

**cesnet**  
“...”

# ÚVOD DO PROBLEMATIKY PŘESNÉHO ČASU

**Vladimír Smotlacha**

---

**Průmyslový den 28.4.2026**

**Praha**



Doprava



Navigace



Věda



Finanční sektor



Přenosová soustava



Telekomunikace



Obrana



## Co je „přesný čas“ ?

- záleží na aplikaci
- ve většině případů je požadována nejistota  $1 \mu\text{s} - 1\text{ns}$
- o stabilní frekvenci lze hovořit při hodnotě pod  $10^{-10}$

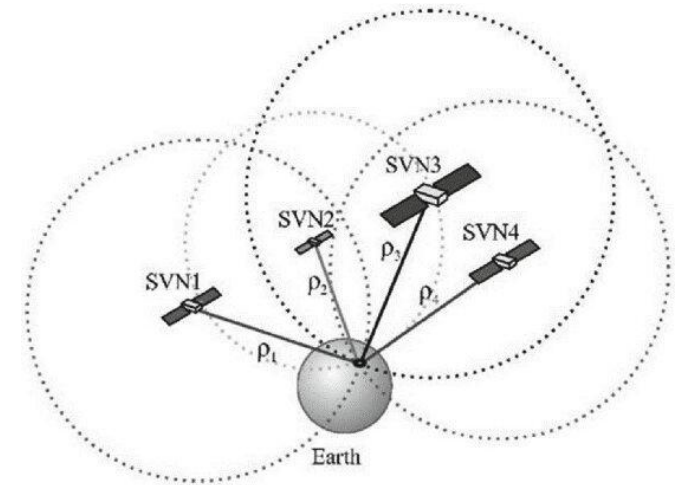
cesnet  
"...."

# PŘENOS ČASU A FREKVENCE



## PNT – Positioning, Navigation, Timing

- integrovaný soubor funkcí pro určení polohy, trajektorie a času
- funkce jsou provázané a vzájemně závislé
  - typický příklad je GNSS (GPS, Galileo, GLONASS, BeiDou)
  - další příklady: eLoran, satelity LEO, ...
- komplexní implementace včetně lokálních sensorů
- přesnost času 1  $\mu$ s – 10 ns



**Určení přesného času je u většiny PNT systémů prvotní, na něm závisí ostatní funkce**

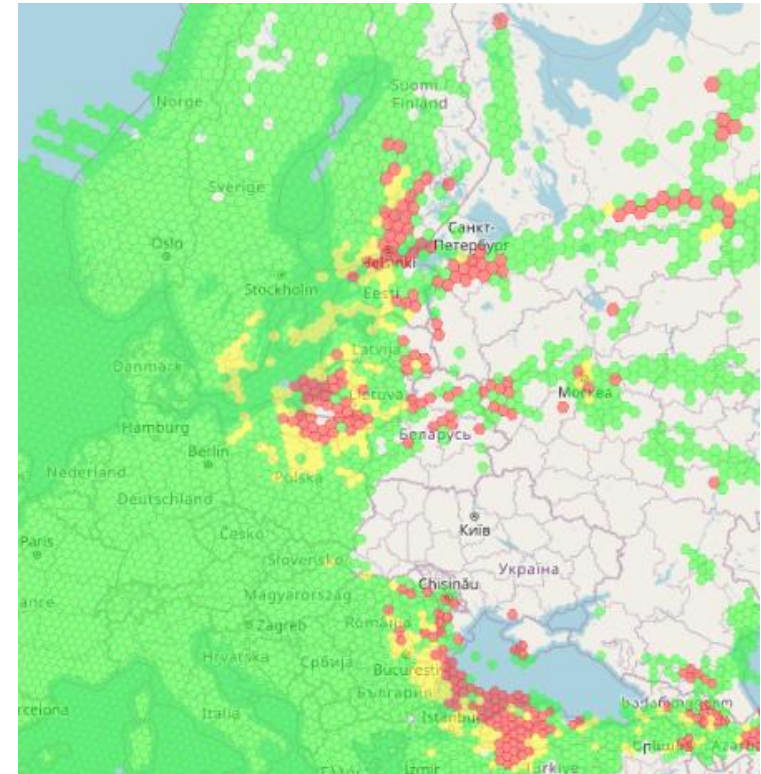
## ■ jamming

- přijímaný signál je rušen (úmyslně i neúmyslně) natolik, že není dostupný časový údaj ani poloha

## ■ spoofing

- podvržení nesprávného časového údaje a/nebo údaje o poloze

Závěr: **kritické aplikace se v současné době nemohou spolehnout na čas poskytovaný GNSS (Galileo slibuje problém v budoucnu řešit)**



přehled rušení 10. dubna 2026  
<http://gpsjam.org>

## ■ co se stane když GNSS nebude funkční ?

- jinde se tím seriózně zbývají

## ■ v Norsku to zkusili vyčíslit

- náklady na ztrátu funkcí PNT na týden odhadnuty na 3,4 mld NOK (7,6 mld CZK)  
*<https://rntfnd.org/2026/04/10/norways-dependence-on-satellite-pnt-report/>*
- zajímá tento problém někoho v ČR?

## ■ co s tím ?

- u nás se pravděpodobně žádné řešení nehledá
- v Norsku reálně plánují alternativní metody **distribuce času pomocí optické sítě**  
*<https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/stadig-viktigere-med-presis-tid-ber-ominnsspill-til-utredning/id3145038/>*

Závěr: **kritické aplikace potřebují alternativní metody distribuce přesného času**





cesnet  
“...”

# VYUŽITÍ OPTICKÝCH VLÁKEN



## ■ Internet – optické vlákno zde není nutné

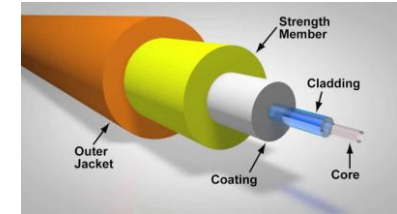
- standardní protokoly, které fungují i v jiném mediu
  - NTP, PTP (IEEE-1588)

## ■ optické vlákno + standardní transceivery

- typicky jde o transceivery typu SFP/SFP+
  - nestandardní metody (viz. přenos Praha – Vídeň)
  - White Rabbit – nejpřesnější standardizovaná metoda

## ■ optické vlákno + laser (zatím nestandardizováno)

- koherentní přenosy frekvence a času
- jednofotonové metody – spíše experimentální než rutinní



## optický signál ve vlákně je citlivý na vnější vlivy

- teplota, vibrace, ohýbání, nárazy,...
- využití vlákna jako senzoru





ČVUT

ČESKÉ VYSOKÉ  
UČENÍ TECHNICKÉ  
V PRAZE

# EXPERIMENTÁLNÍ TECHNOLOGIE PRO PŘENOS PŘESNÉHO ČASU

Laboratoř pokročilých kosmických technologií ČVUT v Praze



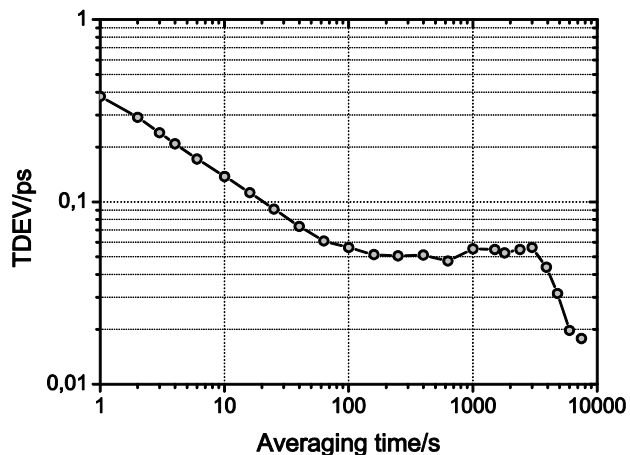
Polovodičové **detektory fotonů** se sub-ps stabilitou  
(lavinové fotodiody v režimu detekce jednotlivých  
fotonů)



Přístroje a metody pro měření času se sub-ps přesností a stabilitou

## Přenosy času

(two-way time transfer TWTT)



$v_1$ : coax. kabel, < 1 km

$v_2$ : optické vlákno

[Metrologia 53 \(2016\), 18-26.](#)

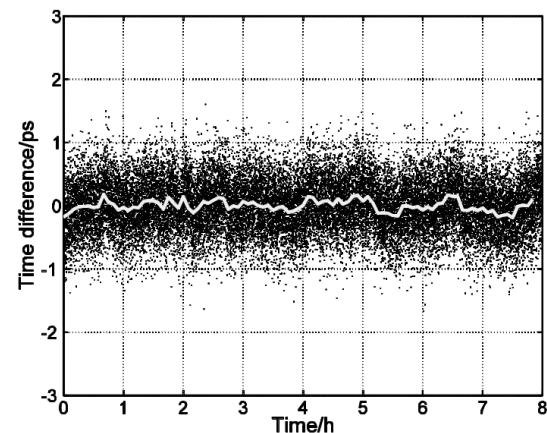
$v_3$ : jednotlivé fotony

[Proc. EFTF/IFC 2013, 86-89.](#)

všechny verze:

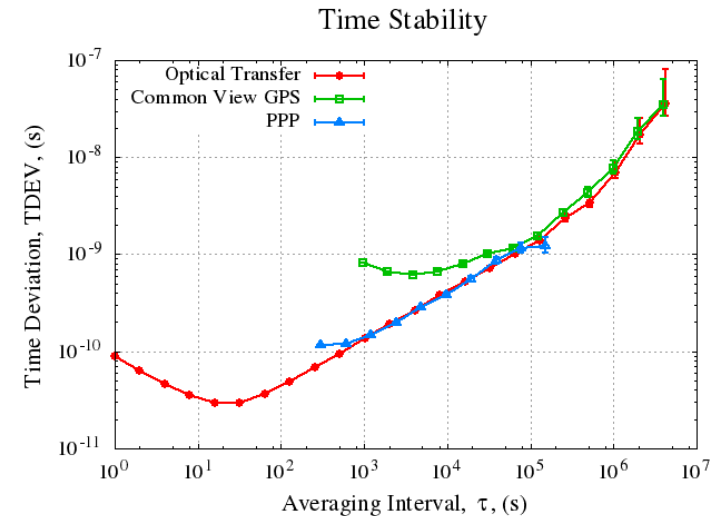
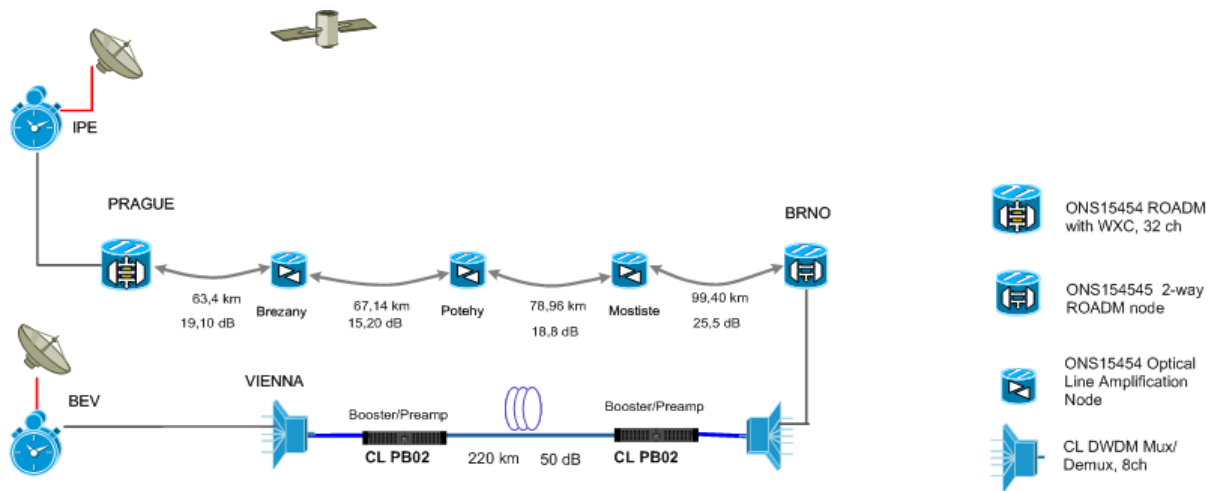
TDEV < 60 fs @ 100 až  $10^4$  s

dlouhodobá stabilita pod 1 ps

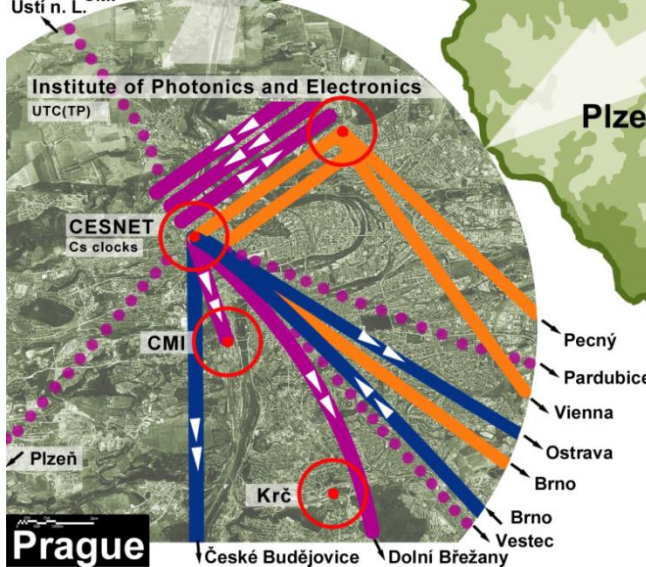
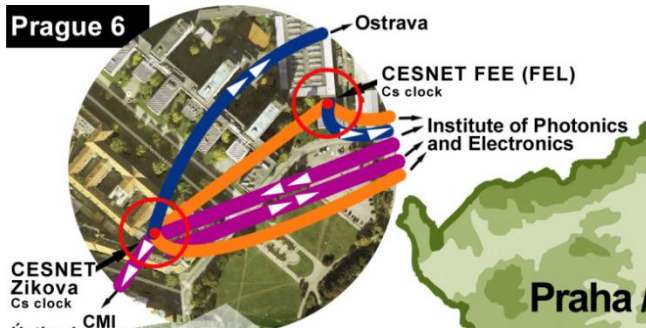


## optické porovnávání časových stupnic UTC(TP) a UTC(BEV)

- adaptéry vyvinuty v Cesnetu
- délka trasy Praha – Vídeň 550 km
- v provozu od srpna 2011
- **první optické porovnávání stupnic dvou národních laboratoří na světě**

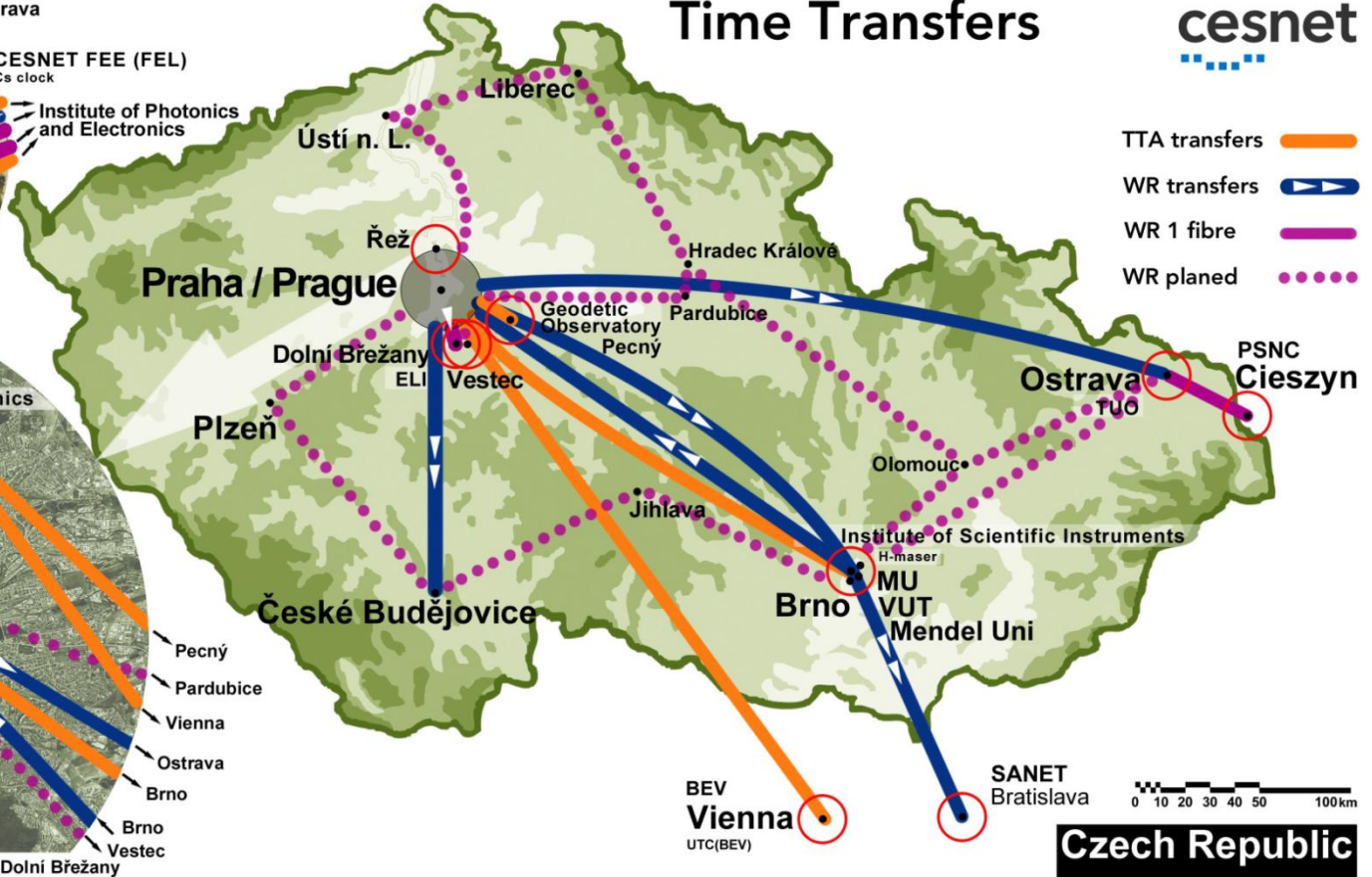


Prague 6



## Time Transfers

- TTA transfers
- WR transfers
- WR 1 fibre
- WR planed



Prague

cesnet  
"...."

DĚKUJI ZA POZORNOST

