FAKULTA
ELEKTROTECHNICKÁ
ČVUT V PRAZE

F-Tester VHCN a 5G

Nové HW platformy a nové verze testovacích nástrojů

Jiří Vodrážka, Zbyněk Kocur, Ondřej Vondrouš
[f-tester@fel.cvut.cz]

FTTx 2026

Platforma F-Tester - souhrn

SW definovaný tester komunikačních sítí a přípojek k internetu

- Otevřené nástroje **Iperf3**, **FlowPing** + sofistikované grafické webové GUI
- Různé kombinace souběžných toků s protokoly TCP i UDP
- Volitelné varianty algoritmu TCP + automatické změny velikosti okna
- Unikátní metodika měření v dynamicky se měnících mobilních sítích

F-Tester NGA 1GE – fixní sítě do 1 Gbit/s

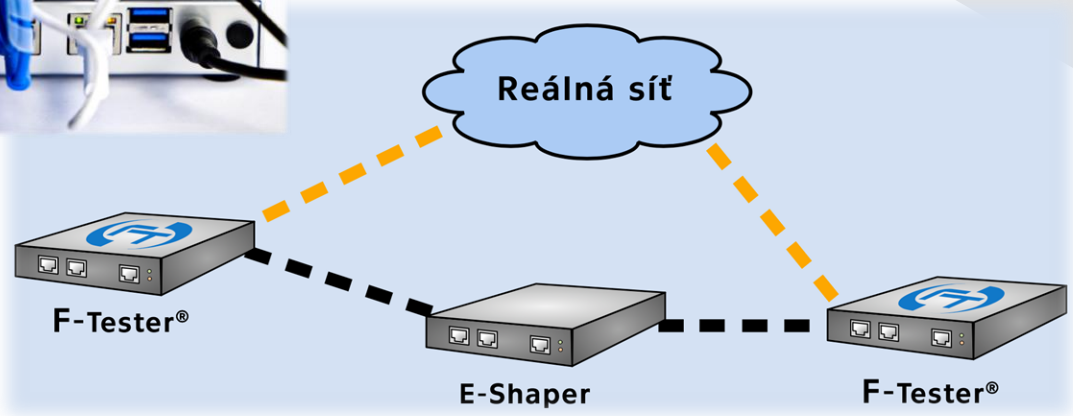
F-Tester 10GE – s optickými rozhraními 10 Gbit/s (SFP+) pro testy VHCN

F-Tester 5G – testy mobilních sítí

F-Tester 4drive-box 5G – více-opreátorské testy mobilních sítí

Využití pro výuku – F-Tester EDU Kit

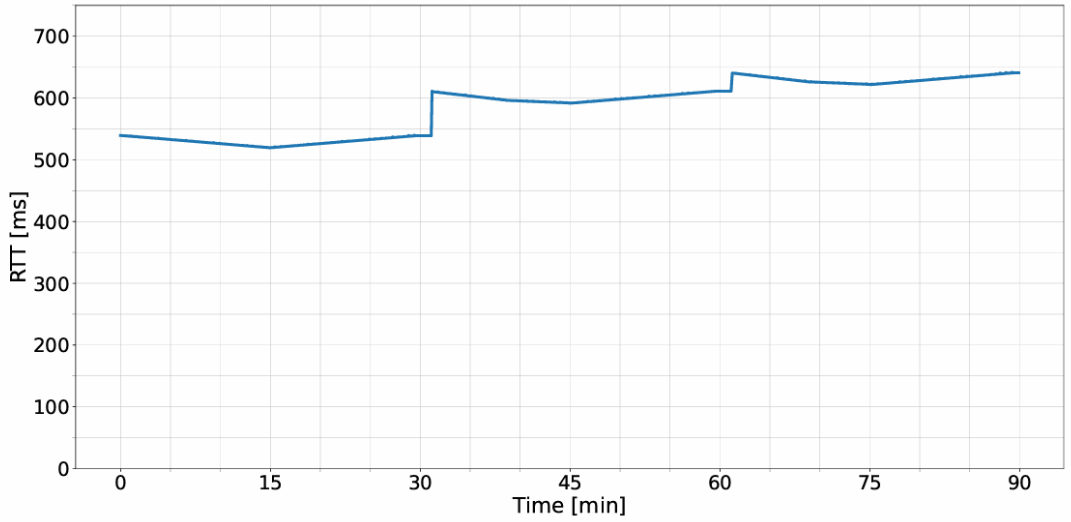
- Kompaktní sestava pro praktické seznamování se sítěmi TCP/IP/Ethernet
- Využití emulátoru **E-Shaper** pro definované ovlivnění datového toku (napodobení chování technologií xDSL, BPL, 4G, 5G, Wi-Fi…)

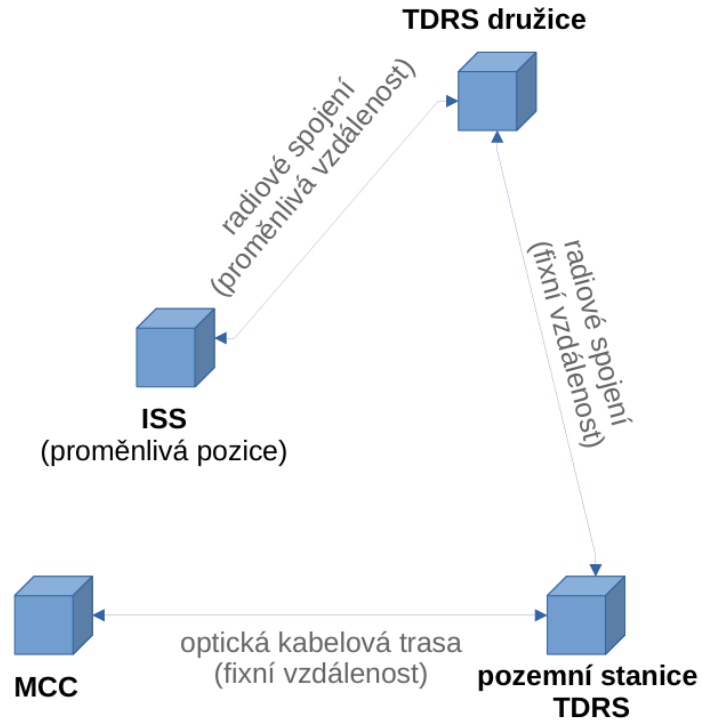


Oběh ISS kolem Země

- Celkové zpoždění ve smyčce (RTT) složené z dílčích částí:

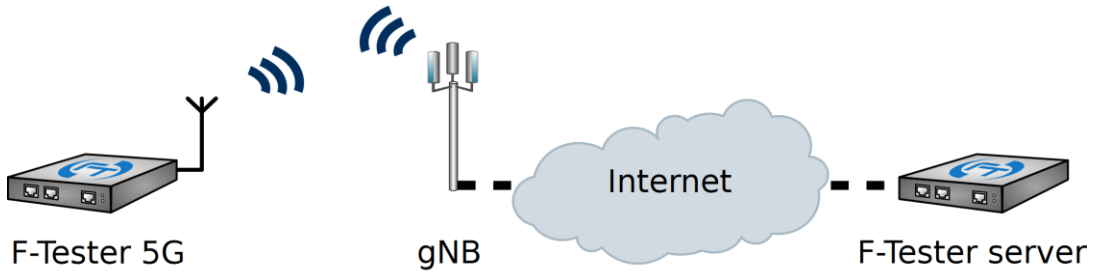
	region A	region B	region C
pozemní trasa	8 ms	80 ms	110 ms
trasa pozem. stanice - družice TDRS	240 ms	240 ms	240 ms
trasa TDRS družice - ISS	240–260 ms	240–260 ms	240–260 ms
zpracov. signálu na částech trasy	30 ms	30 ms	30 ms
celkem	**518–538 ms**	**590–610 ms**	**620–640 ms**

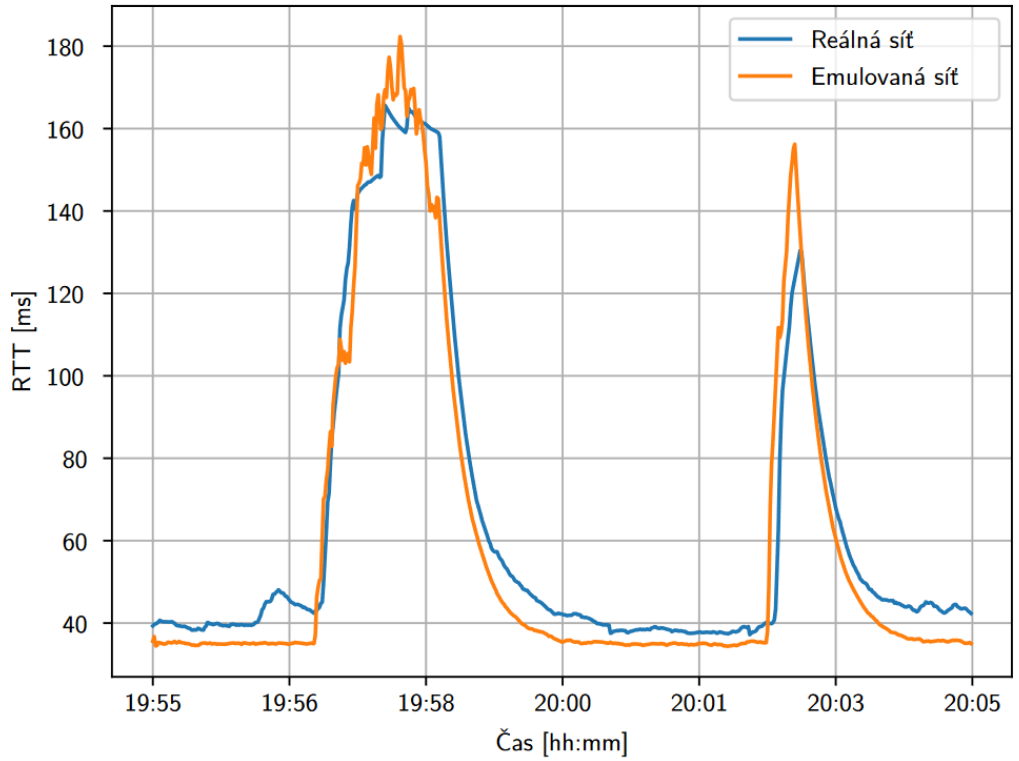




Testování a emulace mobilní sítě 5G

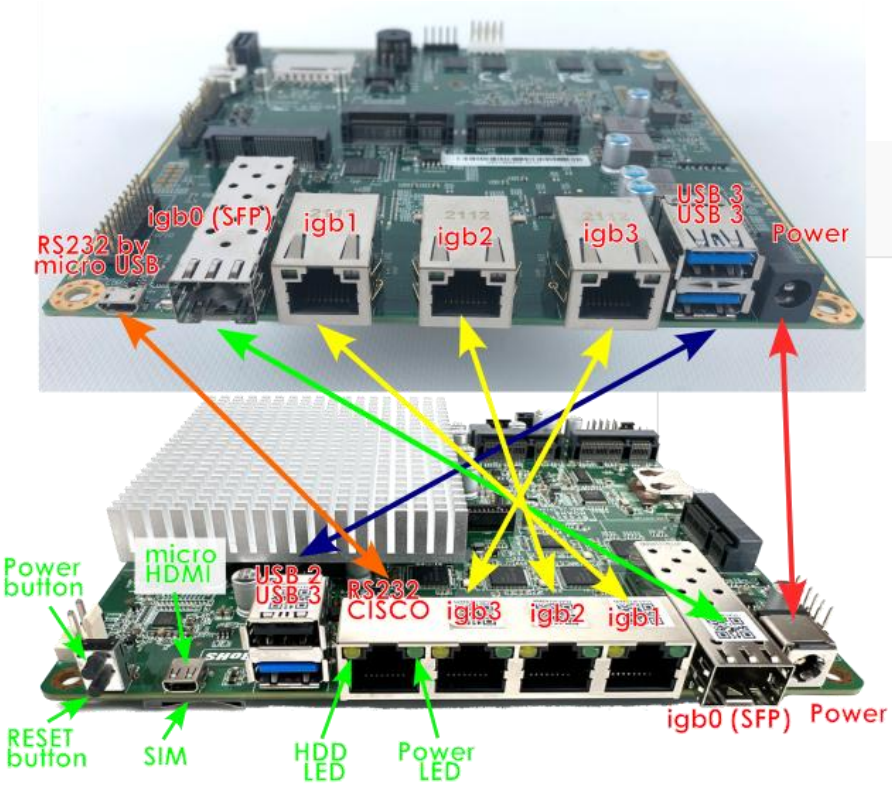
- 5G NSA, pásma 800; 1800; 3500 MHz
- Stacionární měření – konstantní rádiové parametry
- Měření výkonnostních parametrů
- Měření stability parametrů v čase: změny zpoždění během 24 h



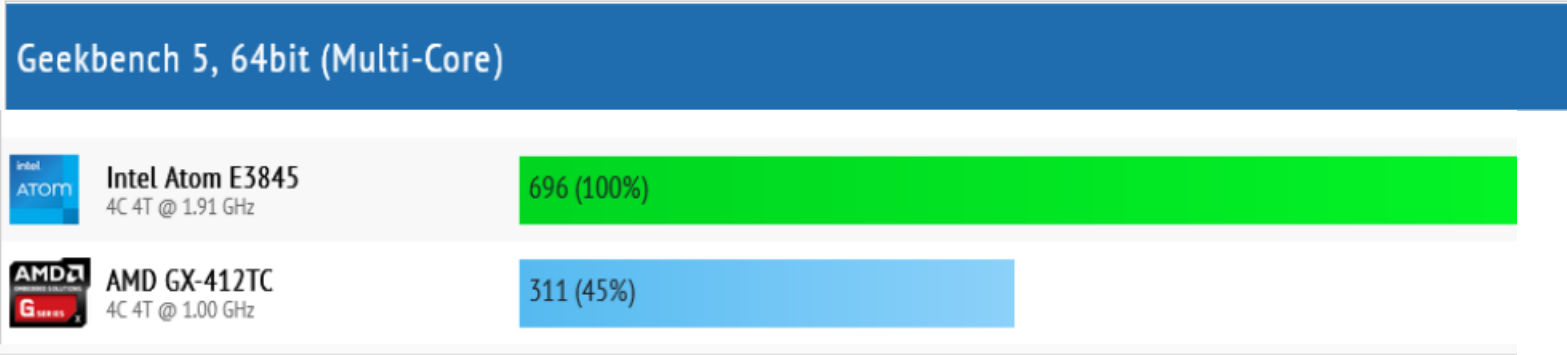


Náhrada za stávající platformu APU

- Obdobná výbava vč. SFP
- Vyšší výkon (cca 2x)

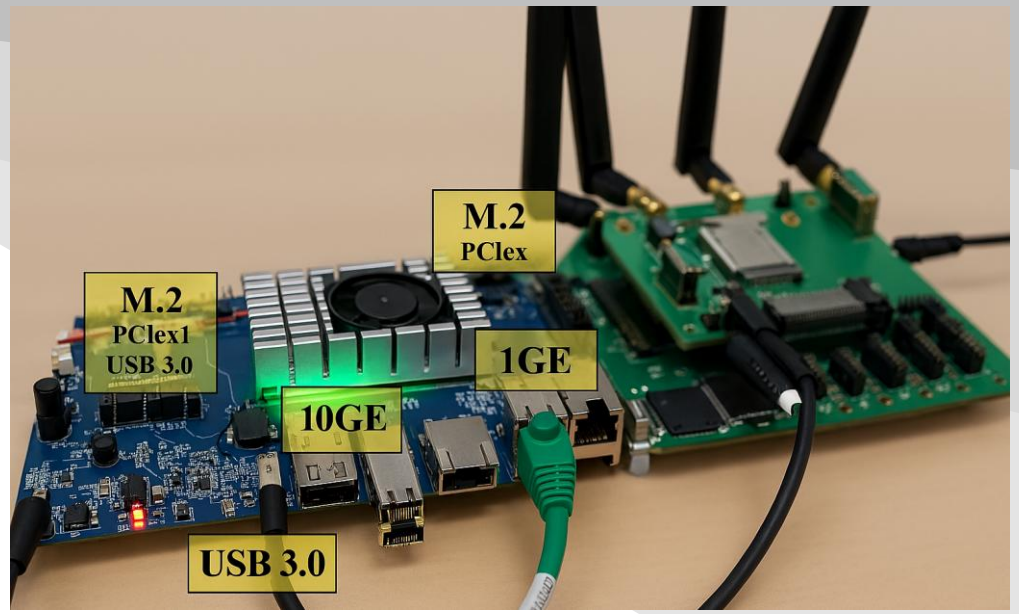


Noah6	APU6
Intel E3845 **(availability until 2032)**	AMD GX-412TC
4 cores	4 cores
1.91GHz	**1GHz**
TDP: 10W	TDP: 6W
working temperature: -40°C to 110°C	working temperature: 0°C to 90°C
AES NI: yes	AES NI: yes



Nová HW platforma Forlinx OK1046-C2

- Nová platforma pro měření VHCN sítí
  - CPU: NXP LS1046A
  - Počat jader: 4
  - Architektura: Quad-core, Cortex-A72
  - Hlavní frekvence: 1.8 GHz
  - RAM: 4 GB DDR4
  - Rozhraní:
    - 2 x 1/2.5/5/10 Gbit/s (SFP+)
    - 5 x 10/100/1000 Mbit/s (Ethernet)
    - USB 3.x – 5/10 Gbit/s



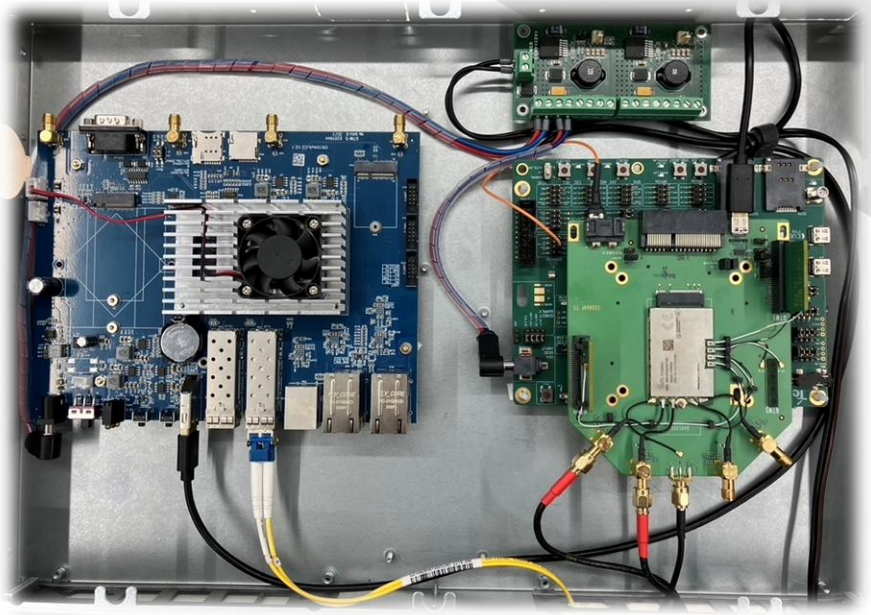
- Vhodné pro měření QoS a QoE v sítích
  - XGS-PON / GPON
  - DOCSIS
  - 5G+

Testování 5G v pásmu 26 GHz (mmWave)

- Frekvenční pásmo FR2: 24.25 až 27.5 GHz
- *Telit FN980m + QTM525-2
- *SIM8380G-M2 (SIMCom, SDX62)
- Maximální rychlost 5 Gbit/s
  - Omezeno rychlostí sběrnice
  - RTT cca 11 ms

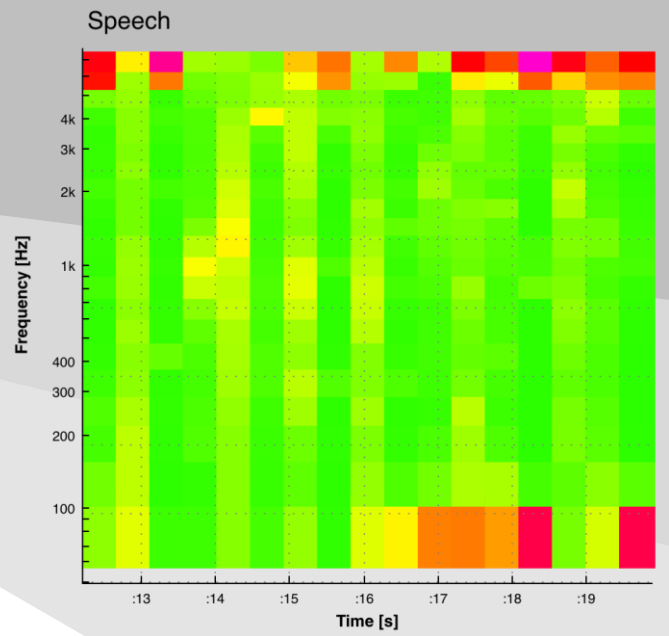
Parametry – konfigurace testu:

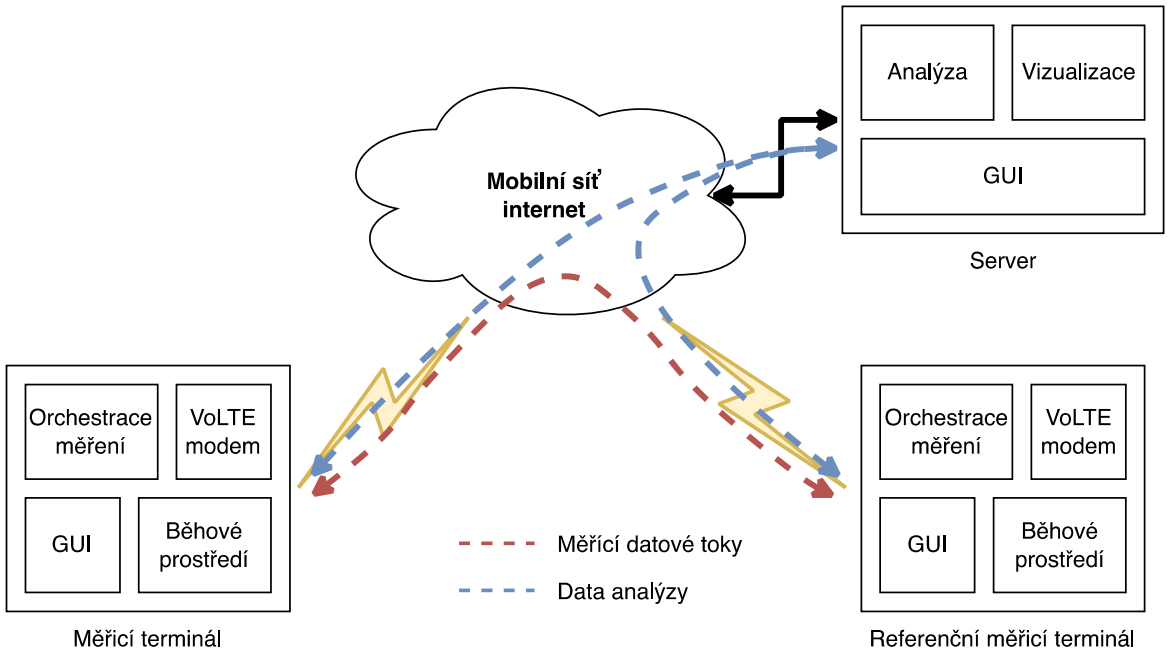
- mmWave HW: Ericsson AB AIR 1281 B258B
- Režim: 5G NSA, kotva je na kanálu B1 o šířce kanálu 20 MHz
- Konfigurace: Carrier BW 100 MHz, 64 QAM, DL CA 8CC, UL CA 2CC, TDD DL/UL 3:1
- max DL Throughput: ~4187 Mbit/s
- max UL Throughput: ~404 Mbit/s
- RTT cca ~11 ms

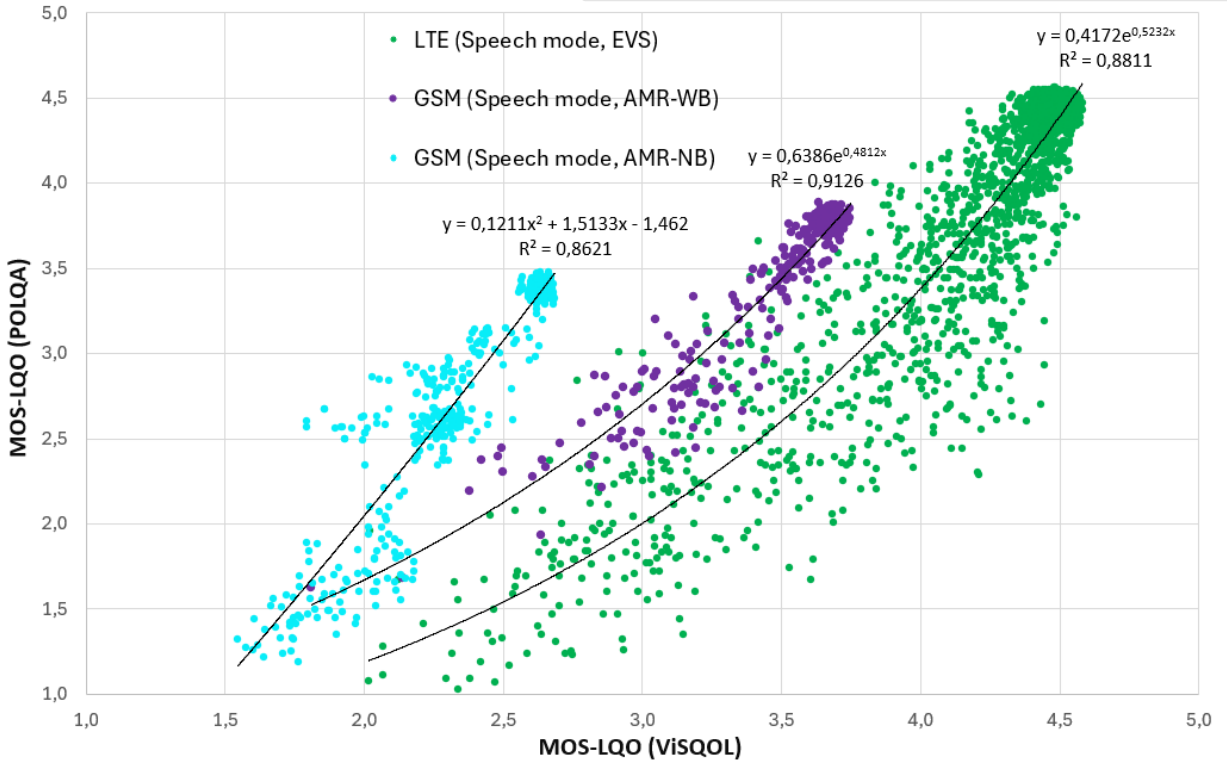


Měření kvality hlasu VoLTE/NR

- Analýza hodnoty MOS-LQO (Mean Opinion Score - Listening Quality Objective) a podobnosti s referenčním vzorkem
- Porovnání algoritmů POLQA vs. ViSQOL

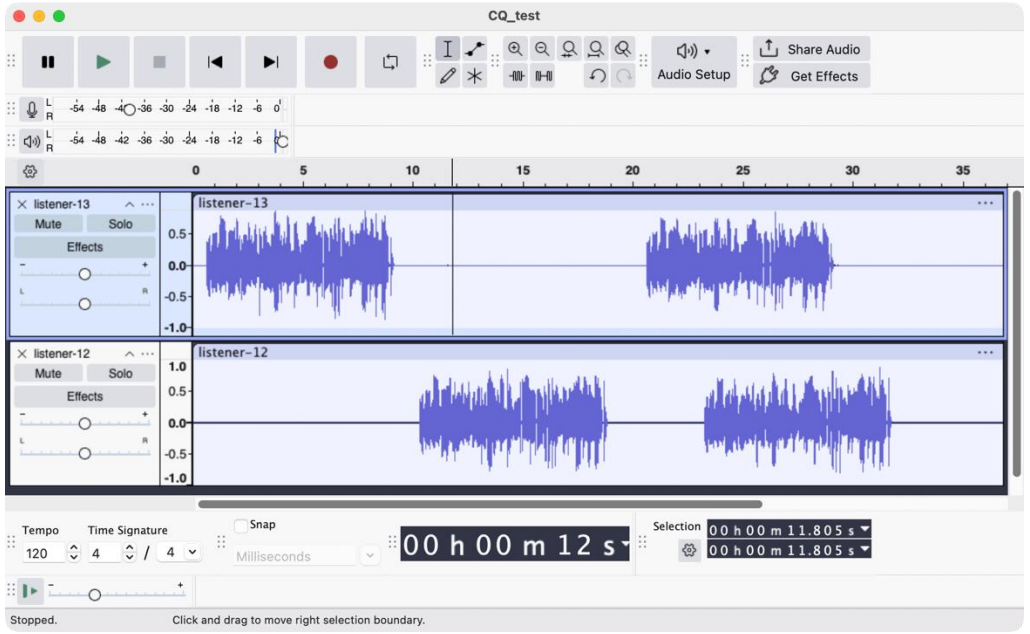


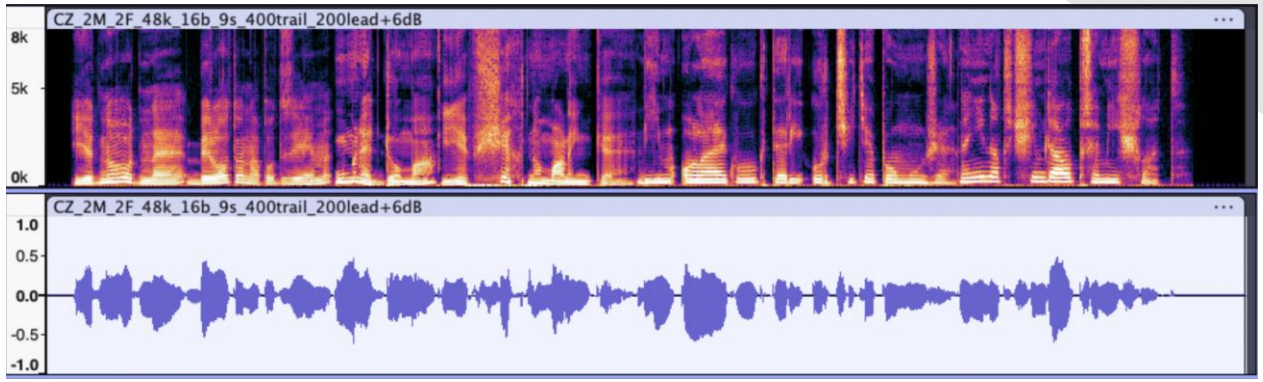




Měření kvality hlasu

- Finální implementace na platformě Noah
- Metoda měření kvality konverzace





Měření kvality hlasu

Precizní automatické rozdělení vzorku pomocí detekce audia

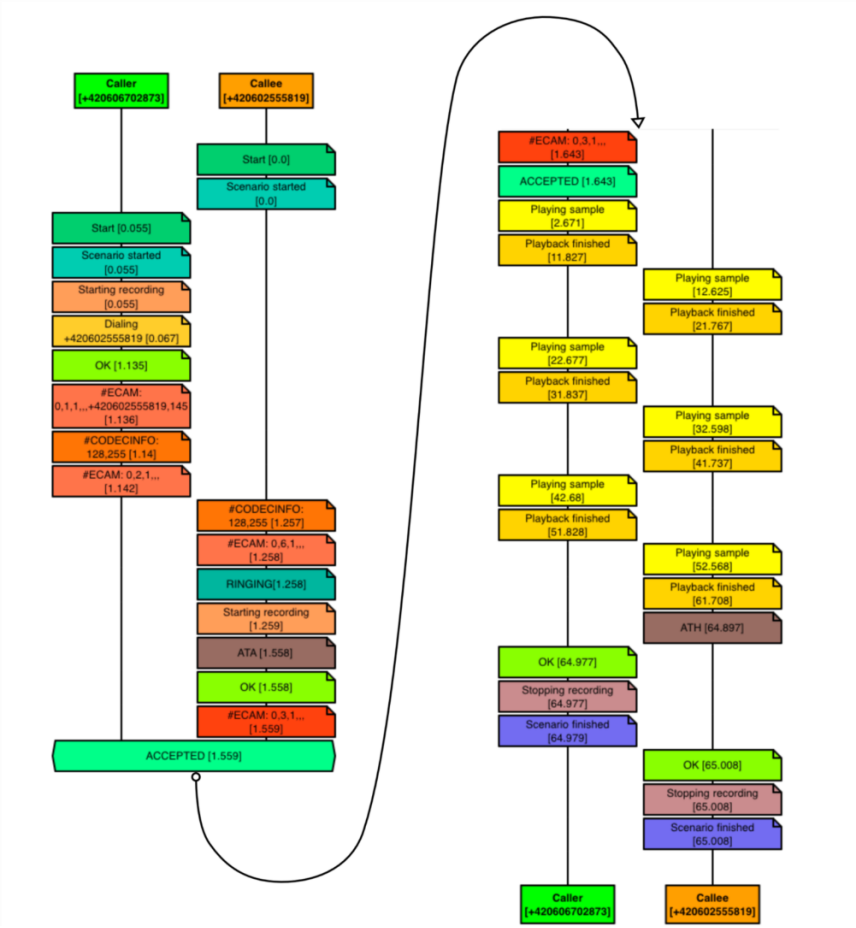
Zdroj

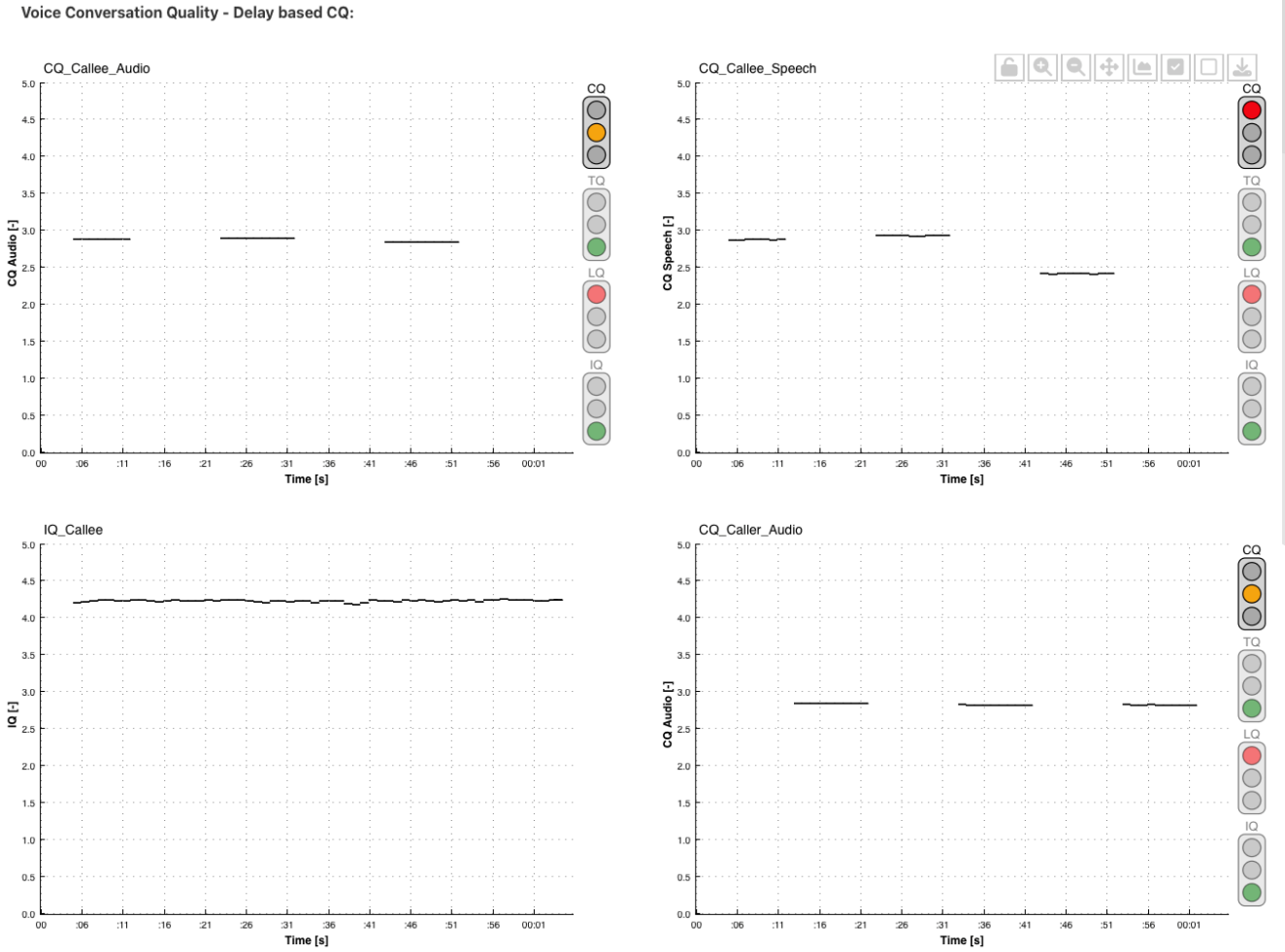
Vzorek 1

Vzorek 2

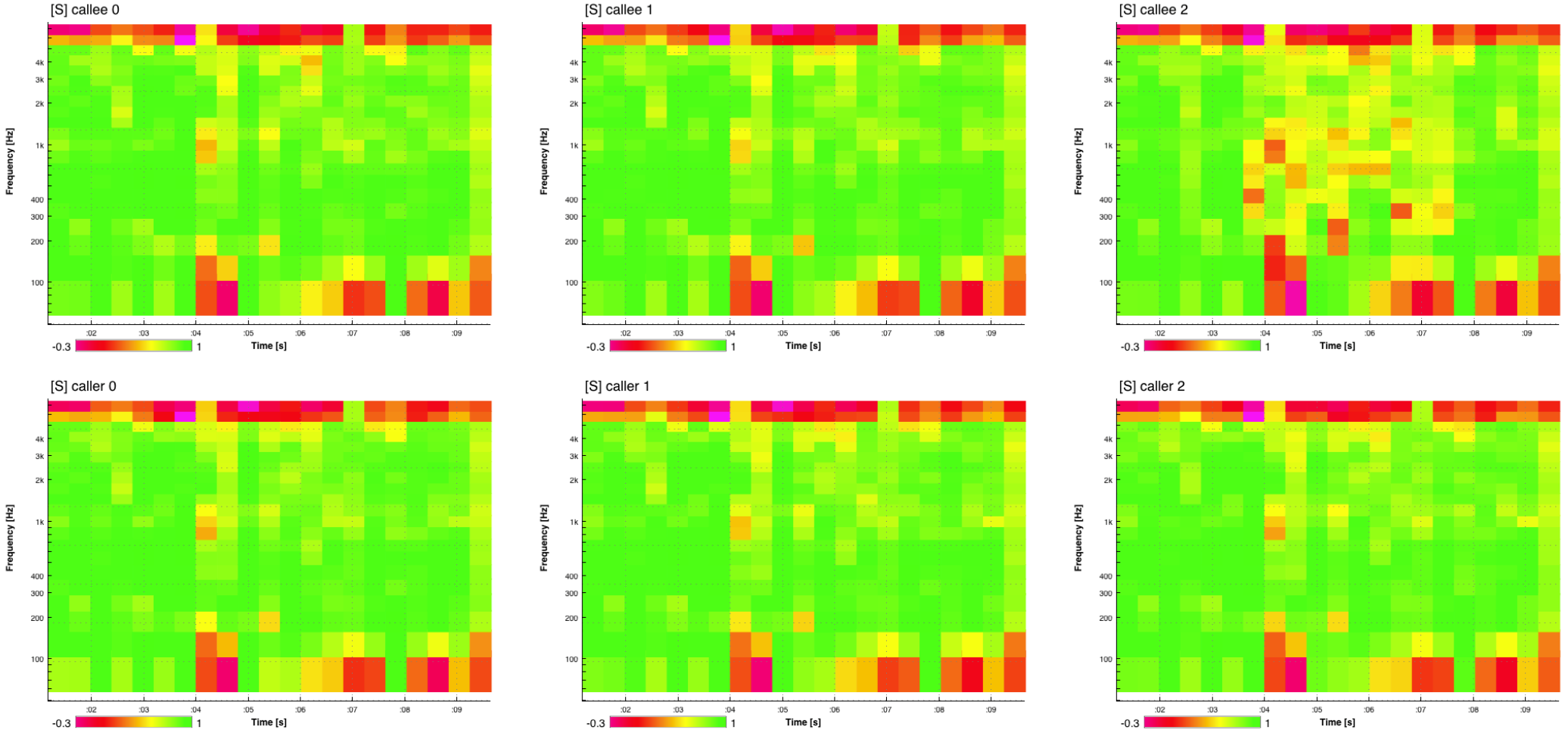
Vzorek 2

Měření kvality hlasu – konverzační kvalita





Měření kvality hlasu – podobnost s referenčním vzorkem



Shrnutí

Aktualizované produkty:

- **F-Tester 1GE+** na platformě Noah
- **F-Tester 5G+** s podporou měření mobilních sítí 5G i Wi-Fi
- **F-Tester 4drive-box** pro drive-testy více operátorů mobilní sítě

Nové produkty:

- **F-Tester VHCN 10GE** s rozhraními SFP+ o rychlosti až 10 Gbit/s na platformě Forlinx
- **F-Tester 26G-Option** - HW modul pro měření v pásmu 26 GHz
- **F-Tester Voice-Option** - SW modul pro testování kvality VoLTE a VoNR telefonie v mobilních sítích pro měřicí terminál
- **F-Tester Voice-Server** – SW licence pro vyhodnocení testů na serveru

Projekty byly spolufinancovány se státní podporou Technologické agentury ČR v rámci Národního plánu obnovy z evropského Nástroje pro oživení a odolnost.

Financováno Evropskou unií
NextGenerationEU

FAKULTA
ELEKTROTECHNICKÁ
ČVUT V PRAZE

Testování datových sítí efektivně spolehlivě a cíleně

f-tester@fel.cvut.cz
https://f-tester.fel.cvut.cz

Děkujeme za pozornost

Měření nad 1 Gbit/s

- Dostatečný výkon stroje
- Vhodná měřicí aplikace
  - UDP vs. TCP
  - Desktopová nebo webová aplikace
  - Rozdílnost měřicích aplikací viz semestrálky z DMT
- Kapacita sítě operátora
- Špatná interpretace výsledků