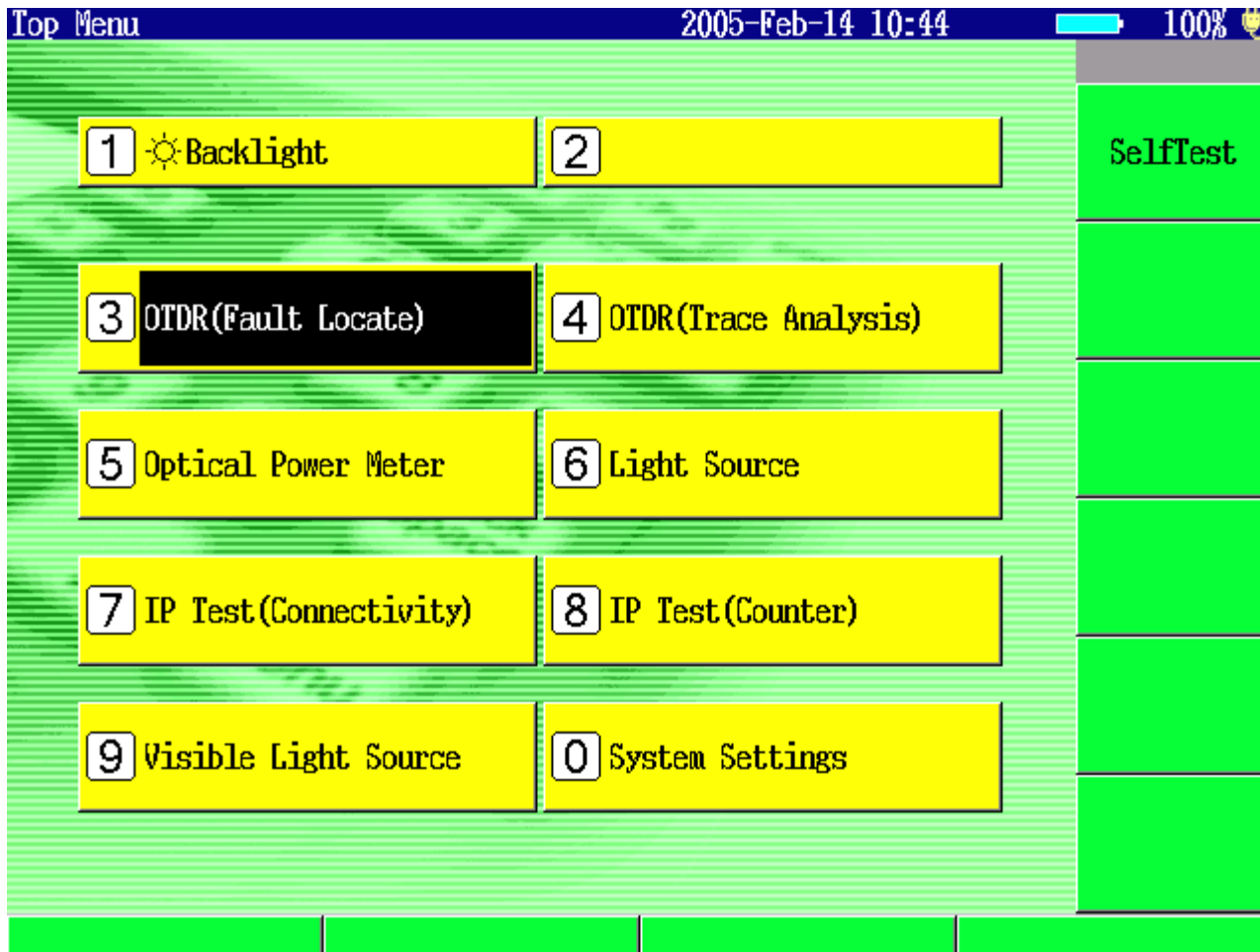
# Základné parametre

## ◆ Hodnota...*bez kompromisov!*

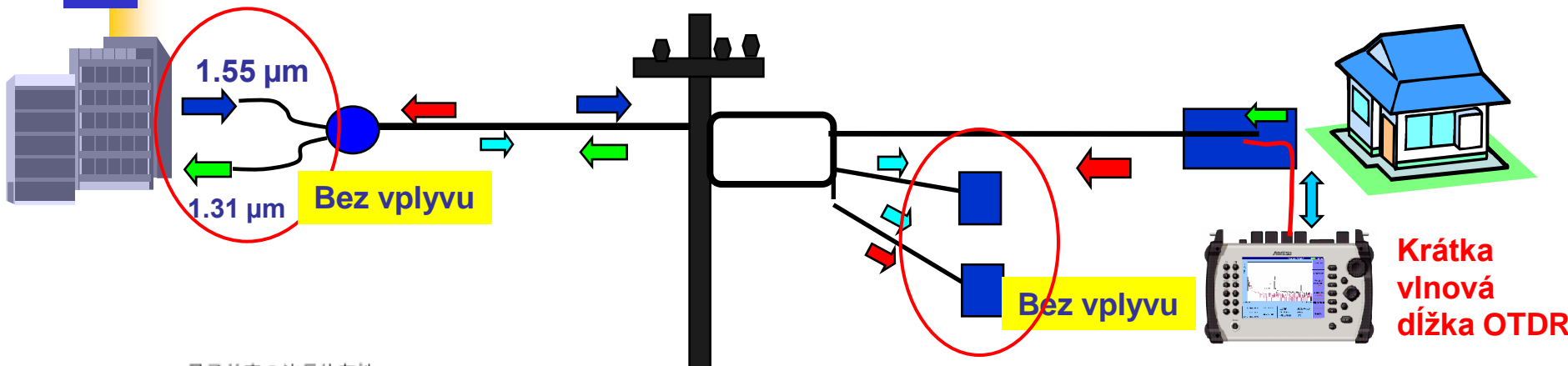
- Rýchly štart prístroja
  - ◆ Pripravený na meranie <15 sekúnd
- Výdrž batérie
  - ◆ 8 hodín
- Kompletná správa súborov
  - ◆ Jednoduchý prenos
    - Drag a drop do PC, USB
  - ◆ Reporting a Analýza
    - NetWorks emulačný software
- Uživatelská konfigurácia
  - ◆ 9 vlnových dĺžok (max 4 v jednom), 17 modelov
  - ◆ SM, MM alebo ich kombinácia
    - **FTTx construction: 1310/1490/1550 nm**
    - **FTTx maintenance: 780 alebo 1650 nm**
    - **CWDM pásma: 1383 nm**



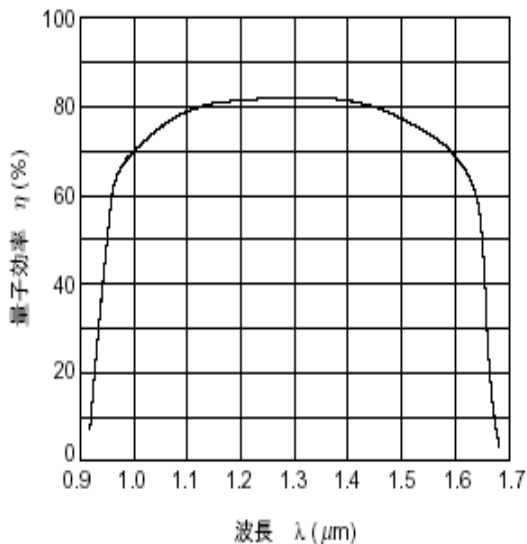
# Jednoduché ovládanie



# Použitie špeciálnej vlnovej dĺžky ( $0.78 \mu\text{m}$ ) OTDR



量子効率の波長依存性



★ Bez vplyvu na komunikáciu a transport aj v živej sieti

<Nízka citlivosť prijímačov na krátkej vlnovej dĺžke>

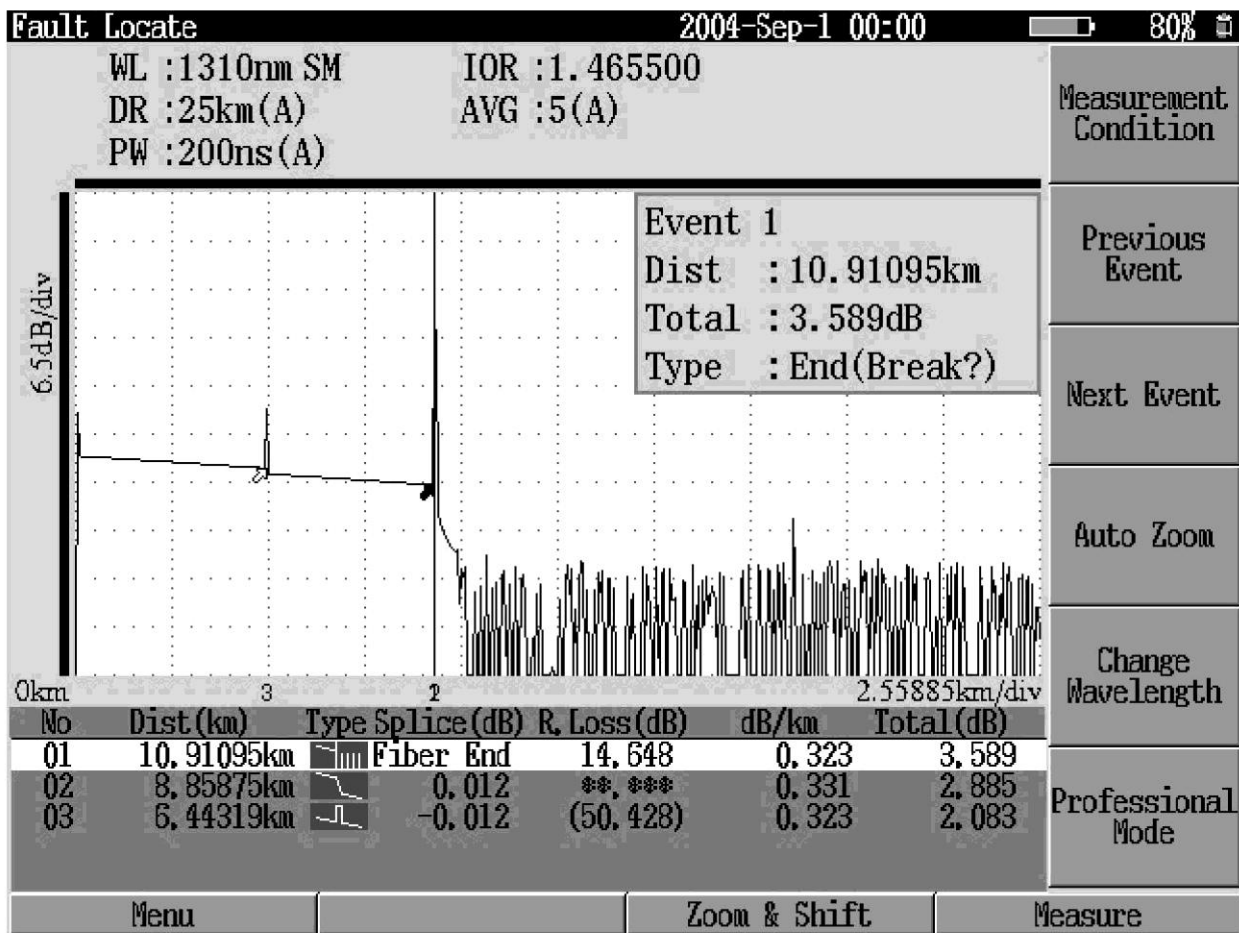
★ Žiadny vplyv živej siete na OTDR ( $1.31/1.55 \mu\text{m}$ )

⇒ **Jednoduchá údržba**

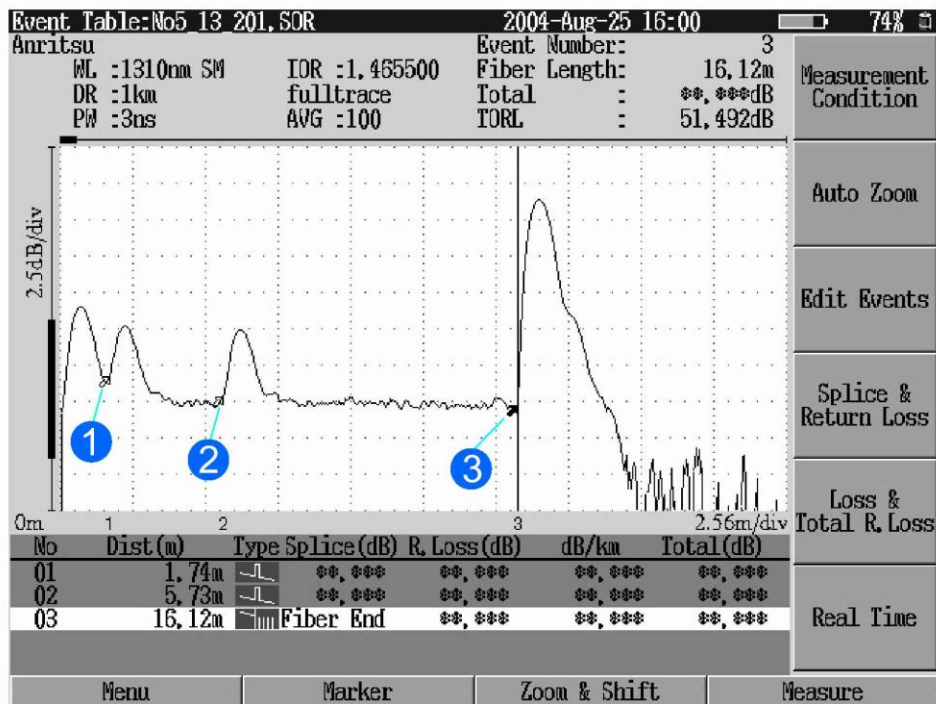
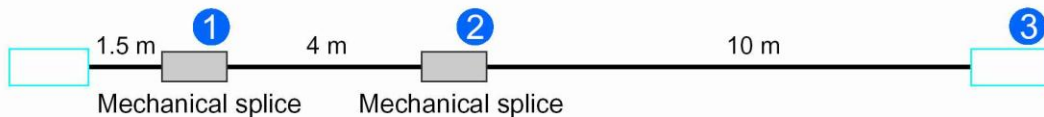
Nízky dynamický rozsah, ...

☆ Merací rozsah cca 2 km.

# Zameriavač porúch



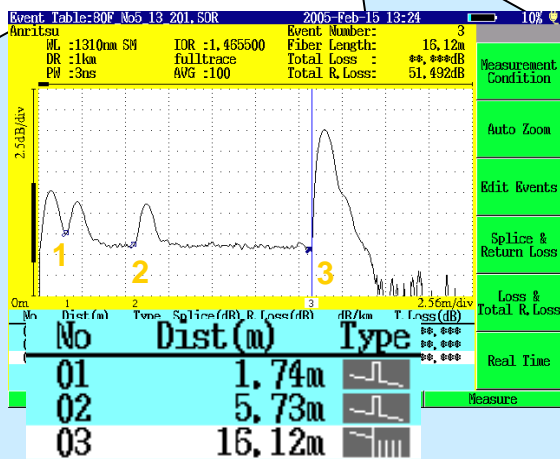
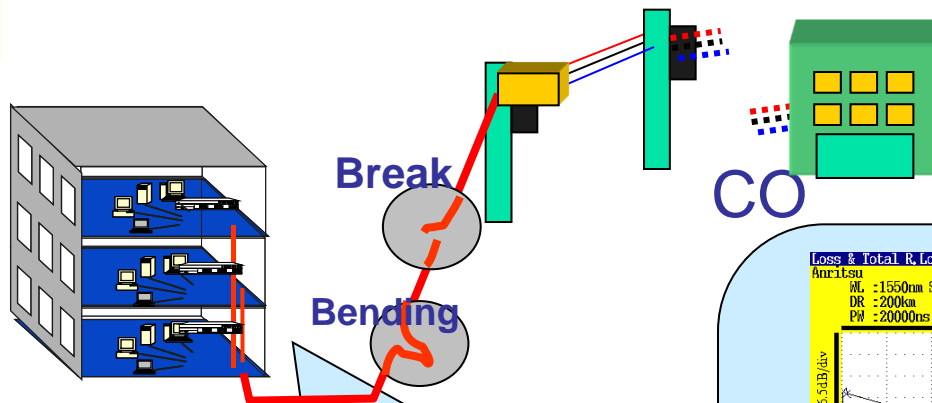
# Extrémne krátka mŕtva zóna



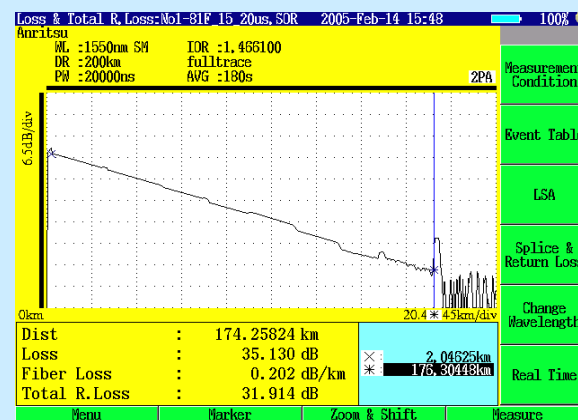
- **Menej ako 1 m**
- **Typicky 0,5 m !!!**
- **Najkratšia dostupná mŕtva zóna**
- **Originál ANRITSU**



# Porovnanie s laboratórnymi OTDR



**Dead zone <1m(Fresnel) pri 3ns**  
 Pre testy v prístupovej časti



**Dynamic range 38 dB pri 20 us pre**  
 Testy v Metro časti

**Krátka mŕtva zóna a vysoký dynamický rozsah OTDR**

# Veľká pamäť prístroja



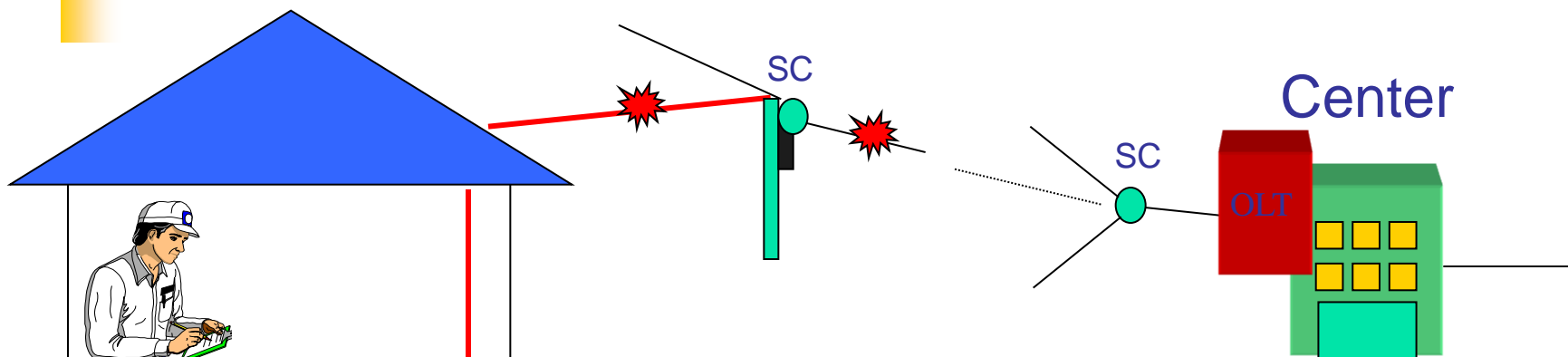
Vnútrotná pamäť pre viac ako 1000 priebehov

Použitie USB pamäte, viac ako 30000 priebehov (512M bytes)



**Spracovanie výsledkov v PC  
Emulačný Software**

# Zhrnutie - test na optickom vlákne



**Kompaktné: B5**  
**Nízka hmotnosť: <2.5kg**  
**Batéria: 8 h**  
**Rýchly štart: <15sec**

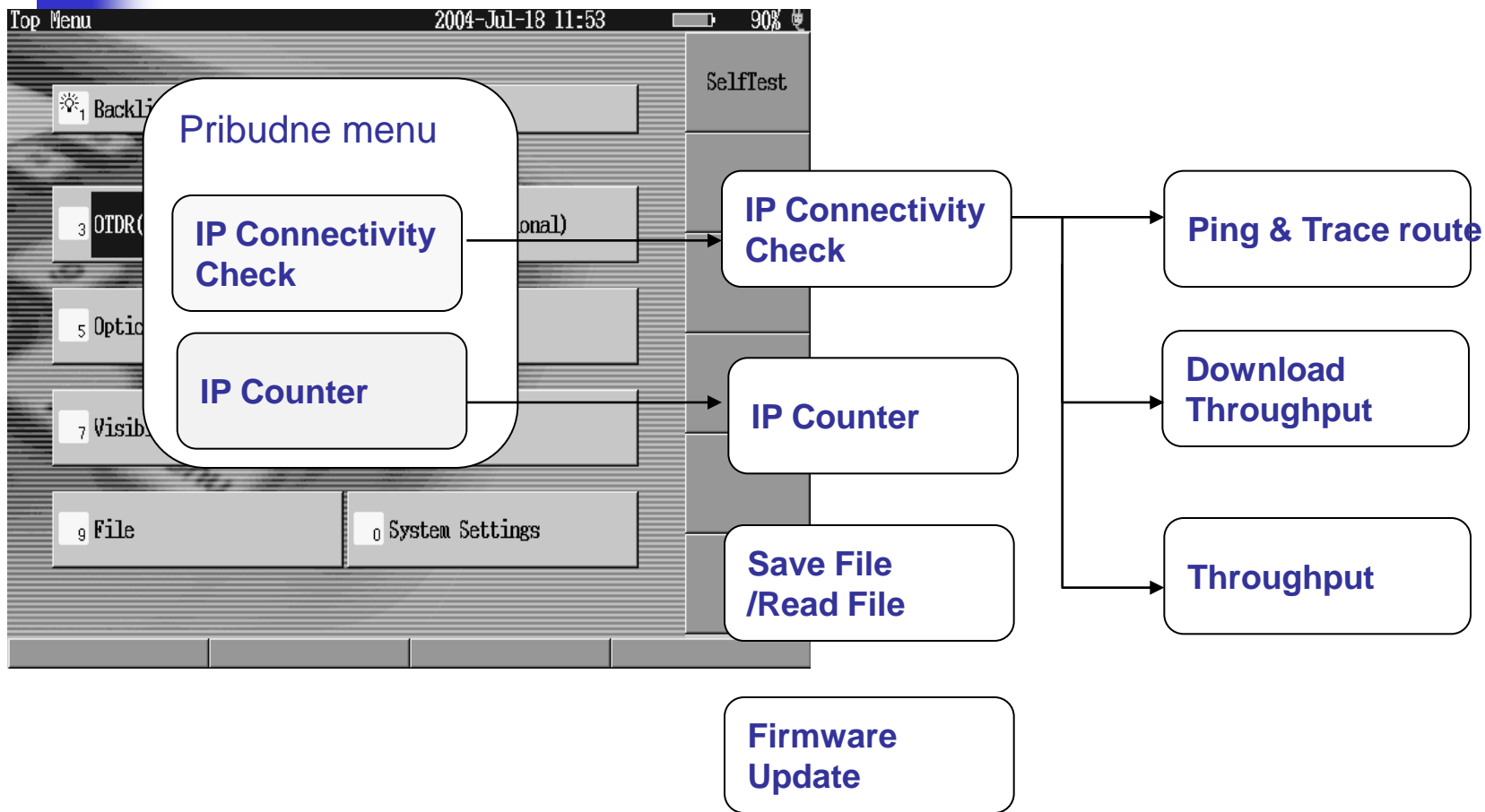
**OTDR (1.31/1.55/1.65)**  
vyhľadanie porúch  
<1.0 m dead zone

**Power Monitor**  
Overenie opt. výkonu

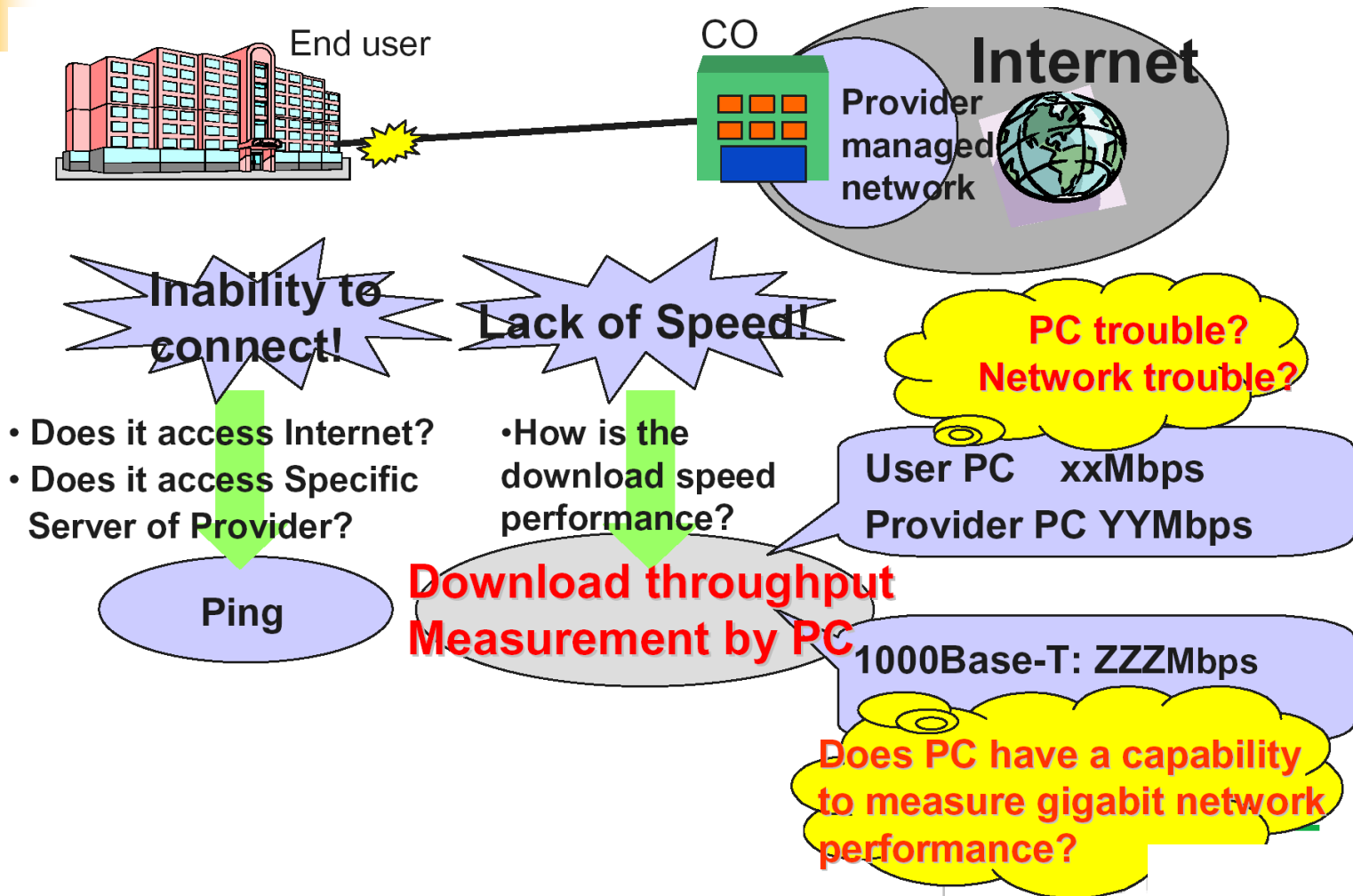
**All-in-one**

**Visible LD**  
Vizuálna kontrola

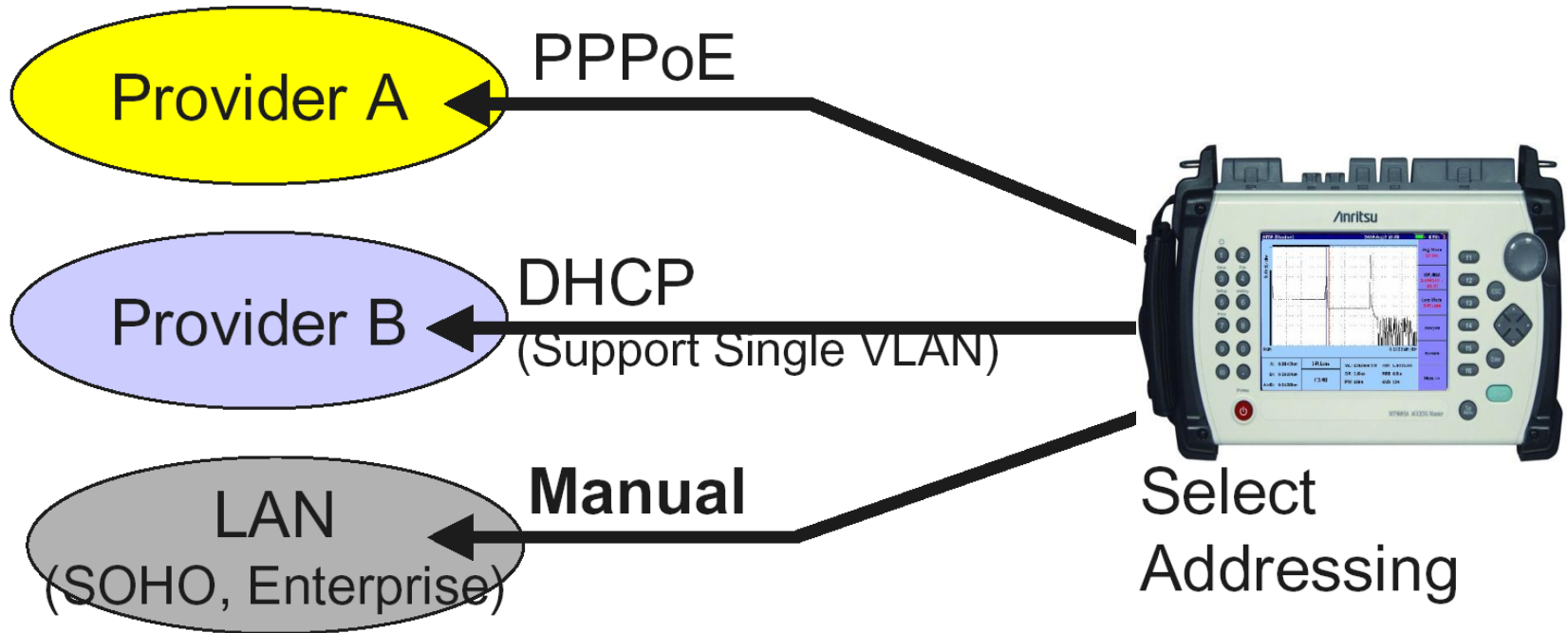
# Merania na servisnej úrovni – Test IP funkcie



# Siet'ové problémy

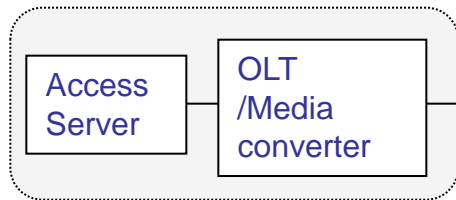


# Connectivity Check



# Príklad - PPPoE

CO



User



PPPoE Session

IP Connectivity Check

- PPPoE
- DHCP
- Manual

Description:  
Connection Mode, Date, IP address,  
Subnet mask, DNS, Link Speed  
Certification, MTU

Connectivity		2004-Aug-27 13:41		100%	
Connection Mode	PPPoE				
User Name	mt9080ip				
Password	mt9080ip				
DNS (Primary)	172.16.1.11				
DNS (Secondary)	172.16.1.22				
CHAP/PAP	CHAP				
Service Name	iptest				
IP Address	AUTO				
Netmask	255.0.0.0				
Link Speed	Auto Negotiation				

Connect

Detail Result Connectivity  10M Half Link Down

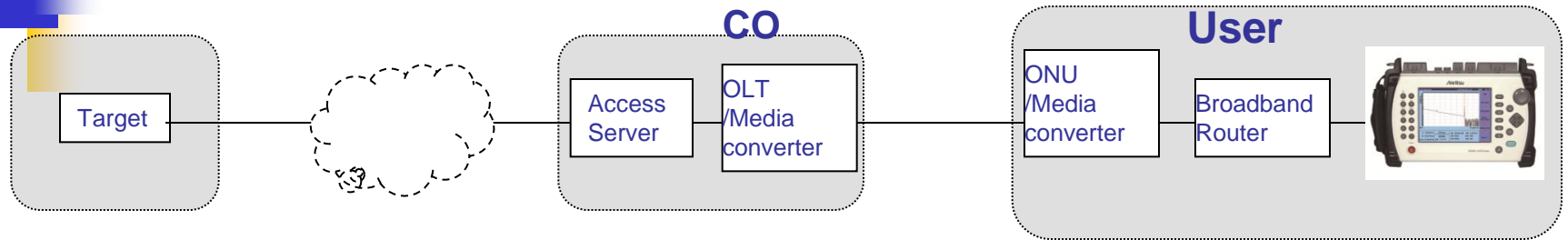
Scroll Up

Scroll Down

Menu Connection Test DL Throughput Throughput

Výsledok OK/Failure

# Príklad - Ping



The screenshot shows a 'Connection Test' window titled 'Microwindows'. The window displays the following information:

- Connection Test** 2004-Aug-27 14:04 100%
- Ping Measurement**
- Test Target**
- Target Name**: mt9080iptest
- IP Address or URL**: 127.0.0.1
- Settings**
- Number of times**: 10 Times
- Timeout Threshold**: 1 Seconds
- Ping** button
- Result**: --
- 0 Total times ... 0 times pass.**
- 10M Half**
- Link Down**
- Detail Result**
- Start** button
- Trace route** button
- Scroll Up** button
- Scroll Down** button
- Menu** button
- Connectivity** button
- DL Throughput** button
- Throughput** button

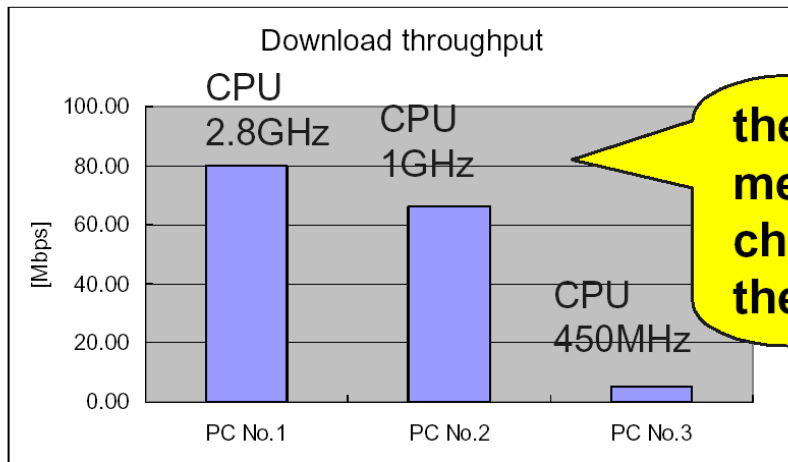
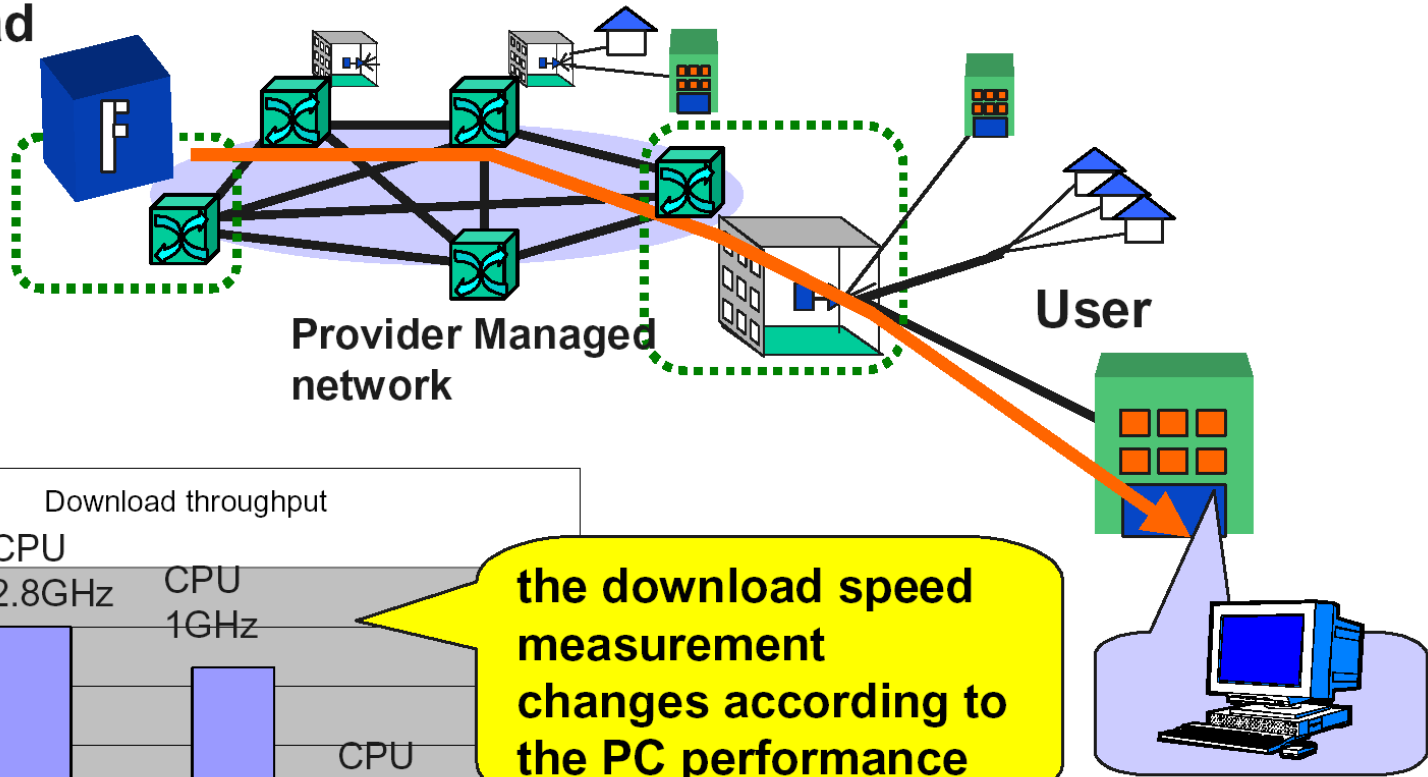
Výsledok  
OK/Failure

Description:  
Date, IP address  
Response time



# Download Speed – Ako testovat’?

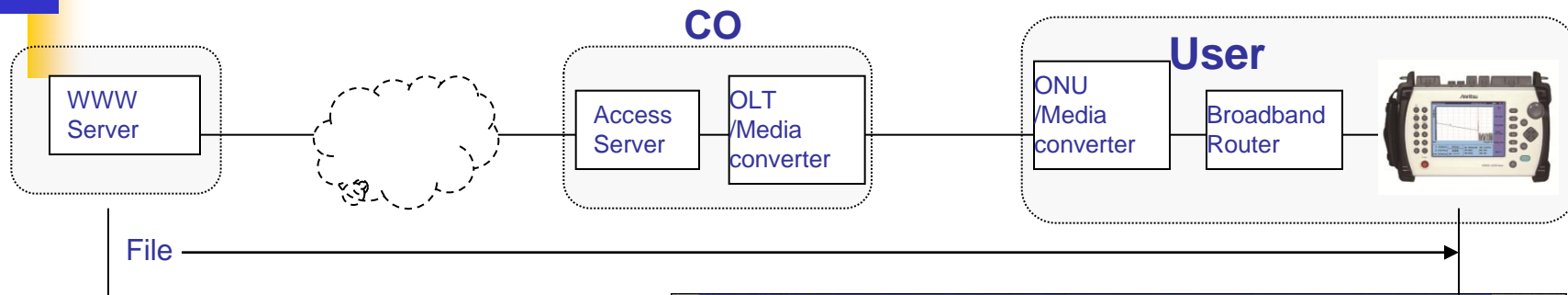
Download site



the download speed measurement changes according to the PC performance

Download throughput Measurement by PC

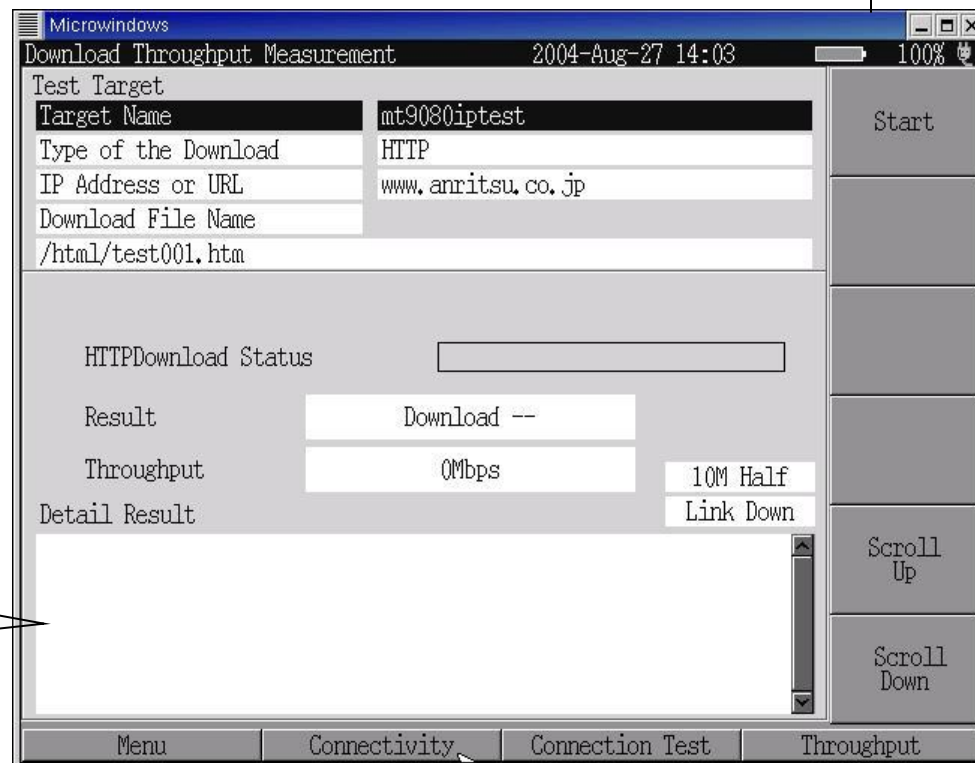
# Použitie prístroja MT9083



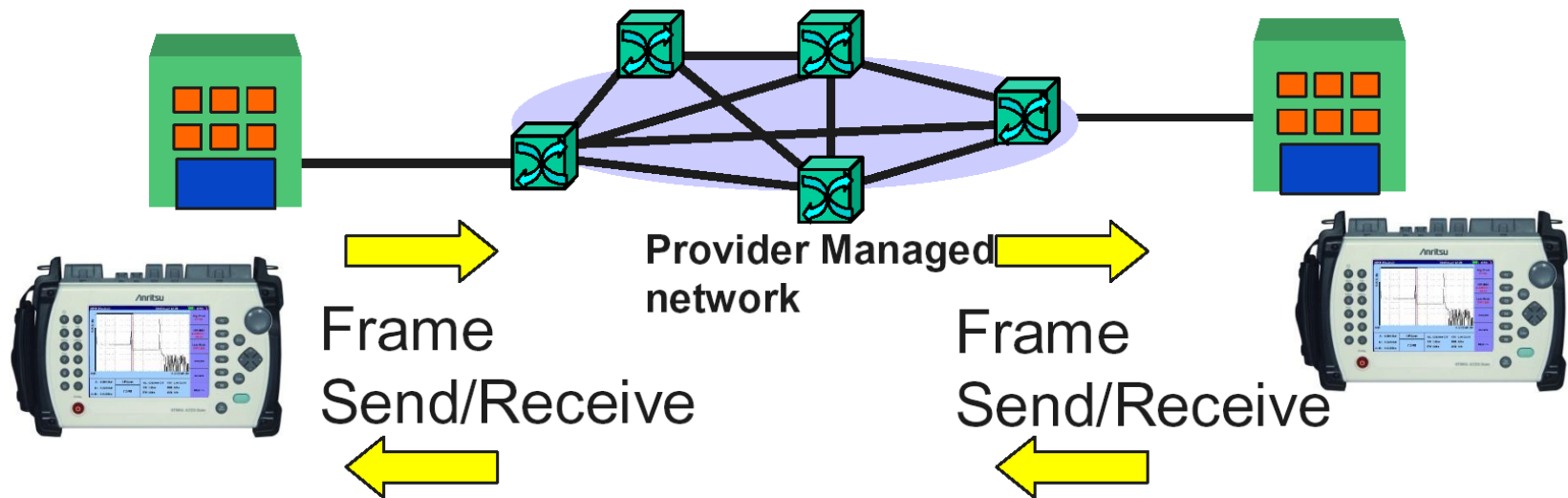
Meranie priepustnosti počas sťahovania súboru cez HTTP.

***MT9083 má 100 % výkon na Ethernete***

Description:  
Date, IP address  
Download complete time,  
Download file size

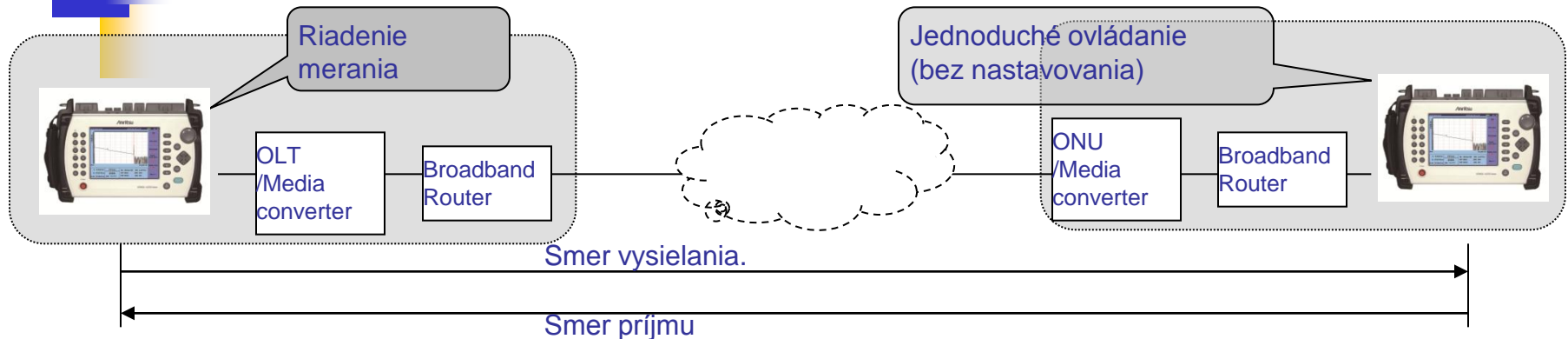


# Priepustnost' End-to-End



- Support jumbo frame at 1000Base-T(9018byte, 9618byte)

# Príklad merania



Active mode

Passive mode

Settings	Value
Mode	Active Mode
Measurement direction	Each Direction
Target IP Address	127.0.0.2
Frame Size	64Bytes
Transmit Duration time	10 Seconds
Initial Transmit rate	50%
Resolution	5%
Loss Tolerance	0.0000%
Pass Threshold (Sending)	100%
Pass Threshold (Receiving)	100%

Throughput TestResult	This Side	The Opposite Side
Sending Dir.	--	--
Receiving Dir.	--	--
10M Half	0 Mbps	0 Mbps
Link Down		

Výsledok OK/Failure a Rýchlosť

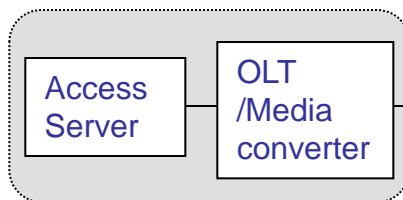
Settings	Value
Mode	Passive Mode

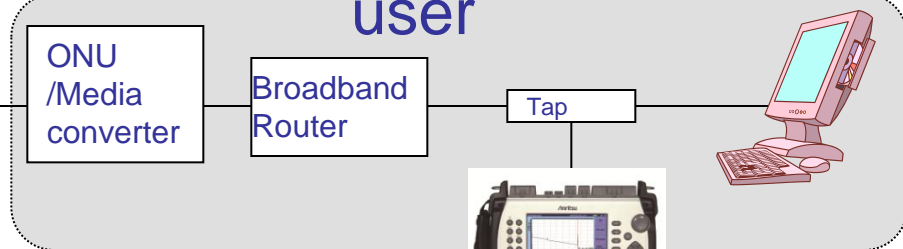
Throughput Test	This Side	The Opposite Side
Sending Dir.	***	***
Receiving Dir.	***	***
10M Half		
Link Down		

# Klasický Counter

CO



user



Microwindows

Counter Measurement 2004-Aug-27 14:11 100%

Settings

Measurement Time 200Minute Start

Frame type Ether Frame

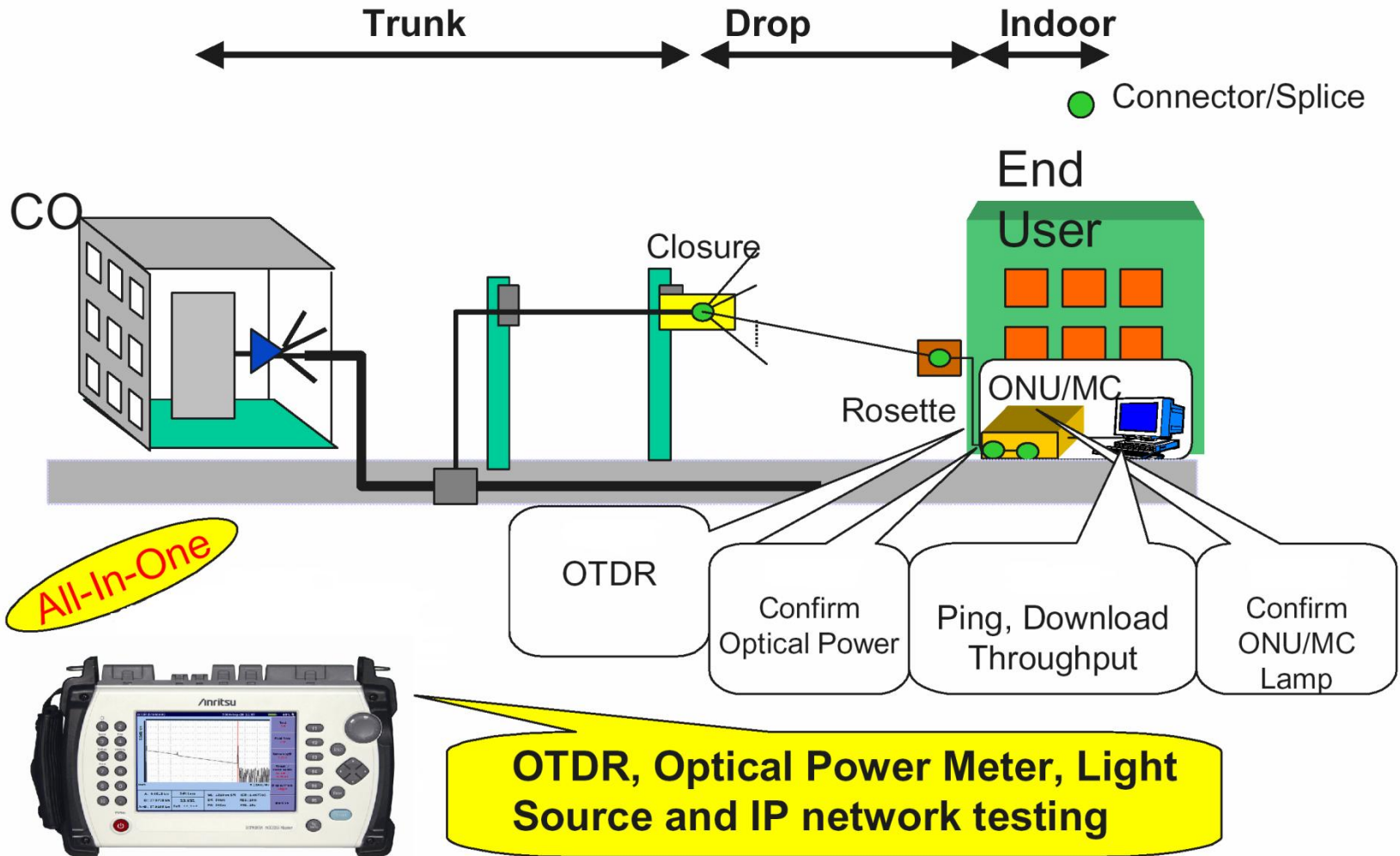
Result Start ----- --:-- End ----- --:--

Link Down 10M Half

Counter Item	Current	Accumulated
ReceivReceived Rate [%]	: ***	***
Received Rate [bps]	: ***	***
Received Frames (Correct)	: ***	***
Received Bytes	: ***	***
Unicast IP Packets	: ***	***
Broadcast IP Packets	: ***	***
Multicast IP Packets	: ***	***
Error Undersize	: ***	***
Oversize	: ***	***
FCS Error	: ***	***

Menu Counter

# Zhrnutie



# CMA50 Séria: Optical Loss Test Sets (OLTS), Power Meters ,Light Sources

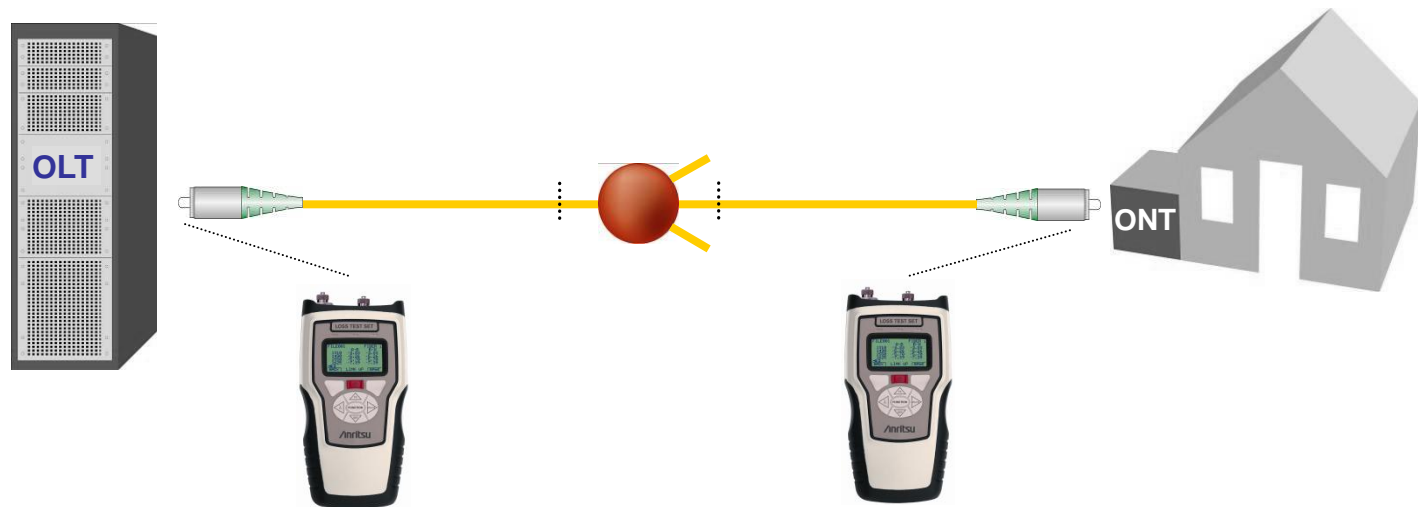
## Základné vlastnosti

- Merač výkonu
  - Pokrytie celého CWDM pásma 850-1625 nm
  - Meranie Optical Return Loss Readings (ORL)
  - 2 prevedenia vysoká citlivosť alebo väčší výkon
- Zdroj
  - 6 modelov
  - s 2, 3 a 4 vlnovými dĺžkami
  - MM/SM
- VFL
- Network test option
- Práca na batériu 20 hod.



# Použitie

- Automatické meranie z oboch koncov
  - Úspora času
    - Meranie pre 4 vlnové dĺžky trvá cca 10 sekúnd
  - Odstránenie chyby spôsobenej ľudským faktorom
  - Útlm je zobrazený a ukladaný v oboch prístrojoch





# Použitie

- **Network test option**
  - **Overenie spojenia na Ethernet rozhraní a funkcie ONT**

