

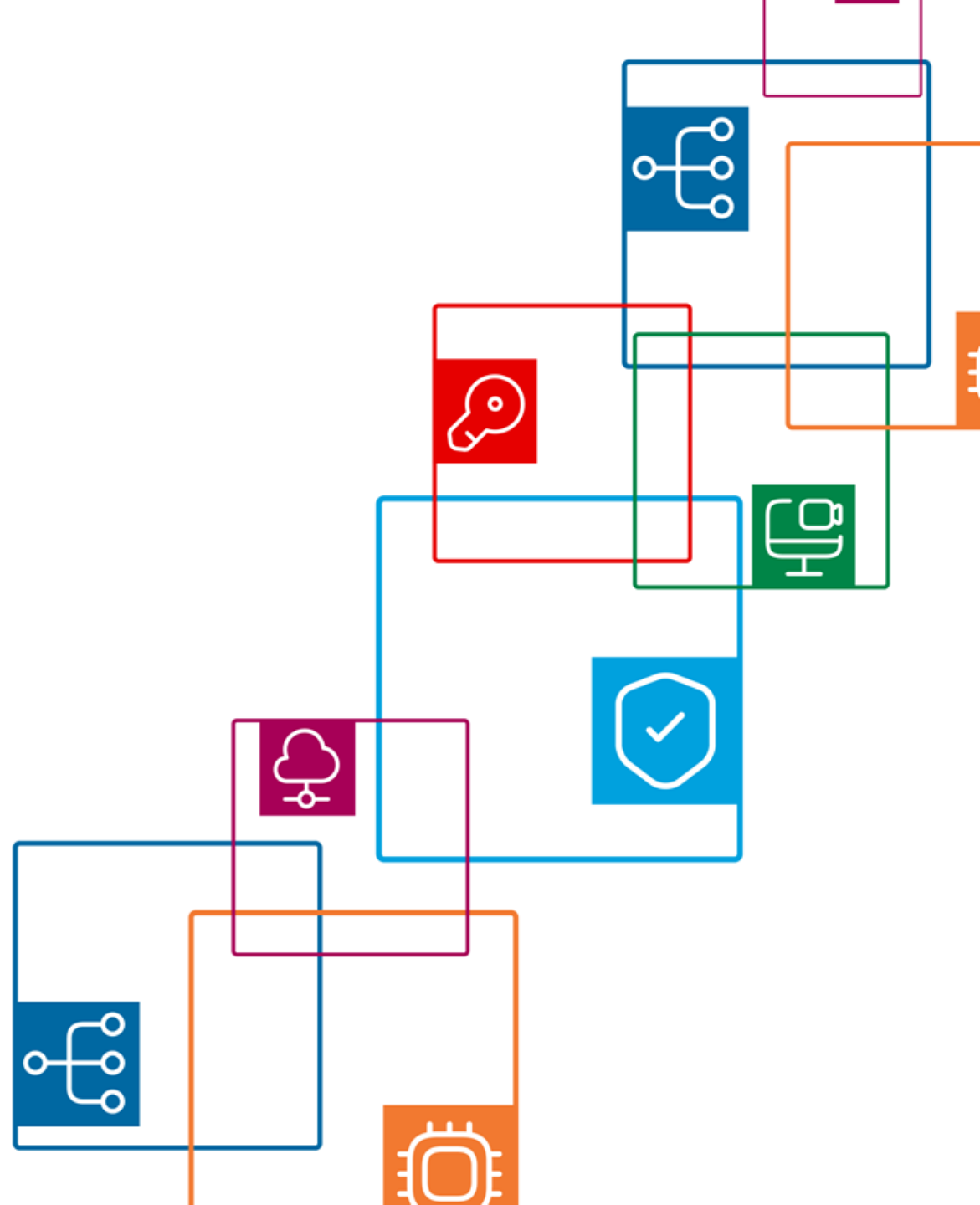


CESNET a přesný čas

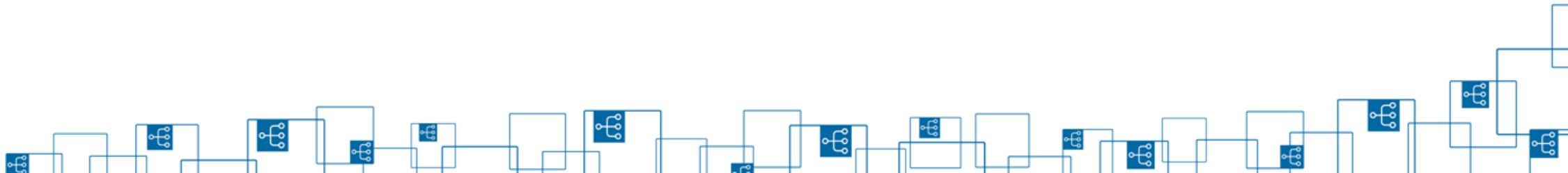
Vladimír Smotlacha

Konference e-infrastruktury CESNET

Praha 30.9.2026



- Přesný čas v CESNETu
- Proč je potřeba přesný čas a stabilní frekvence
- Co je CESTime a jak funguje
- CESTime v kontextu evropských projektů



- 2000 - Primární NTP servery TIK a TAK řízené přijímačem GPS
- 2010 - Adaptéry TTA pro porovnání atomových hodin po optické lince
- 2011 - Porovnávání časových stupnic UTC(TP) a UTC(BEV) mezi Prahou a Vídní
- 2014 - Koherentní přenosy ultra-stabilní frekvence (spolupráce s UPT AV ČR)
- 2014 - První experimenty s technologií White Rabbit
- 2023 - Projekt Modernizace e-INFRA II (OP JAK)
- 2026 - Služba CESTime – nová infrastruktura pro přenos přesného času.



K čemu je přesný čas?

A proč po optice?

■ Přesný vůči čemu?

- oficiální stupnice
 - UTC, TAI, UT1, ...
- referenční zdroj
 - konkrétní přesné hodiny

■ Kdy je čas „přesný“?

- vyjadřujeme jako nejistotu či odchylku vůči referenční stupnici
- míra nejistoty 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}

Doprava



Věda



Přenosová soustava



Navigace



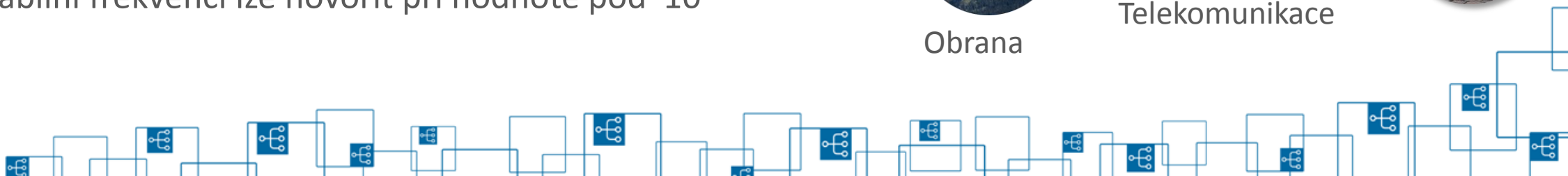
Finanční sektor



Telekomunikace



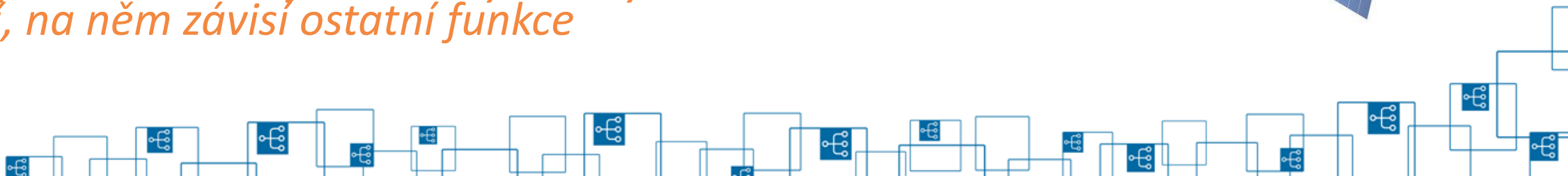
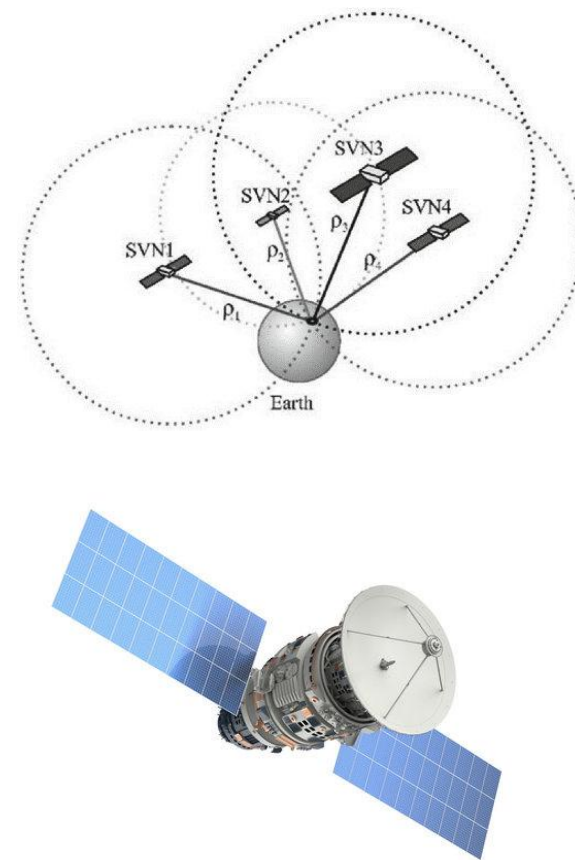
Obrana



PNT - Positioning, Navigation, Timing

- komplexní 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
 - GNSS nefunguje v budovách, pod vodou, v podzemí, ...
 - integrace lokálních senzorů pro upřesnění polohy
- přesnost času 1 μ s – 10 ns

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



Systémy GNSS jsou náchylné k rušení

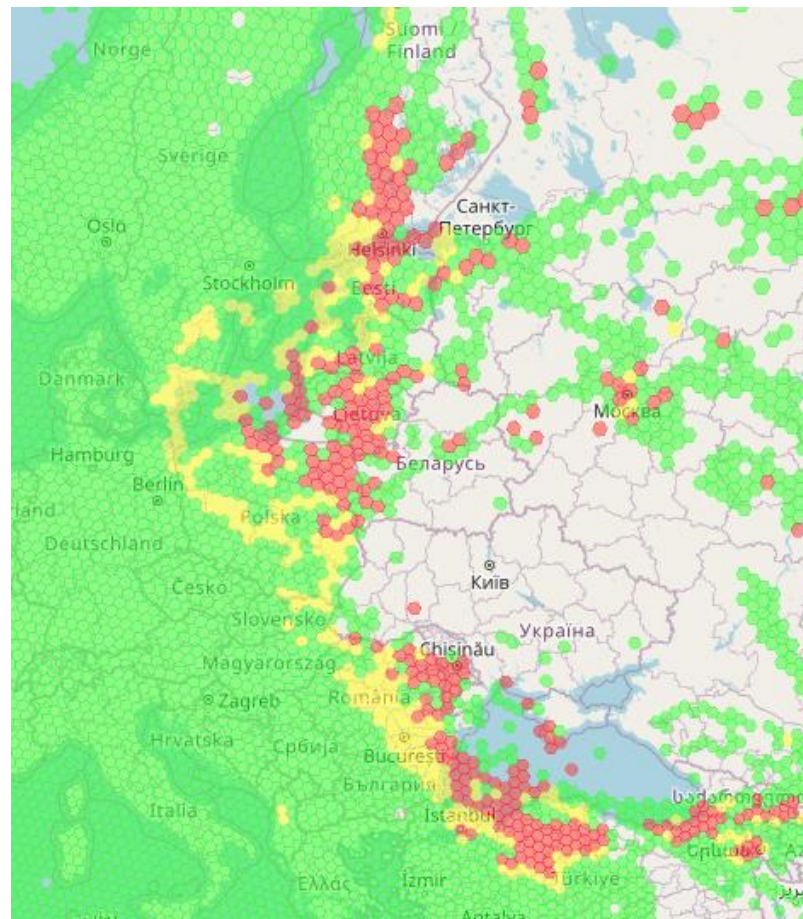
■ jamming

- 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

Kritické aplikace se v současné době nemohou spolehnout na čas poskytovaný GNSS



přehled rušení 25. září 2026
<http://gpsjam.org>

Ve Velké Británii nebo Norsku zkusili náklady vyčíslit

- v Norsku odhadují náklady na nefunkční PNT na 3.4 mld NOK (7.6 mld CZK) za týden
 - <https://rntfnd.org/2026/04/10/norways-dependence-on-satellite-pnt-report/>
- ve Velké Británii je odhad £7.64 mld (214 mld CZK)
 - <https://www.gov.uk/government/publications/report-the-economic-impact-on-the-uk-of-a-disruption-to-gnss>

Co se s tím dá dělat?

- v Norsku plánují výstavbu celostátní optické sítě pro distribuce času
- nejsou informace o situaci v ČR

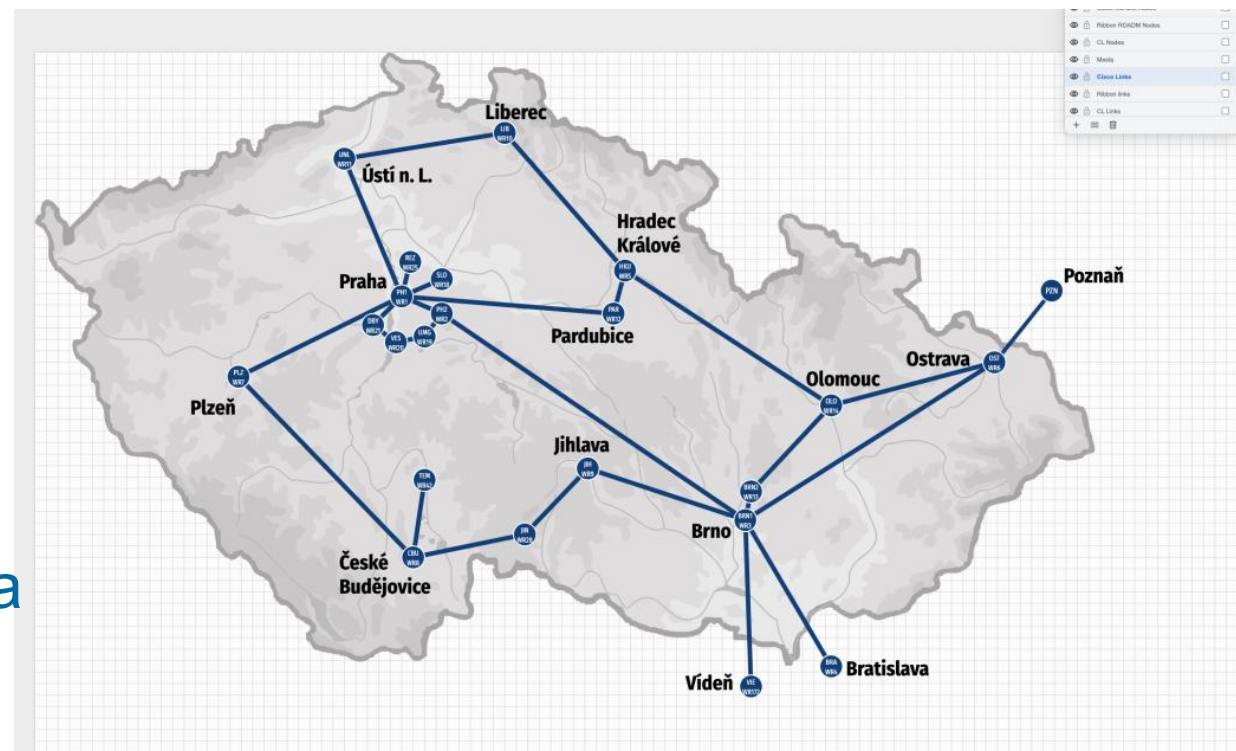
Alternativní metody distribuce přesného času jsou součástí kritické infrastruktury



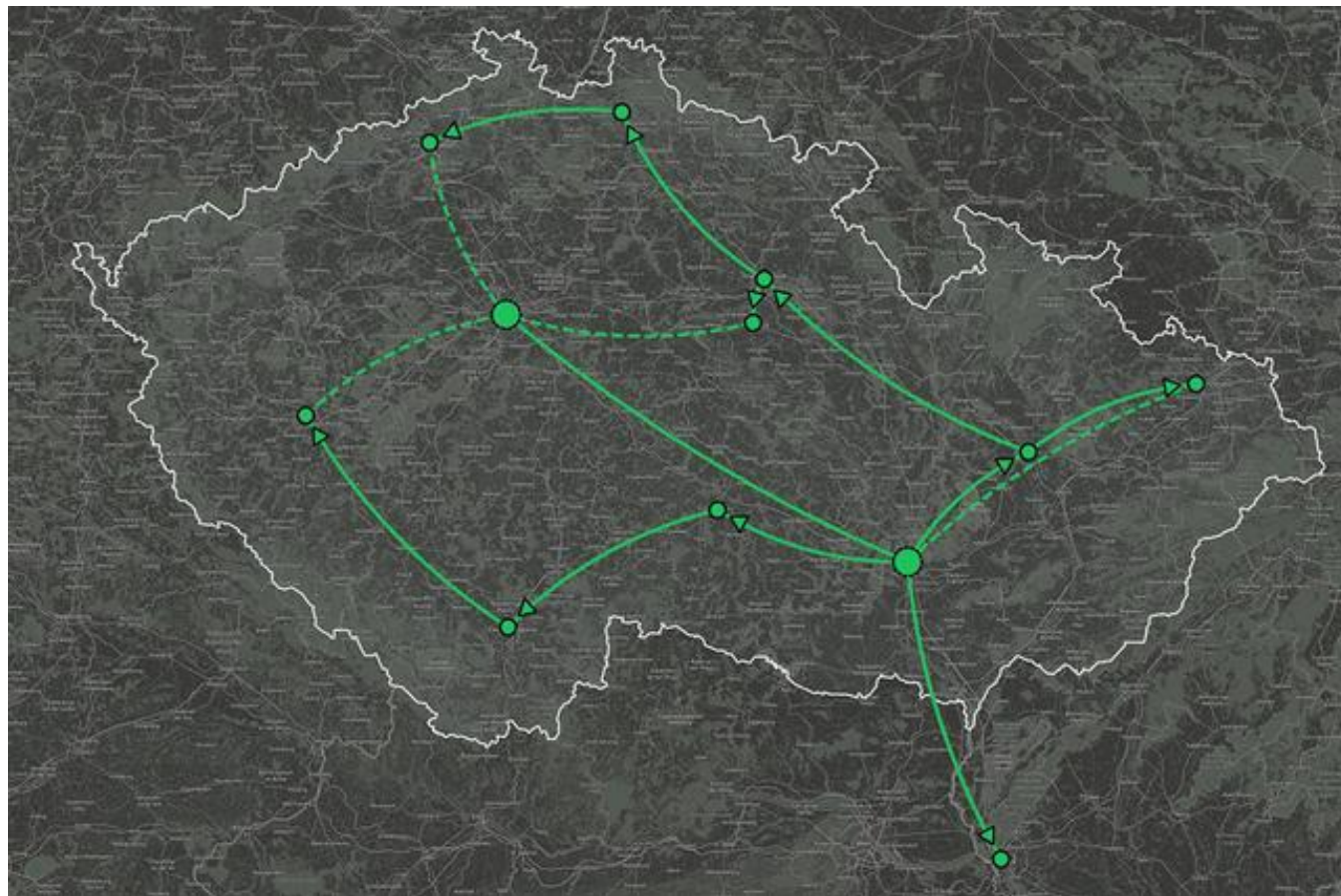
Co je CESTime?

A jak se k němu připojím?

- Služba distribuce přesného času a stabilní frekvence
- Technologie White Rabbit
- Vlastní atomové hodiny navázané na Státní etalon času a frekvence
- Využity optické linky sítě CESNET
- Integrace služby do dohledového centra
- Ostatní komponenty vyhrazené pro infrastrukturu CESTime



- Sledování stavu
 - WR zařízení
 - optických zesilovačů
 - atomových hodin
- Možnost rekonfigurace WR zařízení při poruše
 - redundantní linky
- V provozu 24/7



Celou infrastrukturu lze shrnout do několika čísel

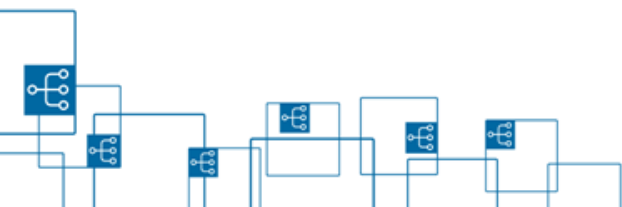
- 20+ uzlů
- 26 optických linek
- 4 okruhy pro redundanci
- 3785 km vláken
- 2 atomové hodiny
- projektovaná přesnost 5 ns



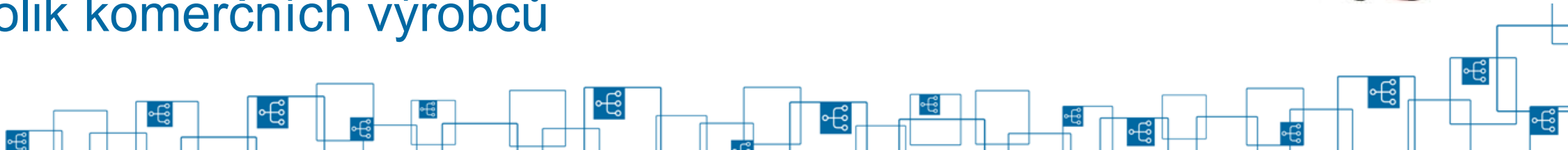
Cs clock 5071A



H-maser VCH-1003M



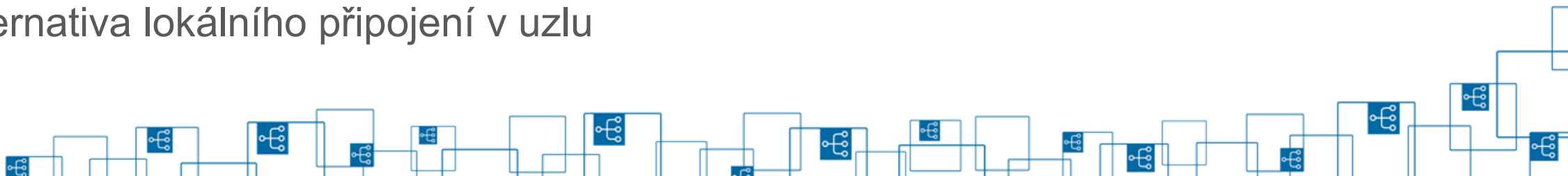
- **Vyvinuto v CERNu**
 - synchronizace senzorů a dalších zařízení v rámci experimentů na urychlovačích
 - přesnost přenosu času v řádu nanosekund
- **CERN Open Hardware License**
 - zveřejněná dokumentace
 - kdokoliv může vyrábět originální nebo odvozené verze
- **Několik komerčních výrobců**



- **Optické vlákno nebo kanály v DWDM multiplexu**
 - protokoly White Rabbit a PTP (IEEE-1588)
 - pro White Rabbit nutnost vlastního zařízení
- **Standardní optické připojení (Ethernet)**
 - pouze protokol PTP
- **Metalické připojení (Ethernet)**
 - pouze PTP a jen lokálně v uzlu
- **Koaxiální kabely**
 - sekundové pulsy (1 PPS) a/nebo frekvence 10 MHz
 - alternativa lokálního připojení v uzlu



WR-Z16



- Probereme váš use case
 - zjistíme, co potřebujete a jak lze lokalitu připojit
- Ověříme možnost připojení
 - alternativy připojení s ohledem na nejvyšší možnou kvalitu služby
- Pomůžeme s implementací
technickou konfigurací a nastavením HW pro White Rabbit

e-mail: cestime@cesnet.cz

web: www.cestime.cz

Potkejte náš CESTime tým na konferenci.



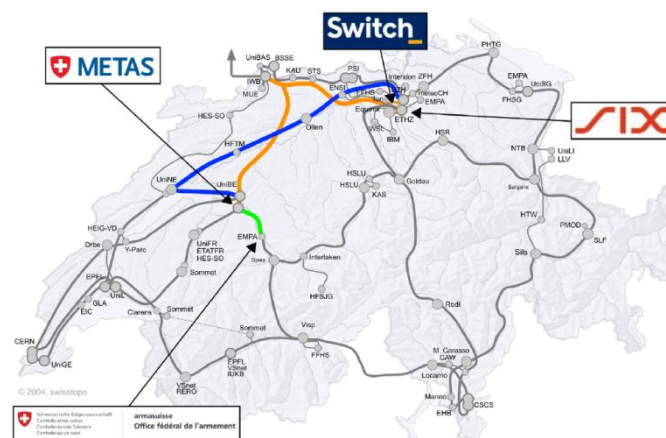
Obdobné aplikace White Rabbit

■ SURF (Nizozemí)

- WR grandmaster ve VSL
- 12 uzlů
- systém není kalibrován

■ SWITCH / METAS (Švýcarsko)

- experimentální okruh 491 km
- 5x WR switch, 1x repeater
- kalibrováno a změřeno
- průměrná odchylka 84 ps



White Rabbit collaboration

CESNET se v roce 2026 stal členem White Rabbit collaboration



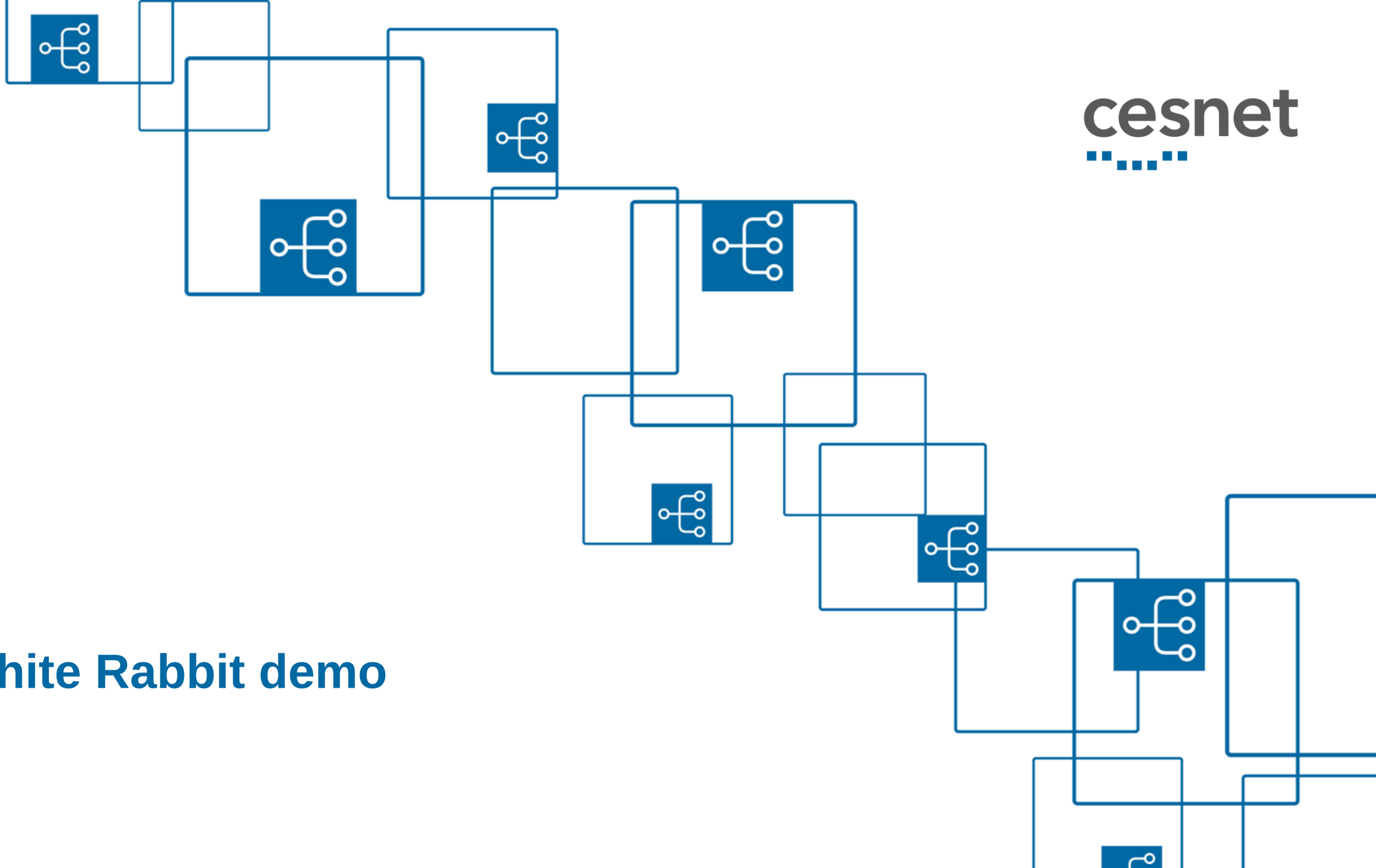
joins the collaboration!

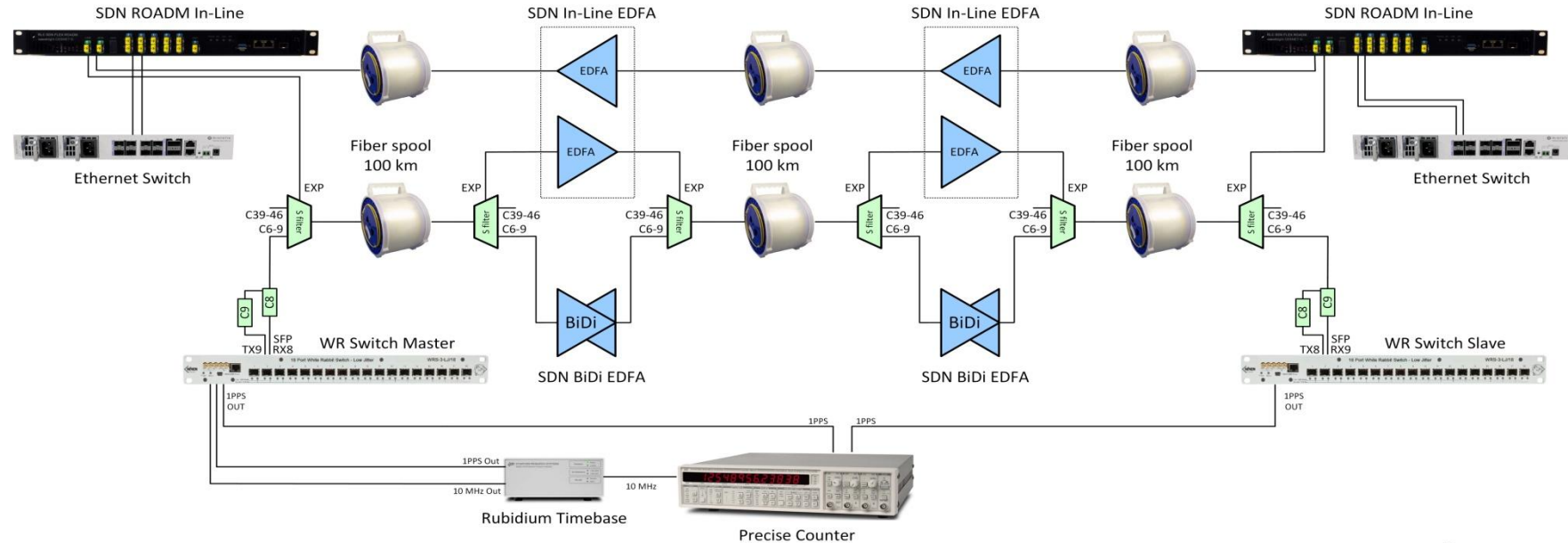
CESNET delivers advanced ICT services for science, research and education in the Czech Republic. With extensive experience in White Rabbit they have deployed a WR network across part of their nationwide infrastructure and are actively involved in exploring how to best use and deploy WR. They participate, for example, in [GÉANT's Long-Haul White Rabbit Time Distribution Incubator Project](#), which explores how precise time transfer can operate over DWDM infrastructure at a continental scale. Find out more on their [website](#).

A map of the Czech Republic showing the locations of various research and educational institutions connected by a network of time transfers. The map includes labels for Prague 6, Ostrava, T FEE (FEL), Institute of Photonics and Electronics, CESNET Zlín, CMI, Praha / Prague, Dolní Břežany, EL, Jihlava, Olomouc, PSNC, Cieszyn, TUO, Ostrava, Brno, Institute of Scientific Instruments, České Budějovice, Brno, BEV Vienna, SANET Bratislava, and Prague. The map also shows the location of CESNET Zlín and CMI. The legend indicates that orange lines represent TTA transfers and blue lines represent WR transfers. The map is titled "Time Transfers" and "cesnet".

Image from: https://indico.cern.ch/event/1524513/contributions/6556210/attachments/3093293/5479269/LongHaul%20_WR_Vojtech_s.pdf

White Rabbit demo



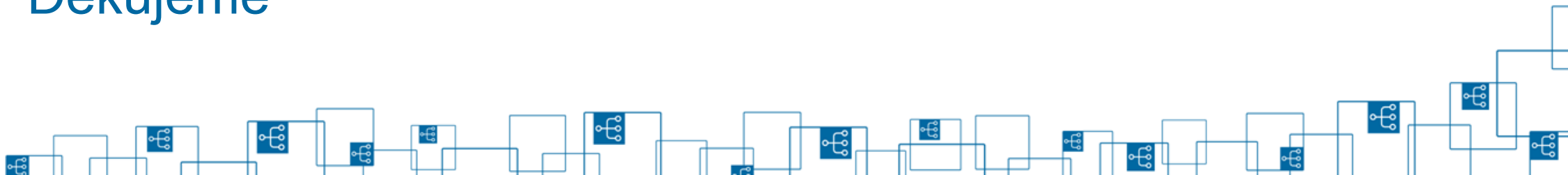


- 2x WR Z16
 - Grandmaster
 - BoundaryClock
- Rb hodiny
- čítač SR620
- 3x 100 km vlákna
- WR obousměrně
- background 1 GbE jednosměrně
- 2x BiDi EDFA
- 2x inline EDFA
- 2x ROADM

- Budování infrastruktury byl komplexní úkol napříč odděleními
- Zapojení velkého počtu kolegů:

Jan Gruntorád, Zuzana Habartová, Ondřej Havliš, Michal Hažlinský, Michal Krsek, Jan Kunderát, Ladislav Loub, Norbert Lövinger, Jakub Měr, Martin Míchal, Tomáš Pecka, Lubomír Prda, Petr Procházka, Jan Růžička, Vladimír Smotlacha, Helmut Sverenyák, Jaromír Šíma, Petr Tilz, David Verner, Josef Vojtěch, Jarda Zdeněk

Děkujeme



Děkuji za pozornost

