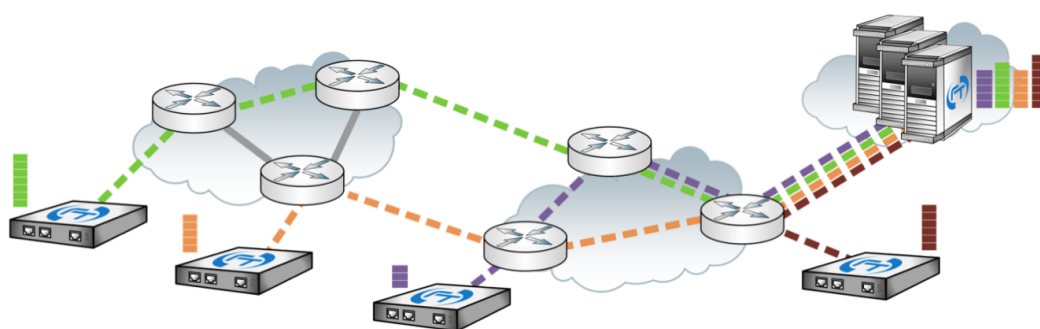




F-Tester®

Manuál



Obsah

1	Popis zařízení	3
1.1	HW výbava	3
1.2	Napájení	3
1.3	Dostupná síťová rozhraní	4
1.3.1	F-Tester® 1G	4
1.3.2	F-Tester® Wireless	4
2	Přístupy	6
2.1	Webové rozhraní	6
3	Konfigurace zařízení	7
3.1	Konfigurace síťových rozhraní	7
3.1.1	Výchozí nastavení	7
3.1.2	Změna nastavení pomocí webového rozhraní	8
3.2	Konfigurace zařízení F-Tester®	11
3.2.1	License	12
3.2.2	Modules	12
3.2.3	Server	13
3.2.4	System Clock	14
3.2.5	Miscellaneous	15
3.3	F-Tester® Wireless	16
3.4	Licencování zařízení	18
4	Měření NGA	19
4.1	Detailní popis scénářů	20
4.1.1	NGA Basic	20
4.1.2	NGA Complementary	20
4.2	Parametrizace metodiky NGA	21
4.3	Výsledky měření dle metodiky NGA	21
4.3.1	Výsledky dle NGA Basic	21
4.3.2	Výsledky dle NGA Complementary	25
5	Uživatelsky definované testy	27
5.1	Příprava a spuštění testu	27
5.1.1	Vytvoření testu	28
5.1.2	Vytvoření scénáře	32
5.1.3	Spuštění scénáře	35

5.2	Průběh měření	37
5.3	Výsledky testů	38
6	Výsledky uživatelských testů	42
6.1	Práce s výsledky	42
6.2	Vložení uložených výsledků	43
6.3	Struktura uložených dat	44
6.3.1	Data aplikace Iperf3	45
6.3.2	Data aplikace FlowPing	46
6.3.3	Informace o poloze	46
6.3.4	Informace o mobilní síti	47
7	Podpora	48
7.1	Důležité kontakty	48
7.2	Informace o systému	49
8	Historie verzí	50

1. Popis zařízení

1.1 HW výbava

Zařízení F-Tester® ve variantě **1G** je dostupné v následující konfiguraci:

- CPU: AMD Embedded G series GX-412TC (4 x 1 GHz)
- RAM: 4 GB DDR3
- Disk: SSD 256 GB
- Dostupná komunikační rozhraní:
 - 1 x **MGMT** rozhraní Gigabit Ethernet 10/100/1000 Mbit/s
 - 2 x **NET** rozhraní Gigabit Ethernet 10/100/1000 Mbit/s
- Rozměry: 168 mm šířka x 157 mm hloubka x 30 mm výška.
- Krytí zařízení: IP40
- Rozsah pracovních teplot: 0°C až 65°C (nekondenzující)

Zařízení F-Tester® ve variantě **Wireless** je doplněno o následující moduly bezdrátových rozhraní:

- **Mobilní datová síť** - lze použít 2 typy modemů
 - Sierra Wireless EM7565 LTE CAT-12, MIMO 2x2, GNSS
 - Telit LM960 LTE CAT-18, MIMO 4x4, GNSS
- **Bezdrátová síť technologie Wi-Fi**
 - Complex WLE900VX, Dual Band, 3x3 MIMO Wave 1, přenosová rychlost až 1,3 GBit/s

1.2 Napájení

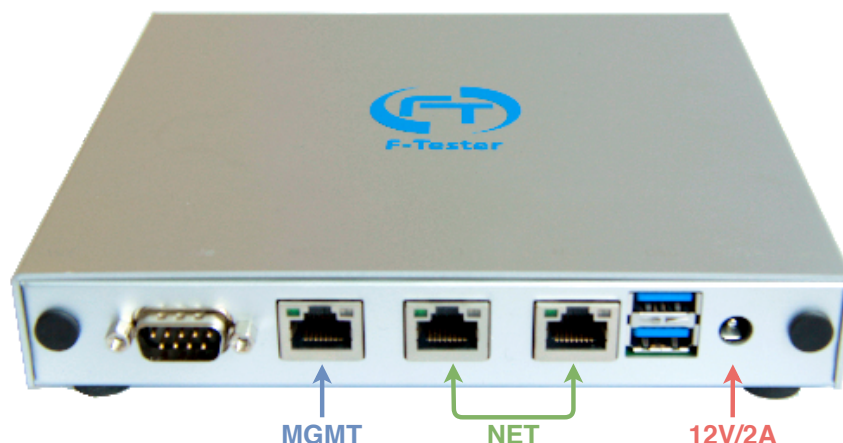
Pro správnou činnost zařízení je nutné, aby bylo napájeno kvalitním zdrojem stejnosměrného proudu 2 A a napětí 12 V. Pro připojení napájecího zdroje je dostupný konektor JACK 2,5 mm, viz obrázek 1.1.

Pokud není použit dostatečně proudově dimenzovaný napájecí zdroj, může se zařízení chovat nespolehlivě nebo může docházet k nenadálým restartům.

1.3 Dostupná síťová rozhraní

1.3.1 F-Tester® 1G

Zařízení F-Tester® 1G disponuje třemi síťovými rozhraními technologie Ethernet, viz obrázek 1.1.



Obrázek 1.1: Zobrazení komunikačních rozhraní Ethernet zařízení F-Tester®-1G.

Funkce jednotlivých rozhraní je následující:

- **MGMT** - síťové rozhraní pro dohled a konfiguraci
- **NET** - rozhraní pro připojení do zákaznické sítě, přes které je veden testovací datový provoz. Oba síťové porty jsou rovnocenné a ve výchozí konfiguraci je mezi nimi realizován síťový most (L2 přemostění)

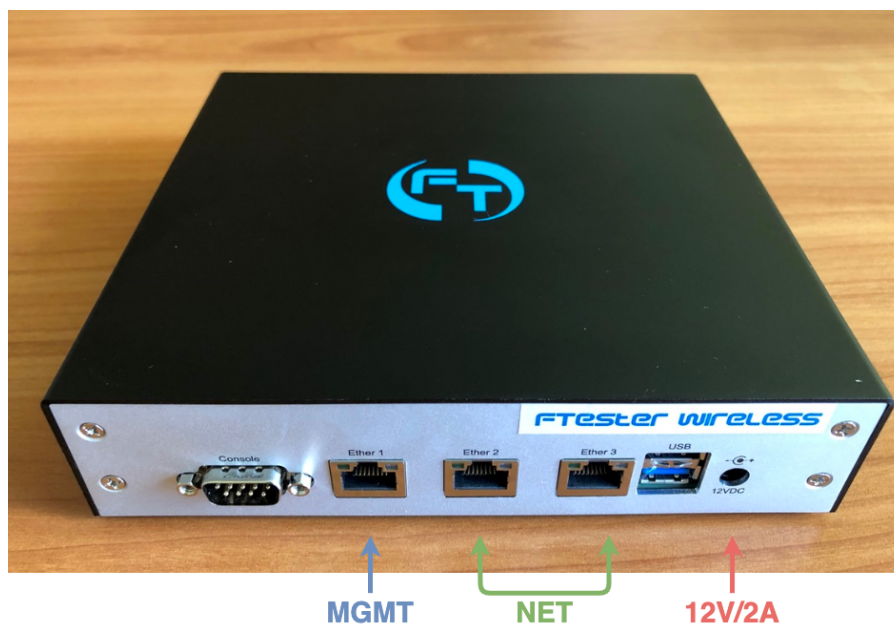
1.3.2 F-Tester® Wireless

Zařízení F-Tester® Wireless disponuje stejnými fyzickými rozhraními pro metalickou síť jako F-Tester® 1G. Rozmístění i funkce jsou stejné viz obrázek 1.2

F-Tester® Wireless disponuje následujícími bezdrátovými rozhraními viz obrázek 1.3:

- **Pri** - primární anténa mobilního připojení
- **GPS** - anténa pro příjem GPS signálu
- **Aux** - sekundární/diverzitní anténa mobilního připojení
- **W1** - 1. anténa technologie Wi-Fi
- **W2** - 2. anténa technologie Wi-Fi
- **W3** - 3. anténa technologie Wi-Fi

Všechna uvedená rozhraní jsou zakončena konektorem SMA.



Obrázek 1.2: Zobrazení komunikačních rozhraní Ethernet zařízení F-Tester[®]-Wireless.



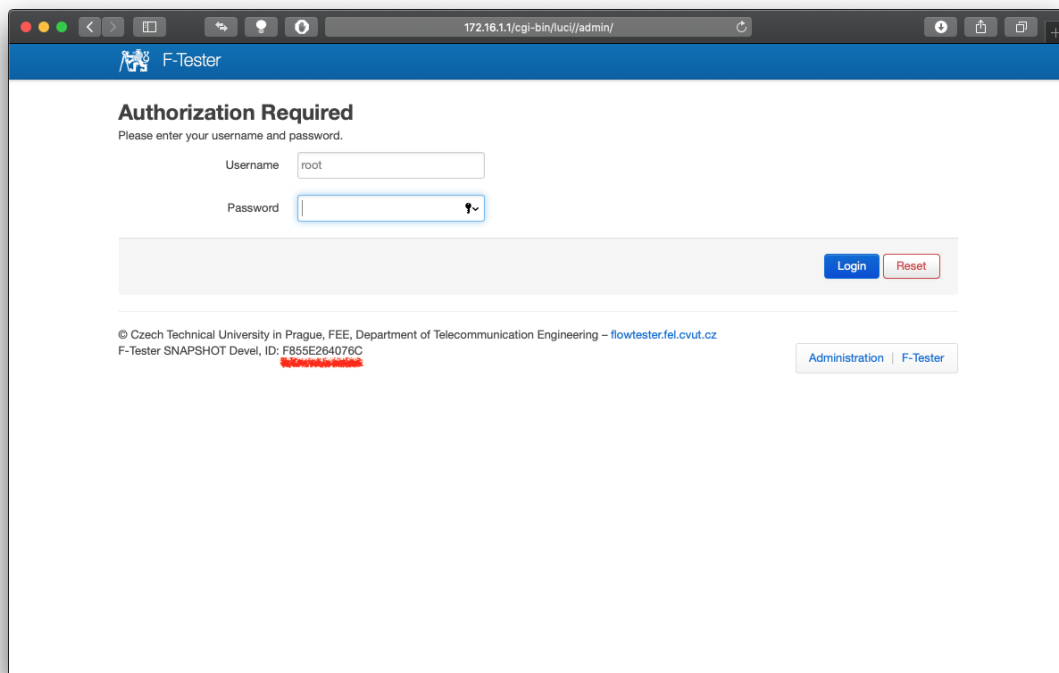
Obrázek 1.3: Zobrazení bezdrátových komunikačních rozhraní zařízení F-Tester[®]-Wireless.

2. Přístupy

2.1 Webové rozhraní

Údaje pro přístup k webovému rozhraní:

- Rozhraní: MGMT
- Protokol: http
- IP adresa: viz konfigurace uvedená v kapitole 3.1.1
- Uživatelské jméno: root
- Přístupové heslo: ID zařízení (uvedeno v zápatí webové stránky)



Obrázek 2.1: Přihlašovací obrazovka konfiguračního rozhraní zařízení. ID zařízení lze nalézt v zápatí webové stránky.

3. Konfigurace zařízení

3.1 Konfigurace síťových rozhraní

3.1.1 Výchozí nastavení

Rozhraní pro dohled a konfiguraci (MGMT)

Zařízení F-Tester® je dodáno s výchozím nastavením rozhraní **MGMT** a **NET** dle následujícího popisu:

Seznam výchozích parametrů rozhraní **MGMT** 1.3:

- Typ konfigurace: statická
- IP adresa: 172.16.1.1
- Síťová maska: 255.255.255.0 (/24)
- Výchozí brána: není

Měřicí rozhraní (NET)

Seznam výchozích parametrů rozhraní **NET** (1.3.1):

- Síťové rozhraní: eth1, eth2
- Typ konfigurace: DHCP klient

Měřicí rozhraní (MOBILE)

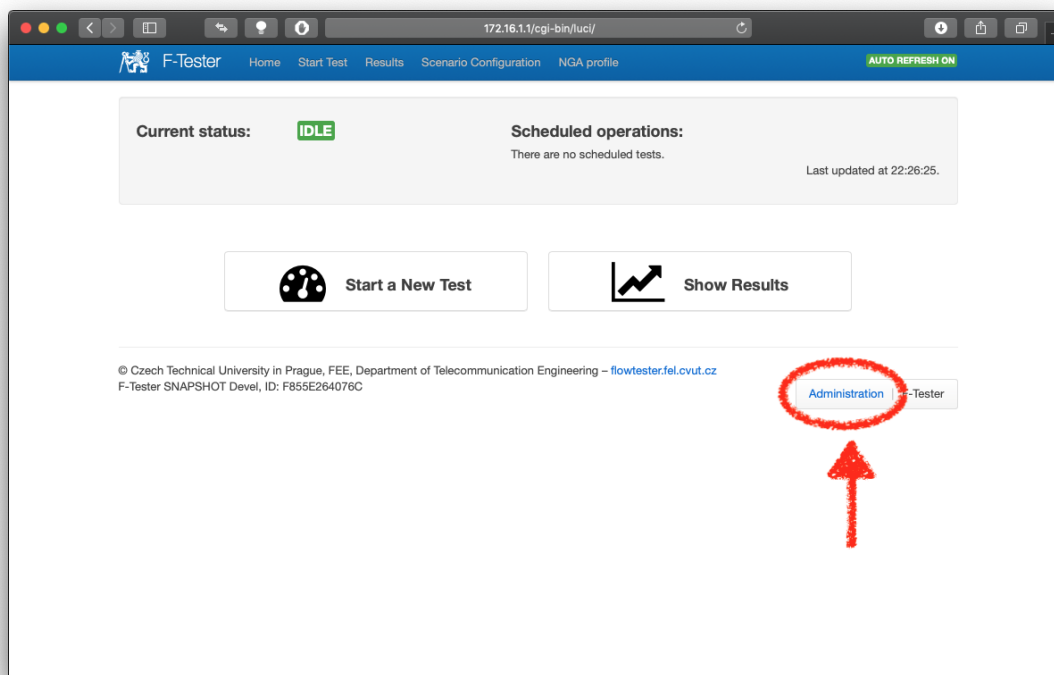
Měřicí rozhraní mobilní sítě je dostupné pouze u zařízení F-Tester® Wireless. Seznam výchozích parametrů rozhraní **MOBILE** (1.3.2):

- Síťové rozhraní: wwan0
- Typ konfigurace: DHCP klient
- Typ mobilní sítě: 2G/3G/4G
- APN: internet
- Autentizace: žádná
- PIN: žádný

3.1.2 Změna nastavení pomocí webového rozhraní

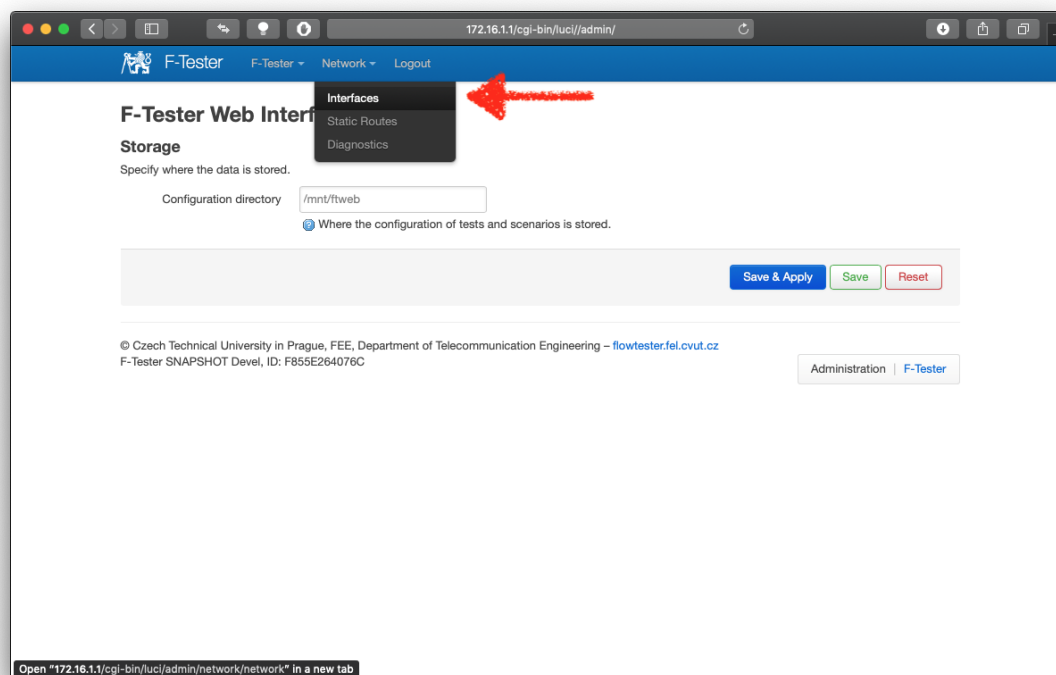
Změna konfigurace síťových rozhraní se provádí v rozšířeném režimu administrace, přepnutí znázorněno na obrázku 3.1. Přepnutí do administrátorského režimu je umožněno pouze po platném přihlášení do systému, viz obrazovka 2.1.

Postup změny konfigurace síťových rozhraní je shodný jak pro rozhraní **MGMT**, tak pro **NET**.



Obrázek 3.1: Ukázka přepnutí do administrativního rozhraní.

Konfigurace síťových rozhraní je dostupná v sekci Network → Interfaces, viz obrázek 3.2.



Obrázek 3.2: Přejít do rozhraní pro změnu konfigurace síťových rozhraní.

Pro konfiguraci jsou dostupná 2 síťová rozhraní, viz obrázek 3.3. **MGMT** - rozhraní pro dohled a konfiguraci, **NET** - síťový most mezi rozhraními **eth1** a **eth2**, které je určeno pro připojení do měřicí sítě.

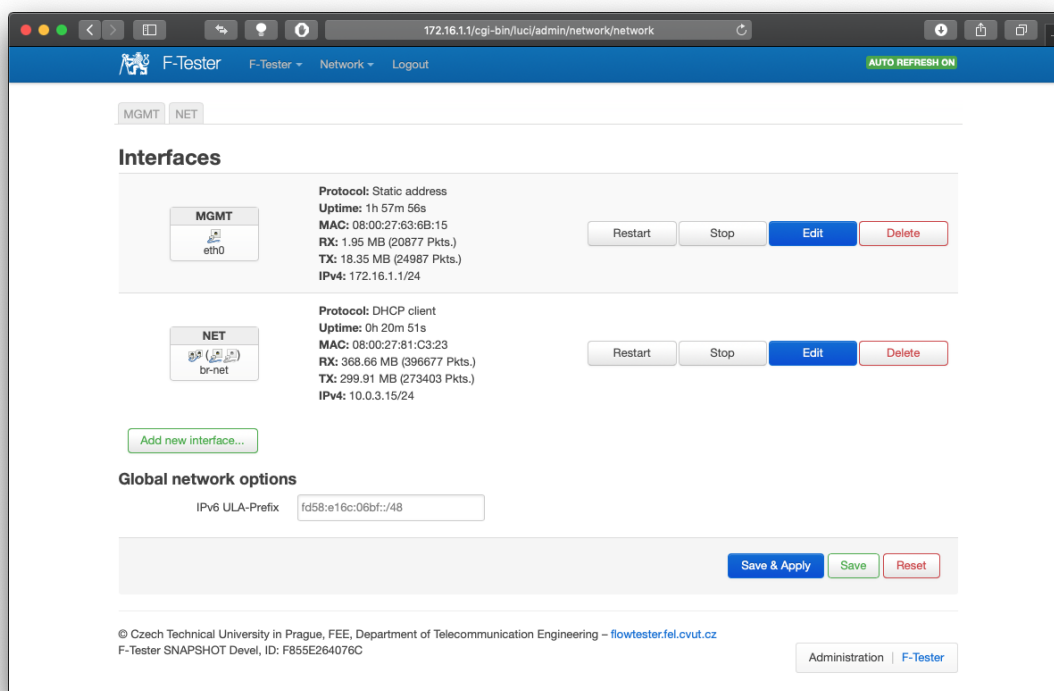
Pro změnu režimu síťového rozhraní je nutné přejít do režimu editace a dále postupovat dle pořadí šipek uvedených na obrázku 3.4. **POZOR**, pokud nebude uvedené pořadí dodrženo, hrozí u rozhraní **NET** rozpadnutí konfigurace vytvořeného síťového mostu.

V prvním kroku se provede výběr režimu:

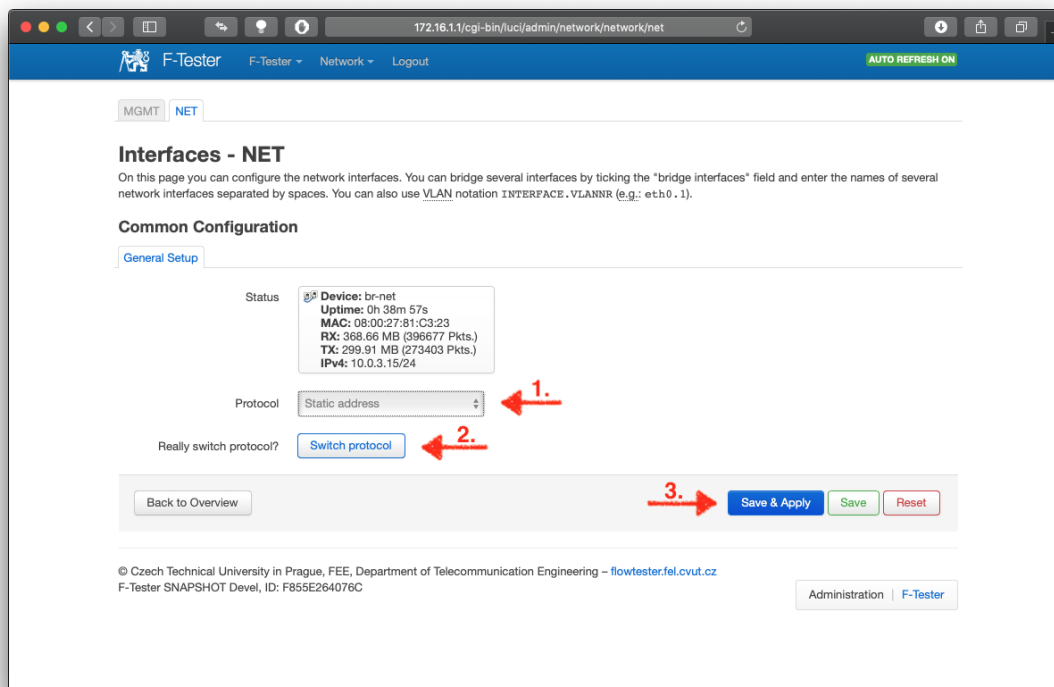
- **DHCP klient** - rozhraní obdrží IP adresu z dostupného DHCP serveru
- **Statická konfigurace** - přiřazení statické konfigurace IP adresy a přidružených parametrů
- **Bez IP adresy** - IP adresa není na rozhraní nakonfigurována

Ve druhém kroku se provede přepnutí protokolu tlačítkem `Switch protocol` a dle potřeby se doplní konfigurace.

Třetím krokem se provede uložení a aktivace změn viz tlačítko `Save & Apply`.



Obrázek 3.3: Obrazovka se seznamem dostupných rozhraní pro editaci.



Obrázek 3.4: Změna režimu síťového rozhraní. 1. - výběr protokolu, 2. - aktivace výběru protokolu, 3. - potvrzení změn a jejich aktivace.

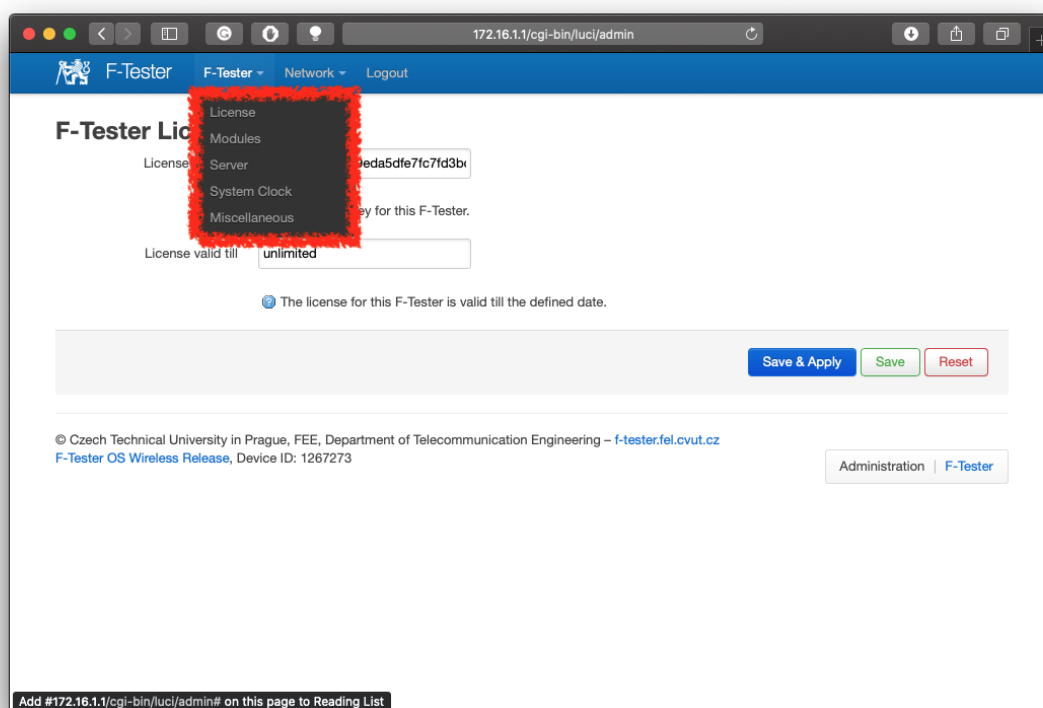
3.2 Konfigurace zařízení F-Tester®

POZOR, změna v této části konfigurace může zásadním způsobem ovlivnit činnost zařízení **F-Tester®**! Doporučujeme provádět veškeré změny s maximální obezřetností.

Konfigurace zařízení F-Tester® je dostupná po přihlášení v sekci F-Tester. Dostupné jsou následující sekce:

- **License** - správa licencí
- **Modules** - konfigurace dostupných modulů
- **Server** - konfigurace vestavěných měřicích serverů (Iperf3, FlowPing)
- **System Clock** - nastavení hodin reálného času zařízení F-Tester®
- **Miscellaneous** - jiná nastavení

Jakákoliv změna se neprovede do doby, než je stisknuto tlačítko Save&Apply.



Obrázek 3.5: Obrázovka s nabídkou položek sekce F-Tester.

3.2.1 License

Sekce určená ke vkládání a správě licenčního klíče. V sekci se nacházejí 2 položky:

- `License number` - licenční klíč k zařízení F-Tester®.
- `License valid till` - doba platnosti licenčního klíče.

3.2.2 Modules

NGA Module

Parametrizace parametrů modulu NGA v režimech NGA Basic a NGA Complementary. Bližší informace k parametrizaci a významu jednotlivých položek jsou uvedeny v kapitole 4.2.

K parametrizaci modulu NGA se lze dostat i v menu na hlavní obrazovce.

Custom Module

Parametrizace modulu pro definování vlastních uživatelských testů.

- **Test Options**
 - `Max. TCP flows` - definice maximálního množství souběžných TCP spojení programu Iperf3. Ve výchozím stavu je nastavena hodnota 10¹.

Wireless Module

Parametrizace modulu konfiguruující bezdrátová rozhraní zařízení F-Tester®.

- **Mobile Interface** - konfigurace parametrů rozhraní pro připojení do mobilní sítě
 - `Disabled` - Aktivace/deaktivace parametrizace modemu mobilní sítě pomocí webového rozhraní.
 - `Scan interval` - Interval sběru dat z mobilního rozhraní. Hodnota je zadávána v sekundách.
- **WiFi Interface** - konfigurace parametrů Wi-Fi rozhraní
 - `Disabled` - Aktivace/deaktivace parametrizace Wi-Fi sítě pomocí webového rozhraní.
 - `Scan interval` - Interval sběru dat z Wi-Fi rozhraní. Hodnota je zadávána v sekundách.

¹ Při nastavení vyššího množství současně prováděných TCP spojení v rámci jednoho testu dojde ke zhoršení čitelnosti výsledných grafů. Samotné měření negativně ovlivněno není.

3.2.3 Server

Konfigurace parametrů, které se vztahují k provozovaným serverovým instancím měřicích programů Iperf3 a FlowPing.

- **Iperf3**

- `Server instances` - maximální počet připojení², které může serverová instance programu Iperf3 obsloužit. Připojení nad uvedený počet nebudou obsloužena.

- **FlowPing**

- `Server instances` - maximální počet připojení², které může serverová instance programu FlowPing obsloužit. Připojení nad uvedený počet nebudou obsloužena.

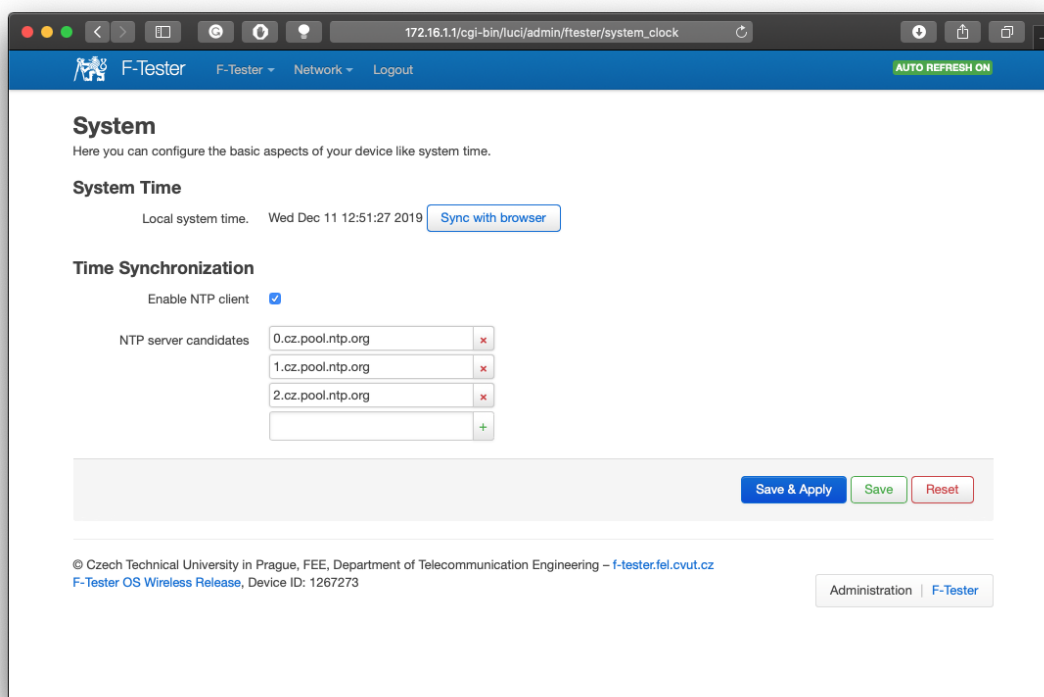
²Maximální počet připojení musí být dimenzován s ohledem na výpočetní výkon měřicího zařízení. Vyšší počet připojení vyžaduje vyšší výkon, jehož nedostatek může negativně ovlivnit probíhající testy.

3.2.4 System Clock

Pro přehlednost provádění testů je vhodné, aby mělo klientské zařízení i měřicí server stejný čas. Nastavení času se nachází v menu „System Clock“.

Zařízení podporuje 2 režimy synchronizace času:

- synchronizace zařízení s prohlížečem uživatele,
- synchronizace času protokolem NTP.



Obrázek 3.6: Ukázka rozhraní pro nastavení času.

F-Tester® udržuje čas v zóně UTC a veškeré výsledky mají rovněž časovou značku v UTC. Zařízení má vestavěné hodiny reálného času (RTC) s vestavěnou baterií, ale při dlouhodobém provozu (měsíce a více) může dojít k jejich rozsynchronizování s reálným časem. Pokud tomu testování dovolí, je vhodné používat NTP časovou synchronizaci.

3.2.5 Miscellaneous

Sekce konfigurace jiných nastavení.

- **Storage**

- Space warning - nastavení úrovně oznámení o nedostatku volného místa pro provedení testů a uložení jejich výsledků. Úroveň oznámení lze definovat jako množství požadovaného místa v jednotkách (kB, MB, GB), např. 10 MB nebo jako procentuální vyjádření volného místa, např. 10%.
- CSV - aktivace generování výsledků ve formátu CSV. Jednotlivá data jsou oddělená čárkou.

- **Logging**

- Verbosity - nastavení úrovně logování. Dostupné úrovně: fatal, error, warn, info, debug.
- Sound - Aktivace/deaktivace zvukové signalizace průběhu provádění testů.

3.3 F-Tester® Wireless

Zařízení F-Tester® Wireless má výchozí obrazovku doplněnou o panel informující o stavu mobilní sítě včetně tlačítka pro připojení. V případě probíhajícího testu, který využívá lokalizaci polohy pomocí GPS je tento stav signalizován ikonou.

Ve stavové liště F-Tester® Wireless jsou zobrazovány následující informace. Pozice jednotlivých prvků ve stavové liště je vyznačena na obrázku 3.7.

1. Ikona indikace příjmu GPS signálu

- **zelená** - příjem zapnut a poloha nalezena
- **šedá** - příjem zapnut, ale bez signálu
- **žádná** - příjem GPS není aktivní

2. Ikona indikace připojení k mobilní síti

- **zelená** - připojení k síti aktivní
- **šedá** - nepřipojeno k síti

3. Název operátora

4. Technologie mobilní sítě: EDGE, UMTS, LTE

5. Indikace síly signálu

6. Kvalita přijímaného signálu v dB, SNR je měřeno u technologií GPRS/EDGE a UMTS. RSRQ u LTE

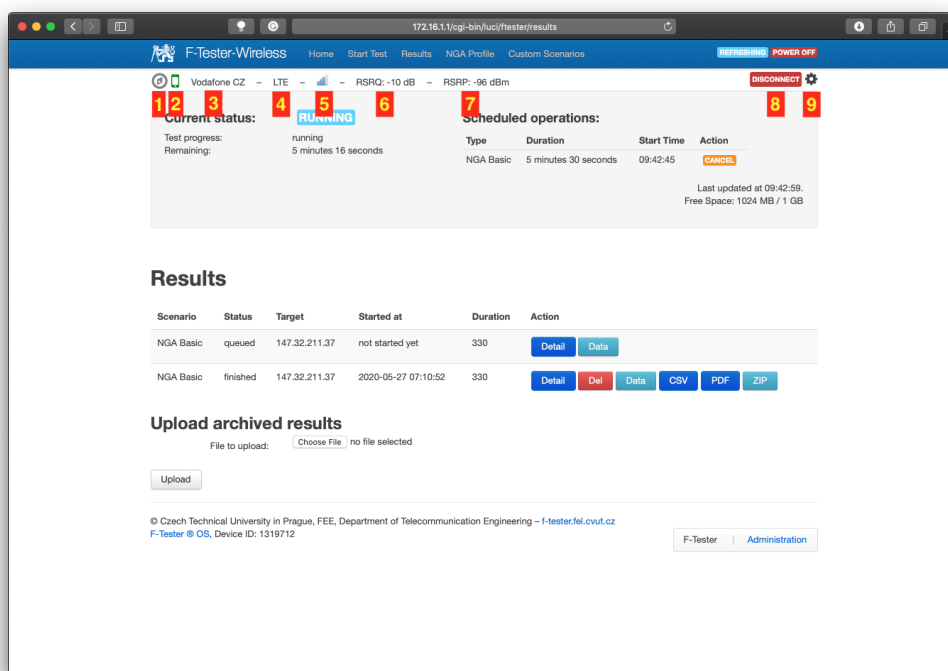
7. Intenzita přijímaného signálu v dBm, RSSI je měřeno u technologií GPRS/EDGE a UMTS. RSRP u LTE

8. Tlačítko

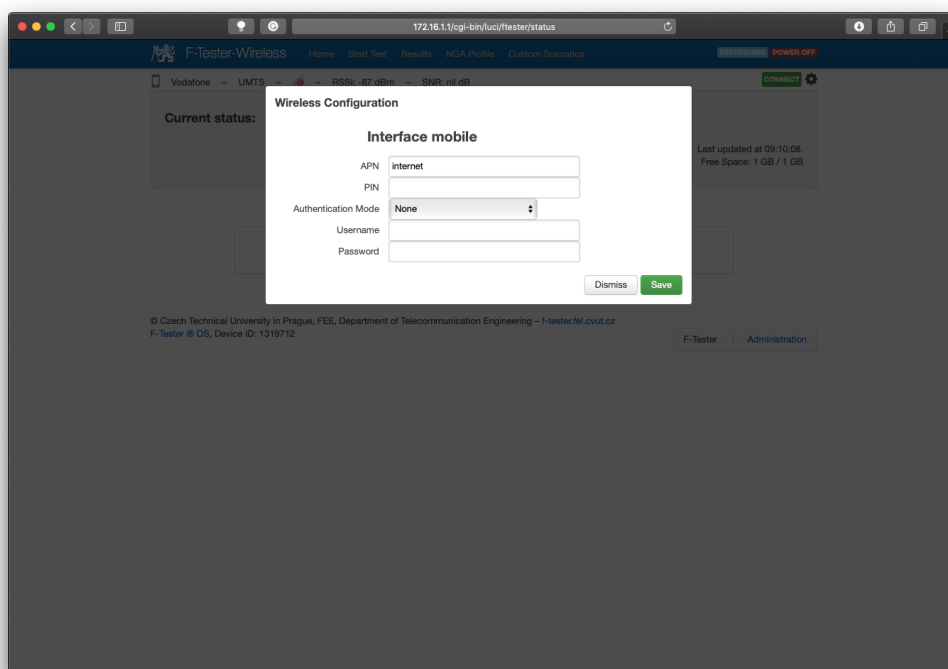
- **CONNECT** - připojení k mobilní síti
- **DISCONNECT** - odpojení od mobilní sítě

9. Konfigurace parametrů pro připojení do mobilní sítě viz obrázek 3.8

- APN - název přístupového bodu. Výchozí hodnota internet
- PIN - pin k SIM kartě
- Authentication Mode - autentizační metoda CHAP/PAP/None, výchozí hodnota None
- Username - uživatelské jméno
- Password - uživatelské heslo



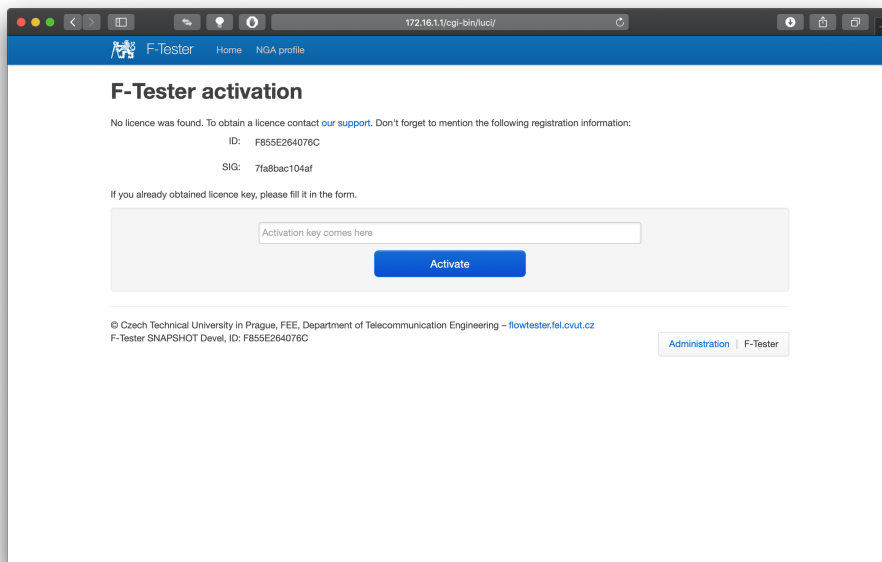
Obrázek 3.7: Výchozí obrazovka zařízení F-Tester® Wireless s aktivovaným mobilním rozhraním a záznamem polohy (GPS) při provádění testu.



Obrázek 3.8: Ukázka konfiguračního rozhraní připojení k mobilní síti.

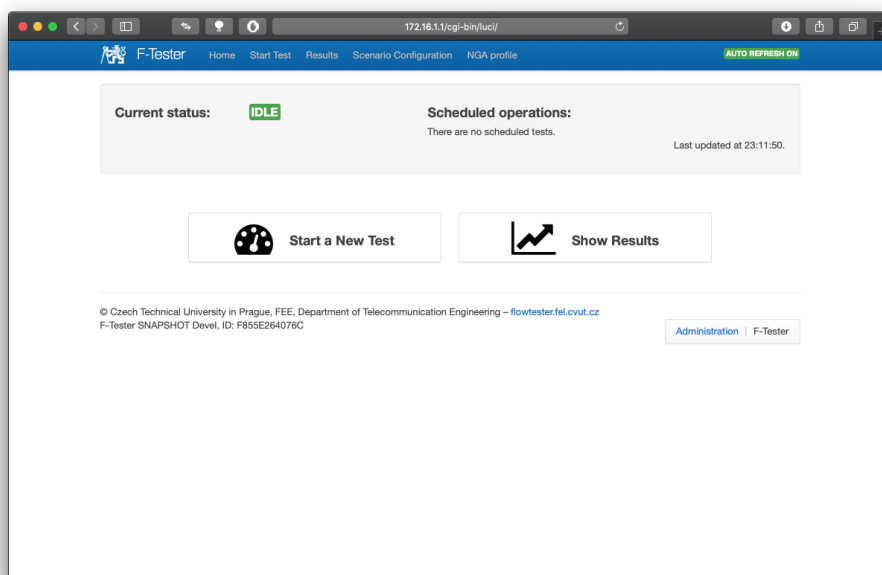
3.4 Licencování zařízení

Před prvním spuštěním testů je nutné vložit do zařízení licenční klíč. Ten lze obdržet po zaslání ID zařízení na emailovou adresu podpory f-tester@fel.cvut.cz.



Obrázek 3.9: Obrazovka pro vložení licenčního čísla.

Po úspěšném vložení licenčního klíče se zobrazí výchozí obrazovka webového rozhraní s možností výběru testů, viz obrázek 3.10.

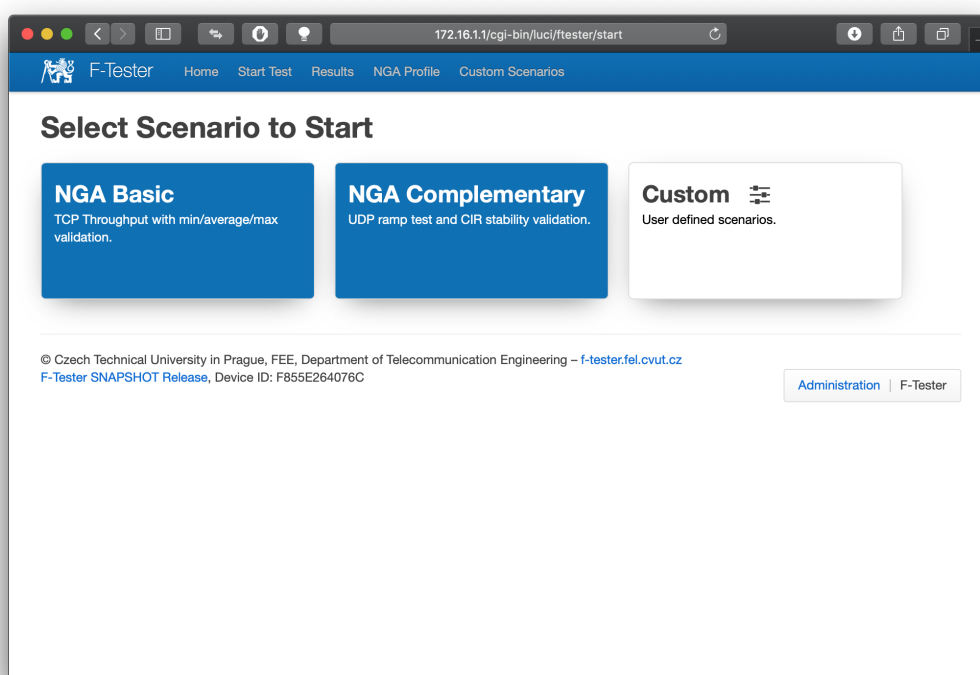


Obrázek 3.10: Základní obrazovka zařízení F-Tester s možností spuštění testů.

4. Měření NGA

Měření NGA se skládá ze 2 měřicích scénářů (viz obrázek 4.1):

- **NGA Basic** – základní testovací scénář, který používá pro testování protokol TCP. Cílem tohoto scénáře je ověřit schopnost sítě přenášet běžný uživatelský provoz v kategorii Best Effort. Právě díky použití protokolu TCP je možné jednoduchým způsobem změřit a vyhodnotit přenosové vlastnosti komunikační sítě připojené do Internetu.
- **NGA Complementary** – scénář rozšiřuje základní testování sítě a přináší další úroveň diagnostiky, a to především v oblasti měření „poslední míle“ a v prostředí lokálních sítí. Použití protokolu UDP umožňuje vytváření specifických zátěžových profilů na jejichž základě je možné ověřovat dohodnuté SLA (Service Layer Agreement). A to jak z pohledu přidělené přenosové kapacity, tak i spolehlivosti přenosu jednotlivých paketů (ztrátovosti).



Obrázek 4.1: Ukázka rozhraní pro spuštění NGA scénářů **Basic** a **Complementary**. Detailní postup pro spuštění testu je uveden v kapitole 5.1.3.

4.1 Detailní popis scénářů

4.1.1 NGA Basic

Scénář NGA Basic se skládá z několika dílčích testů. Všechny testy využívají jako přenosový protokol TCP ve verzi Cubic s velikostí **MSS 1400 B**. Jedná se o implementaci TCP, která je v současnosti dominantní u běžně dostupných operačních systémů.

- **Test 1** – V první fázi je proveden test přenosových vlastností sítě **v sestupném směru** (downstream). Tento test mimo jiné simuluje stahování uživatelských dat ze serverů umístěných v Internetu. Test probíhá po dobu **90 sekund**.
- **Test 2** – Ve druhé fázi jsou testovány přenosové vlastnosti sítě **ve vzestupném směru** (upstream). Tento test simuluje nahrávání uživatelských dat na server umístěný v Internetu. Test probíhá po dobu **90 sekund**.
- **Test 3** – Ve třetí fázi se testuje schopnost sítě, přenášet data jak **ve vzestupném tak i sestupném směru zároveň**. V tomto případě je testován dopad obousměrného zatížení sítě na její přenosové schopnosti. Test probíhá po dobu **90 sekund**.

V rámci jednotlivých testů je vyhodnocována dosažená přenosová rychlost na základě několika kritérií. Test sítě je vyhodnocen kladně pokud není v průběhu testu měřená rychlost nižší než stanovené minimum a zároveň průměrná naměřená rychlost dosahuje, nebo je vyšší než deklarovaná běžně dostupná rychlost připojení. Rovněž, pokud je stanovena maximální rychlost NGA přípojky, je ověřováno, zda během testu je této rychlosti dosaženo, a to alespoň v jednom měřeném intervalu.

Vyhodnocení testů je doplněno o přehledné grafy, které zachycují časové průběhy základních kvalitativních parametrů, jako je naměřená propustnost sítě v rámci jednotlivých testů a zpoždění ve smyčce. Dále je doplňují grafy, kde je zachyceno škálování TCP okénka (CWND) a znovu odeslané pakety (retransmise) v rámci TCP přenosu. To umožňuje dále objasnit chování TCP protokolu během přenosu dat.

Poznámka: Pro dosažení optimální rychlosti přenosu dat pomocí protokolu TCP je třeba respektovat schopnosti konkrétního algoritmu pro řízení a předcházení zahlcení sítě (CUBIC). Proto je v případě testování v sítích s vysokou přenosovou kapacitou, ale zároveň vyšším zpožděním ve smyčce (RTT), třeba používat vyšší počet souběžných datových toků, případně je třeba vhodně upravit nastavení velikost „bufferu“ pro TCP okénko v odchozím směru. A to i přesto, že právě moderní algoritmy řízení protokolu TCP jsou na tento typ problémů zacíleny. Podobné nastavení by mělo být provedeno i na straně příjmu.

4.1.2 NGA Complementary

Scénář NGA Complementary je odvozen z doporučení ITU-T Y.1564. Principiálně se skládá ze dvou fází. V první fázi je prováděn tzv. konfigurační test služby, který je rozdělen do dvou samostatných testů (Test 1 a Test 2), které se liší způsobem vyhodnocení. Ve druhé fázi probíhá vlastní testování výkonnostních parametrů přenosové sítě (Test 3). Všechny testy jsou prováděny s pakety o velikosti **1472 B**.

Vlastní testování se provádí nejprve pro sestupný směr (downstream) a následně pro vzestupný směr (upstream) komunikace. Testy 1 až 3 se provedou nejprve pro jeden a pak pro druhý směr přenosu.

- **Test 1** – V tomto testu je ověřováno, zda síť dokáže přenášet data definovanou rychlostí. Ověřovány jsou úrovně **50%, 75%, 90% a 100% CIR**. Ověřování každé úrovně probíhá po dobu **5 sekund**.
- **Test 2** – V tomto testu je ověřována přenosová kapacita sítě v rozšířeném kapacitním přidělu **EIR**. Test probíhá po dobu **5 sekund**.
- **Test 3** – V této fázi je spuštěn dlouhodobý test (v poměru k prvním dvěma) na úrovni **CIR po dobu 180 sekund**. Smyslem testu je ověřit, že síť je schopna dosahovat deklarovaných parametru stabilně v dlouhodobějším horizontu.

V rámci jednotlivých testů je vyhodnocována především ztrátovost paketů (PLR) (Testy 1 a 3) a dosažená propustnost sítě (Test 2). Test je hodnocen jako úspěšný, pokud je naměřená průměrná chybovost za celý průběh testu nižší než předdefinovaná hodnota. Měření propustnosti je specifické vzhledem k faktu, že měření je zaměřeno na testování rozšířeného přidělu kapacity EIR. V tomto případě je považováno hodnocení jako úspěšné už v případě, že dosažená propustnost je alespoň na úrovni CIR.

Vyhodnocení je doplněno o přehledné grafy, které zachycují úroveň injektovaného provozu do sítě a časový průběh naměřené propustnosti v rámci daného testovacího scénáře. Dále zachycují průběh zpoždění a dosažené ztrátovosti paketů pro daný testovací scénář.

4.2 Parametrizace metodiky NGA

Parametrizaci metodiky lze provést v menu „NGA Profile“. Jednotlivé položky odpovídají popisu, který je uveden v předchozích kapitolách 4.1.1 a 4.1.2.

4.3 Výsledky měření dle metodiky NGA

Po úspěšném dokončení měřicích scénářů jsou v menu „Results“ dostupné výsledky, které jsou vyhodnoceny dle parametrů vložených do formuláře v menu „NGA Profile“. Práce se výsledky je detailně popsána v kapitole 6.

4.3.1 Výsledky dle NGA Basic

Na následujících obrázcích jsou zobrazeny všechny části generovaného reportu pro měření dle **NGA Basic**.

NGA Profile

Specify the line parameters obtained from a network provider.

NGA Basic

Downlink

Minimal TP: Mbit/s

Common TP: Mbit/s

Maximal TP: Mbit/s

Uplink

Minimal TP: Mbit/s

Common TP: Mbit/s

Maximal TP: Mbit/s

NGA Complementary

Downlink

CIR: Mbit/s

EIR: Mbit/s

Average PLR: %

Uplink

CIR: Mbit/s

EIR: Mbit/s

Average PLR: %

[Save profile](#)

© Czech Technical University in Prague, FEE, Department of Telecommunication Engineering – f-tester.fel.cvut.cz
F-Tester SNAPSHOT Devel, Device ID: 1208209

[Administration](#) | [F-Tester](#)

Obrázek 4.2: Ukázka rozhraní editaci parametrů vyhodnocení NGA profilů **Basic** a **Complementary**.

Current status: IDLE

Scheduled operations:
There are no scheduled tests.
Last updated at 09:37:42.

Scenario Detail X FAILED

Executed at: 2019-03-27 07:57:44 UTC

Duration: 330 s

Scenario Name: NGA Basic

Scenario Description: TCP Throughput with min/average/max validation.

Scenario Progress: finished

NGA profile

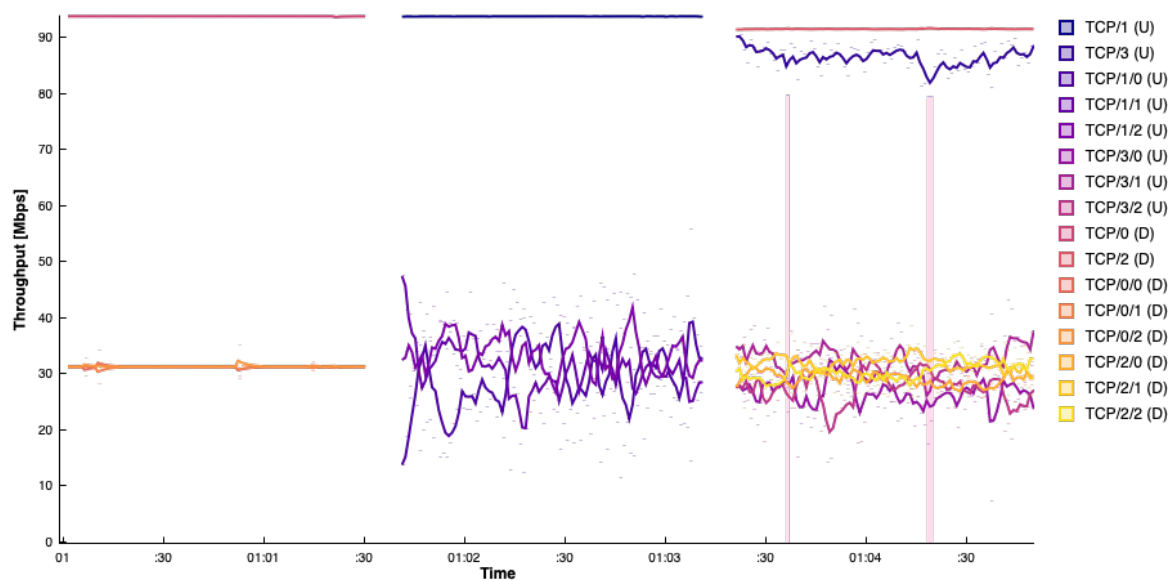
The results of the scenario are compared with the following:

	Minimal TP	Common TP	Maximal TP
Downlink	80 Mbit/s	90 Mbit/s	94 Mbit/s
Uplink	80 Mbit/s	90 Mbit/s	94 Mbit/s

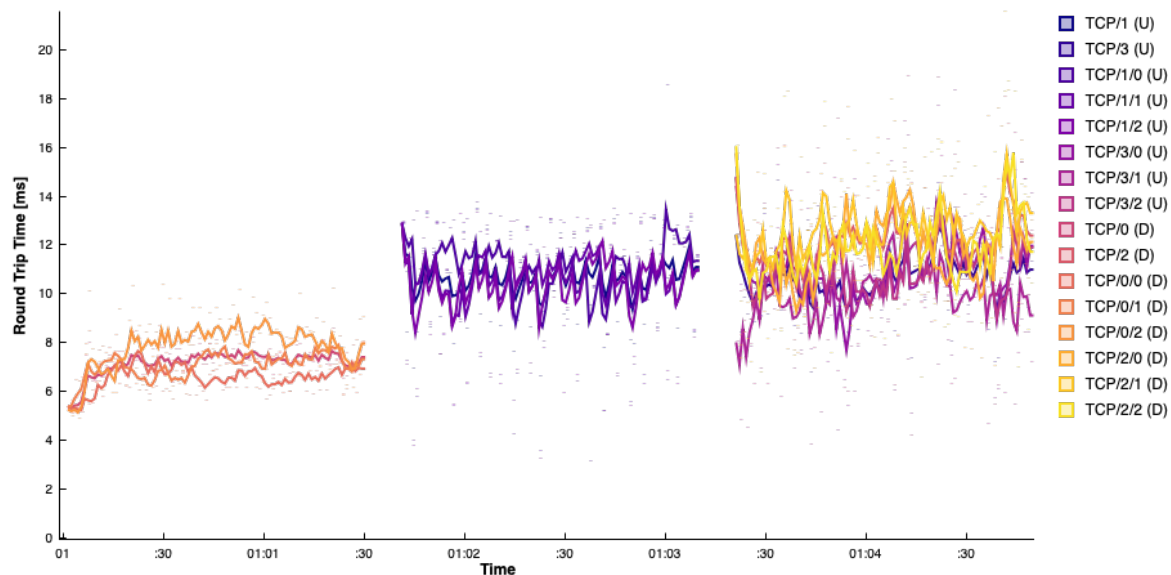
Throughput

Direction	Minimal	Common	Maximal	Passed
DOWN	93.44 Mbit/s	93.90 Mbit/s	93.93 Mbit/s	X FAILED
UP	93.69 Mbit/s	93.89 Mbit/s	94.10 Mbit/s	✓ PASSED
DOWN	91.52 Mbit/s	91.64 Mbit/s	91.83 Mbit/s	X FAILED
UP	79.39 Mbit/s	86.56 Mbit/s	92.05 Mbit/s	X FAILED

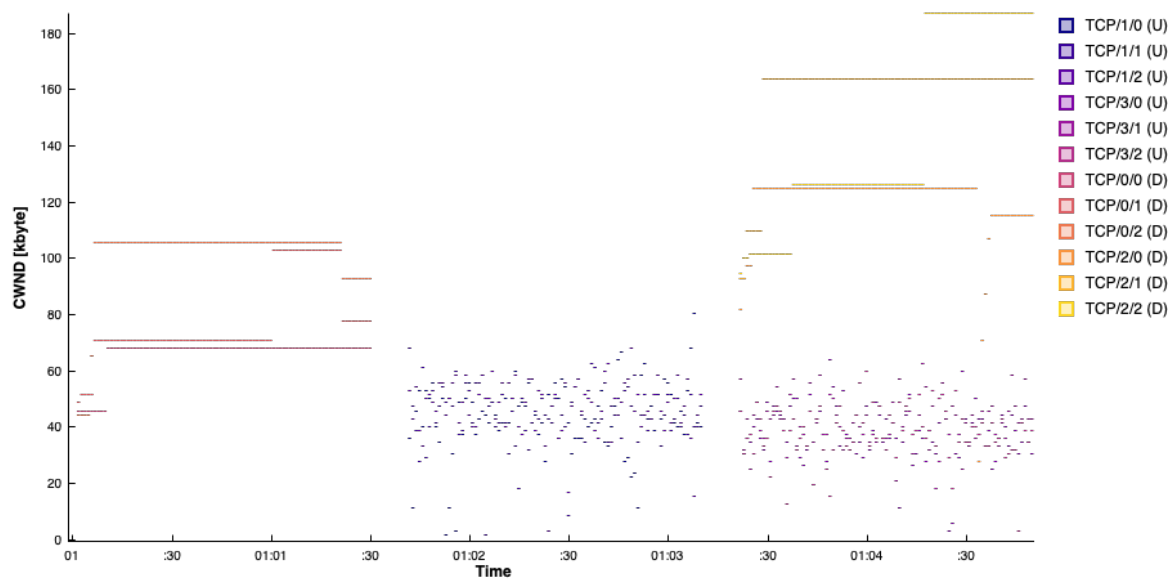
Obrázek 4.3: Ukázka obrazovky s vyhodnocením výsledků měření dle zadaných parametrů.



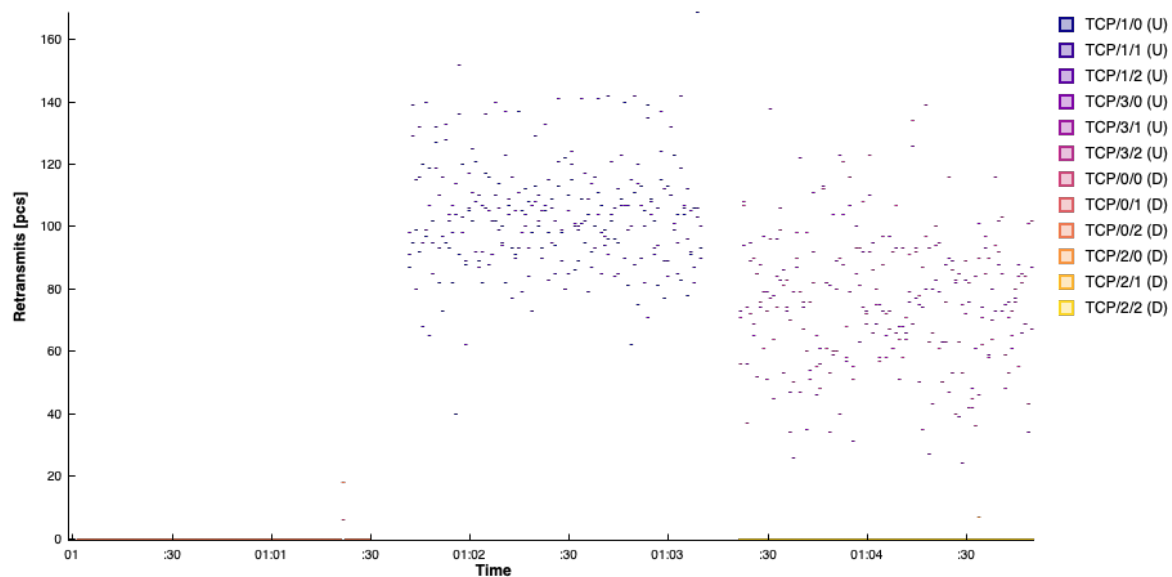
Obrázek 4.4: Ukázka průběhu propustnosti v jednotlivých fázích měření s vyznačením úseku, kde nebyly definované parametry splněny.



Obrázek 4.5: Ukázka průběhu zpoždění ve smyčce (RTT) v jednotlivých fázích měření.



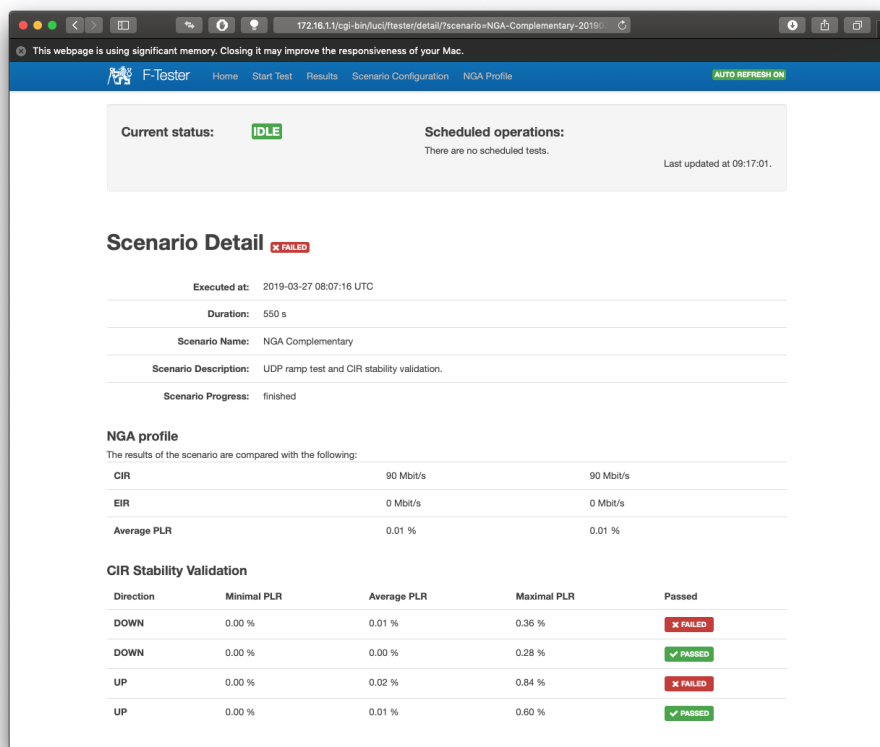
Obrázek 4.6: Ukázka průběhu změny TCP okna jednotlivých fází měření.



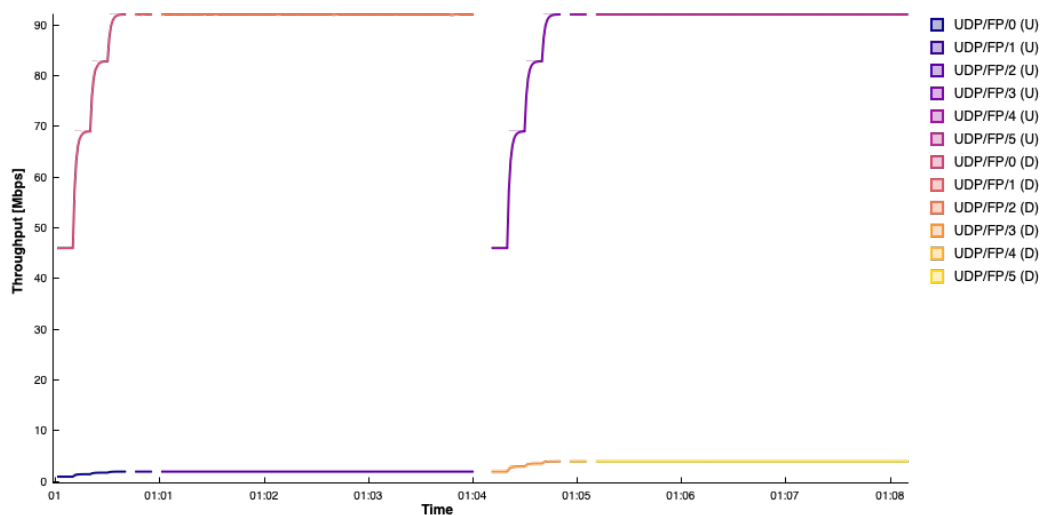
Obrázek 4.7: Ukázka grafu výskytu znovu poslaných TCP paketů (retransmisí).

4.3.2 Výsledky dle NGA Complementary

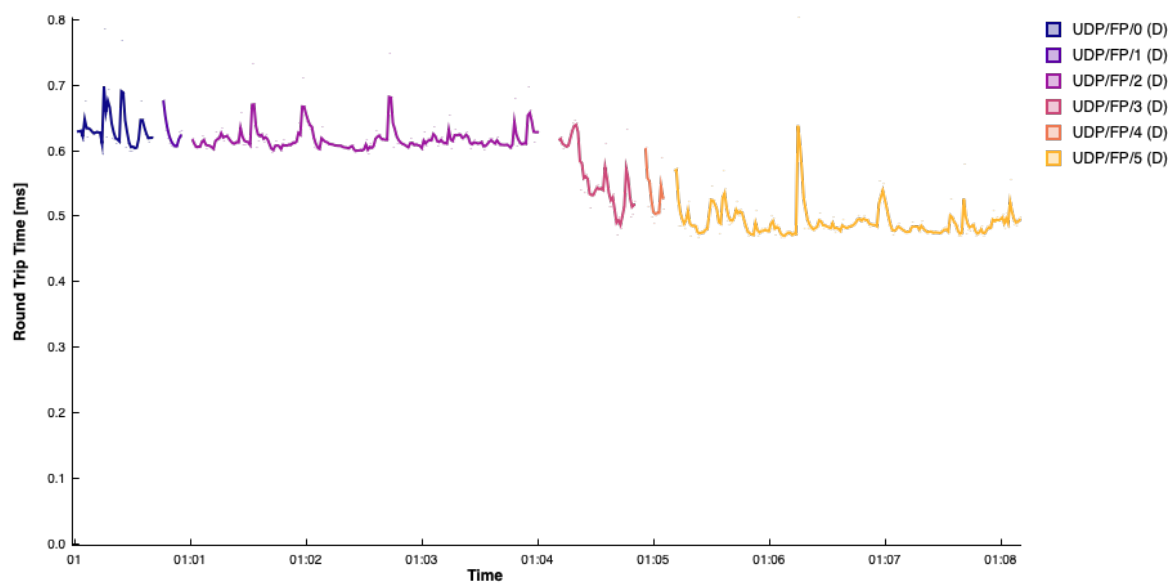
Na následujících obrázcích jsou zobrazeny všechny části generovaného reportu pro měření dle **NGA Complementary**.



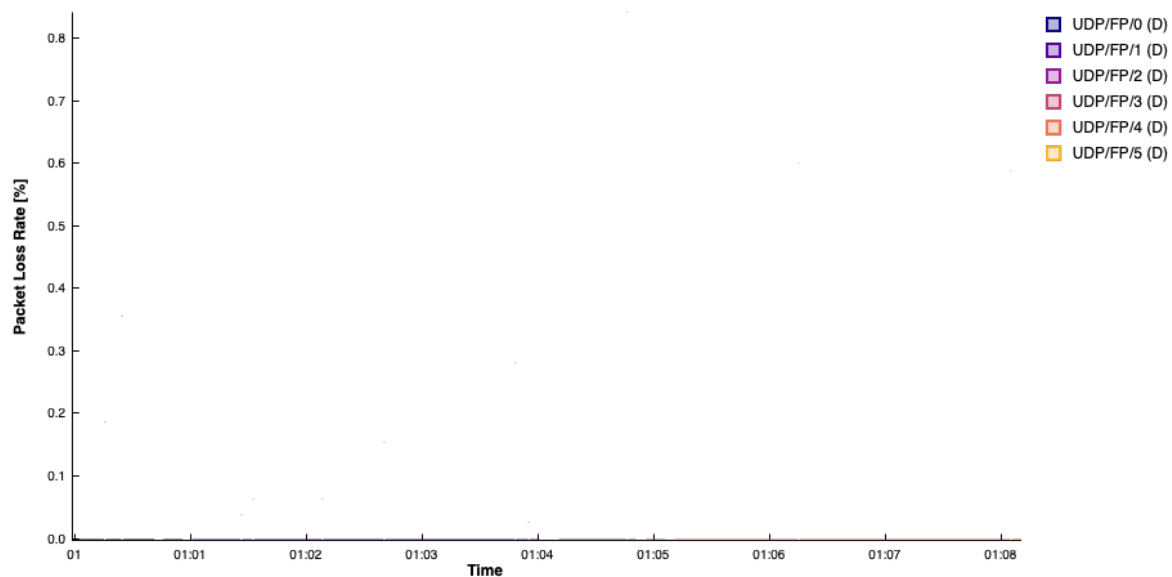
Obrázek 4.8: Ukázka obrazovky s vyhodnocením výsledků měření dle zadaných parametrů.



Obrázek 4.9: Ukázka průběhu propustnosti v jednotlivých fázích měření.



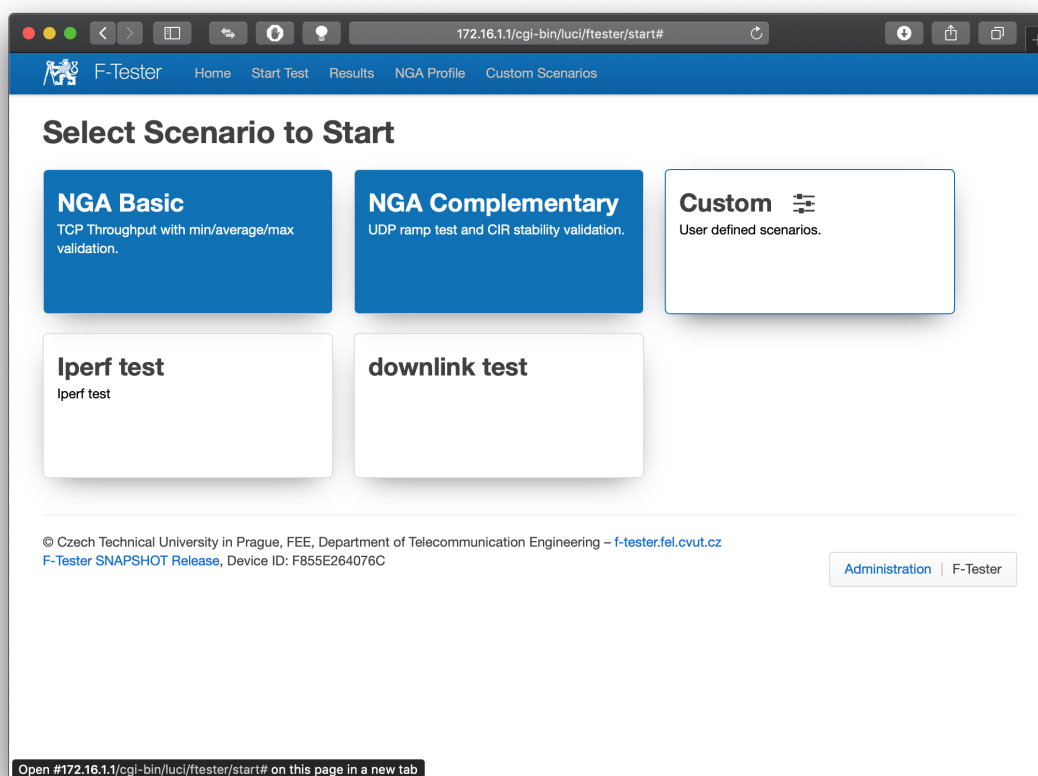
Obrázek 4.10: Ukázka průběhu zpoždění ve smyčce (RTT) v jednotlivých fázích měření.



Obrázek 4.11: Ukázka průběhu ztrátovosti paketů (PLR) v jednotlivých fázích měření.

5. Uživatelsky definované testy

Uživatelsky definované scénáře jsou dostupné z hlavního rozhraní pod položkou Start Test a rozkliknutí položky Custom viz ukázka na obrázku 5.1.



Obrázek 5.1: Ukázka rozhraní pro výběr uživatelsky definovaného testu Custom.

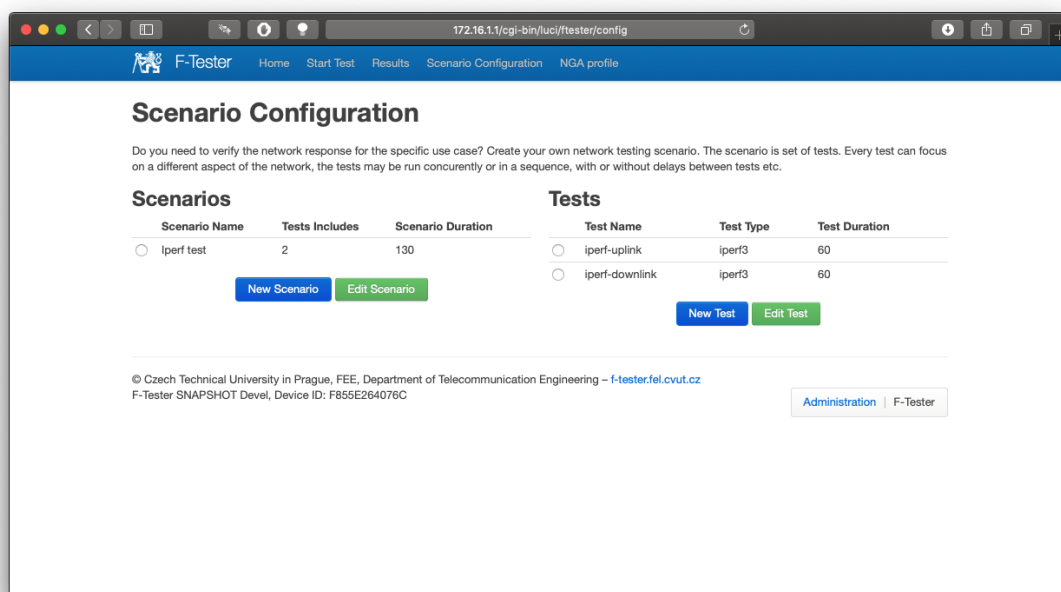
5.1 Příprava a spuštění testu

Uživatelsky definované měřicí scénáře umožňují uživateli sestavit si vlastní měřicí scénář s možností využít souběžně měření protokoly TCP i UDP v obou směrech přenosu (downstream, upstream). Spuštění scénáře lze provést okamžitě nebo ho naplánovat na pozdější dobu.

Veškerá měření probíhají na 4 vrstvě RM ISO/OSI. Na této vrstvě jsou rovněž vykresleny průběhy propustnosti a zpoždění ve smyčce.

Vytvoření uživatelsky definovaného scénáře se skládá z několika kroků:

1. Vytvoření testu/ů
2. Vytvoření scénáře
3. Spuštění scénáře



Obrázek 5.2: Ukázka rozhraní pro vkládání/editaci testů a měřících scénářů.

5.1.1 Vytvoření testu

Testy se vytvářejí v menu „Scenario Configuration“ v sekci „Tests“, viz ukázka na obrázku 5.2.

Tlačítkem „New Test“ lze vytvořit nový TCP nebo UDP test. Tlačítkem „Edit Test“ s označením daného testu lze test editovat nebo smazat.

V rámci definice testů lze editovat následující položky:

General options

1. Test name - název testu
2. Test description - popis testu
3. Duration - doba trvání testu v sekundách
4. Test type - typ testovací aplikace. Možnost zvolit: **Iperf3 TCP**, **Iperf3 UDP** a **FlowPing**. Dle zvolené aplikace se budou lišit následující parametry.

Iperf3 TCP options

Všechna TCP měření jsou prováděna programem Iperf3. Pokud není explicitně určeno, je výchozím TCP algoritmem TCP Cubic.

The screenshot shows the F-Tester web interface in a browser window. The URL is 172.16.1.1/cgi-bin/luci/ftester/custom-test. The interface has a blue header with the F-Tester logo and navigation links: Home, Start Test, Results, NGA Profile, and Custom Scenarios.

General options

- Test name:
- Test description:
- Duration:
Duration of test in seconds.
- Test type:

Iperf3 TCP options

- Direction of transmission: ☒ Upstream ☐ Downstream
- Number of parallel streams:
Up to 10 streams can be set.
- Window size:
Window size is in KBytes, max value is 8192KB.
- Maximum segment size:
MSS is in Bytes, values from range 40 - 1460 bytes are allowed.
- Amount of data:
Amount of data to transfer in KB. 0 means no limit.
- Congestion algorithm:
- Iperf report interval:

© Czech Technical University in Prague, FEE, Department of Telecommunication Engineering – f-tester.fel.cvut.cz
F-Tester SNAPSHOT Devel, Device ID: 1208209

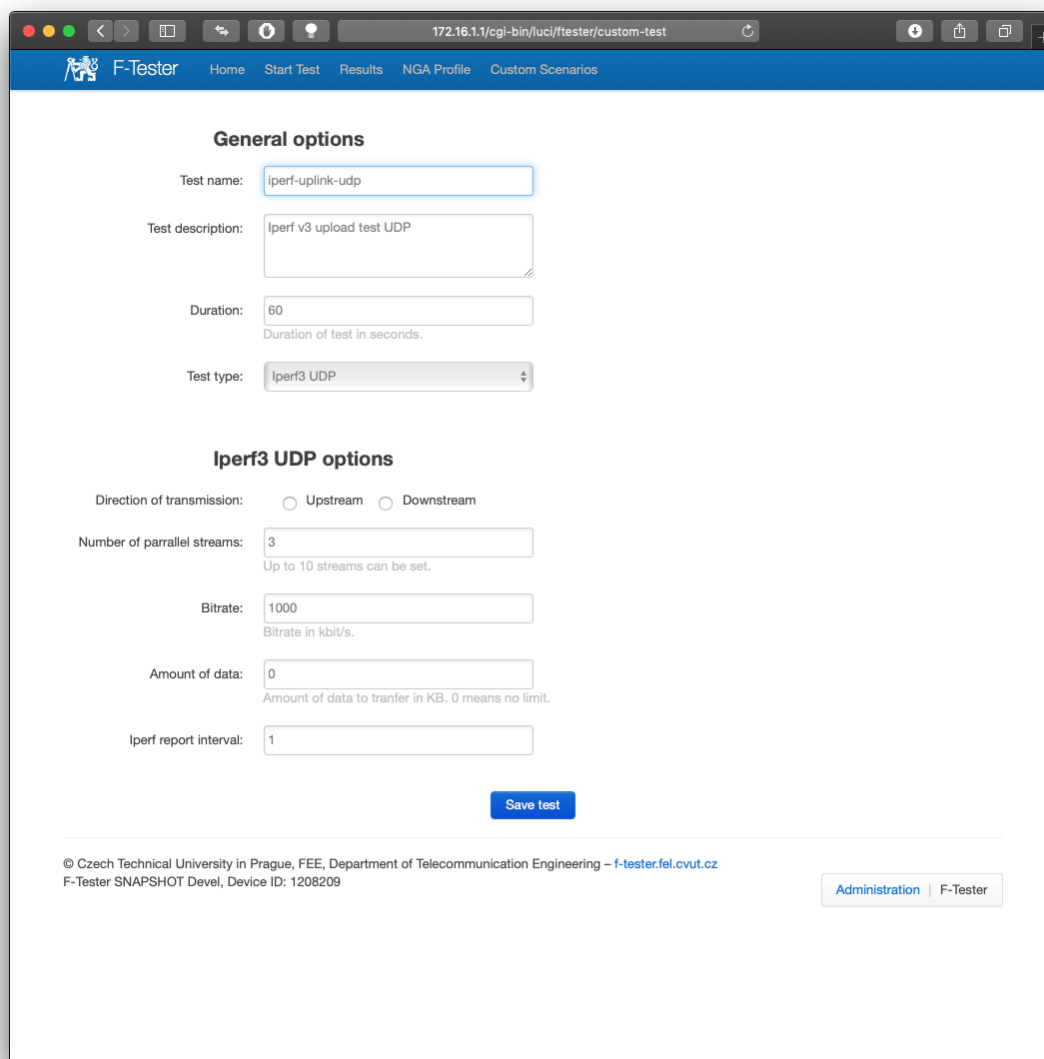
[Administration](#) | F-Tester

Obrázek 5.3: Ukázka rozhraní pro editaci testu založeného na programu Iperf verze 3 v režimu TCP.

- Direction of transmission - směr přenosu:
 - *Upstream* - směr z F-Tester[®] zařízení na měřicí server.
 - *Downstream* - z měřicího serveru na F-Tester[®].
- Number of parallel streams - počet paralelně spuštěných datových toků v definovaném směru. Horní limit je omezen konfigurací viz parametr Max. TCP flows s detailnějším popisem parametru v kapitole 3.2.2. Výchozí hodnota je 10.
- Window size - maximální velikost TCP okna definovaná v kilobajtech (KB).
- Maximum segment size - maximální velikost TCP segmentu (MTU) v bajtech (B).
- Amount of data - množství dat, které se během testu přenese. Hodnota se uvádí v kilobajtech (KB). Pokud se data přenášejí déle než je definováno v parametru „Duration“, je přenos v tomto čase ukončen. Pokud je zadaná hodnota 0 KB, je přenášen kontinuální datový tok, který je ukončen v čase definovaném parametrem „Duration“.
- Congestion algorithm - pro daný test je možné zvolit TCP algoritmus. Lze vybrat **cubic**, **reno** a **bbr**.
- Iperf report interval - interval generování výstupů aplikace Iperf3. Ve výchozím stavu je 1 sekunda.

Iperf3 UDP options

Všechna UDP měření jsou prováděna programem Iperf3.



The screenshot shows a web browser window with the URL `172.16.1.1/cgi-bin/luci/f tester/custom-test`. The page has a blue header with the F-Tester logo and navigation links: Home, Start Test, Results, NGA Profile, and Custom Scenarios.

General options

Test name:

Test description:

Duration:
Duration of test in seconds.

Test type:

Iperf3 UDP options

Direction of transmission: ☐ Upstream ☐ Downstream

Number of parallel streams:
Up to 10 streams can be set.

Bitrate:
Bitrate in kbit/s.

Amount of data:
Amount of data to transfer in KB. 0 means no limit.

Iperf report interval:

[Save test](#)

© Czech Technical University in Prague, FEE, Department of Telecommunication Engineering – f-tester.fel.cvut.cz
F-Tester SNAPSHOT Devel, Device ID: 1208209

[Administration](#) | F-Tester

Obrázek 5.4: Ukázka rozhraní pro editaci testu založeného na programu Iperf verze 3 v režimu UDP.

- Direction of transmission - směr přenosu:
 - *Upstream* - směr z F-Tester® zařízení na měřicí server.
 - *Downstream* - z měřicího serveru na F-Tester®.
- Number of parallel streams - počet paralelně spuštěných datových toků v definovaném směru.
- Bitrate - hodnota přenosové rychlosti generovaného datového toku v kbit/s.
- Amount of data - množství dat, které se během testu přenesou. Hodnota se uvádí v kilobajtech (KB). Pokud se data přenášejí déle než je definováno v parametru „Duration“, je přenos v tomto čase ukončen. Pokud je zadána hodnota 0 KB, je přenášen kontinuální datový tok, který je ukončen v čase definovaném parametrem „Duration“.
- Iperf report interval - interval generování výstupů aplikace Iperf3. Ve výchozím stavu je 1 sekunda.

FlowPing options

- Packet size - maximální velikost paketu v bajtech (B). Je možné zadat rozmezí 40 až 1460 B.
- Bitrate (start) - počáteční hodnota rychlosti generovaného datového toku v kbit/s.
- Bitrate (end) - koncová hodnota rychlosti generovaného datového toku v kbit/s.
- Direction of transmission - směr přenosu:
 - *Symetric* - obousměrný datový tok.
 - *Upstream* - směr z F-Tester® zařízení na měřicí server.
 - *Downstream* - z měřicího serveru na F-Tester®.
- FlowPing report interval interval generování výstupů aplikace FlowPing. Pokud je nastavená hodnota 0, generují se výstupy per paket. **Měření v režimu per paket má řádově vyšší nároky na výkon měřicího zařízení, jeho úložiště a samotné zpracování naměřených dat.** Ve výchozím stavu je použita hodnota 1 sekunda.

5.1.2 Vytvoření scénáře

Ve scénáři je umožněno sestavit posloupnost provádění jednotlivých testů. Pro každý test lze definovat dobu startu a délku jeho trvání. V rámci rozhraní lze přeskupovat pořadí jednotlivých testů nebo je libovolně přidávat a ubírat.

Pomocí tlačítka „New Scenario“ lze scénář vytvořit a v rámci editace tlačítkem „Edit Scenario“ lze scénář modifikovat nebo smazat.

General options

Test name:

Test description:

Duration:
Duration of test in seconds.

Test type:

FlowPing options

Packet size:
Packet size may be set in range 40 - 1460 bytes.

Bitrate (start):
Bitrate in kbit/s.

Bitrate (end):
Bitrate in kbit/s.

Direction of transmission: ☐ Symetric ☒ Upstream ☐ Downstream

FlowPing report interval:

[Save test](#)

© Czech Technical University in Prague, FEE, Department of Telecommunication Engineering – f-tester.fel.cvut.cz
F-Tester SNAPSHOT Devel, Device ID: 1208209

[Administration](#) | F-Tester

Obrázek 5.5: Ukázka rozhraní pro editaci testu založeného na programu FlowPing verze 1.5.

The screenshot shows a web browser window with the URL `172.16.1.1/cgi-bin/luci/ftester/config-scenario`. The page has a blue header with the F-Tester logo and navigation links: Home, Start Test, Results, Scenario Configuration, and NGA profile. The main content area is titled "General options" and contains the following fields:

- Scenario name:** A text input field containing "Iperf test". Below it, a note states: "Scenario name can contain only letters [a-zA-Z0-9] or [-_]. Whitespaces are not allowed."
- Scenario description:** A text area containing "Iperf test".
- Duration:** A text input field containing "130".

Below these fields is a table for configuring tests:

Test name	Start time	Duration	
iperf-uplink	0	60	
iperf-downlink	70	60	

At the bottom of the table area are three buttons: "Add Test", "Save", and "Remove".

Footer text: © Czech Technical University in Prague, FEE, Department of Telecommunication Engineering – f-tester.fel.cvut.cz
F-Tester SNAPSHOT Devel, Device ID: F855E264076C

Navigation links: Administration | F-Tester

Obrázek 5.6: Ukázka rozhraní pro editaci scénáře.

V rámci definice scénářů je možné měnit následující položky:

General options

- Scenario name - název scénáře.
- Scenario description - popis scénáře.
- Duration - délka trvání scénáře v sekundách. Je přepočítána automaticky dle zvolených testů.

Přidání jednotlivých testů do scénáře

Po kliknutí na tlačítko „Add Test“ se zobrazí rozhraní pro přidání testu do scénáře.

Pro každý test ve scénáři lze nastavit následující parametry:

- Test name - jméno testu, vybírá se ze seznamu vytvořených testů, viz popis v kapitole 5.1.1.
- Start time - definice startu testu v sekundách od spuštění scénáře.
- Duration - délka trvání testu v sekundách. Vložená hodnota přepisuje hodnotu vloženou přímo do testu, viz položka „Duration“ v konfiguračním rozhraní (kapitola 5.1.1).

5.1.3 Spuštění scénáře

Spuštění nakonfigurovaných scénářů lze provést v okně „Start Test“. Po kliknutí na položku „Custom“ se zobrazí uživatelsky definované scénáře.

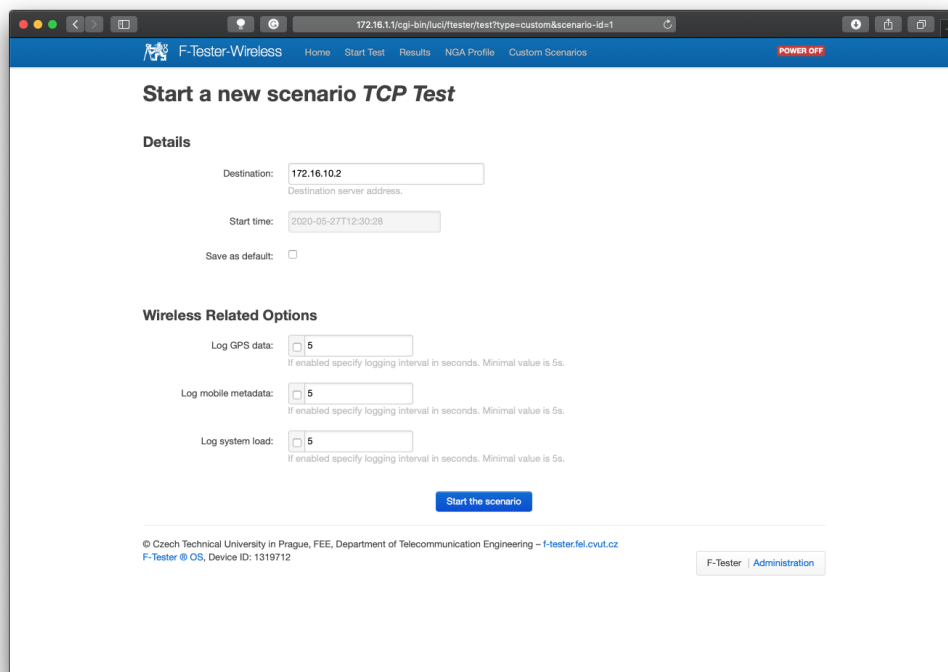
V rámci zvoleného uživatelského scénáře lze zadat:

- Destination - cílovou IP adresu serveru proti kterému bude test prováděn.
- Start time - datum a čas spuštění daného scénáře. Pokud není zadáno nic, spustí se scénář okamžitě.
- Save as default - pokud je zatržena tato volba, bude pro daný scénář hodnota z položky „Destination“ uložena jako výchozí volba.

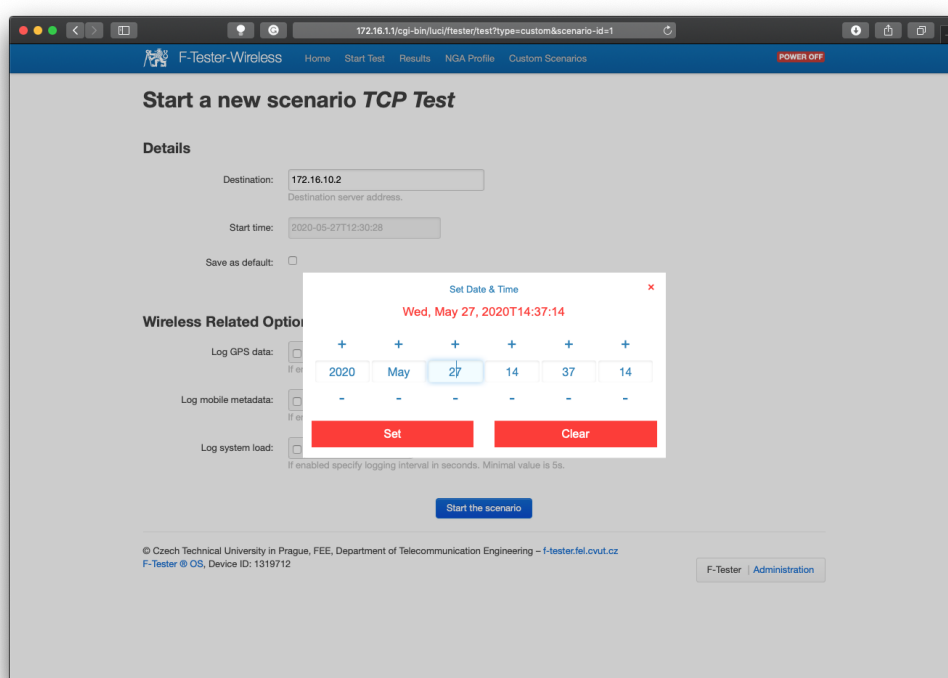
V průběhu testu lze sbírat následující data¹:

- Log GPS data - záznam pozice zařízení pomocí GPS. Minimální interval sběru polohových dat je 5 sekund.
- Log mobile metadata - záznam informací z rádiového rozhraní použitého modemu. Bližší informace k zaznamenávaným datům jsou uvedeny v kapitole 6.3. Minimální interval zaznamenávání dat je 5 sekund.
- Log system load - Zaznamenávání vytížení měřicího zařízení F-Tester® v průběhu měření. Minimální interval zaznamenávání informací je 5 sekund.

¹Dostupnost konkrétního typu dat je závislá na HW konfiguraci zařízení F-Tester®(1G, 10G, Wireless).



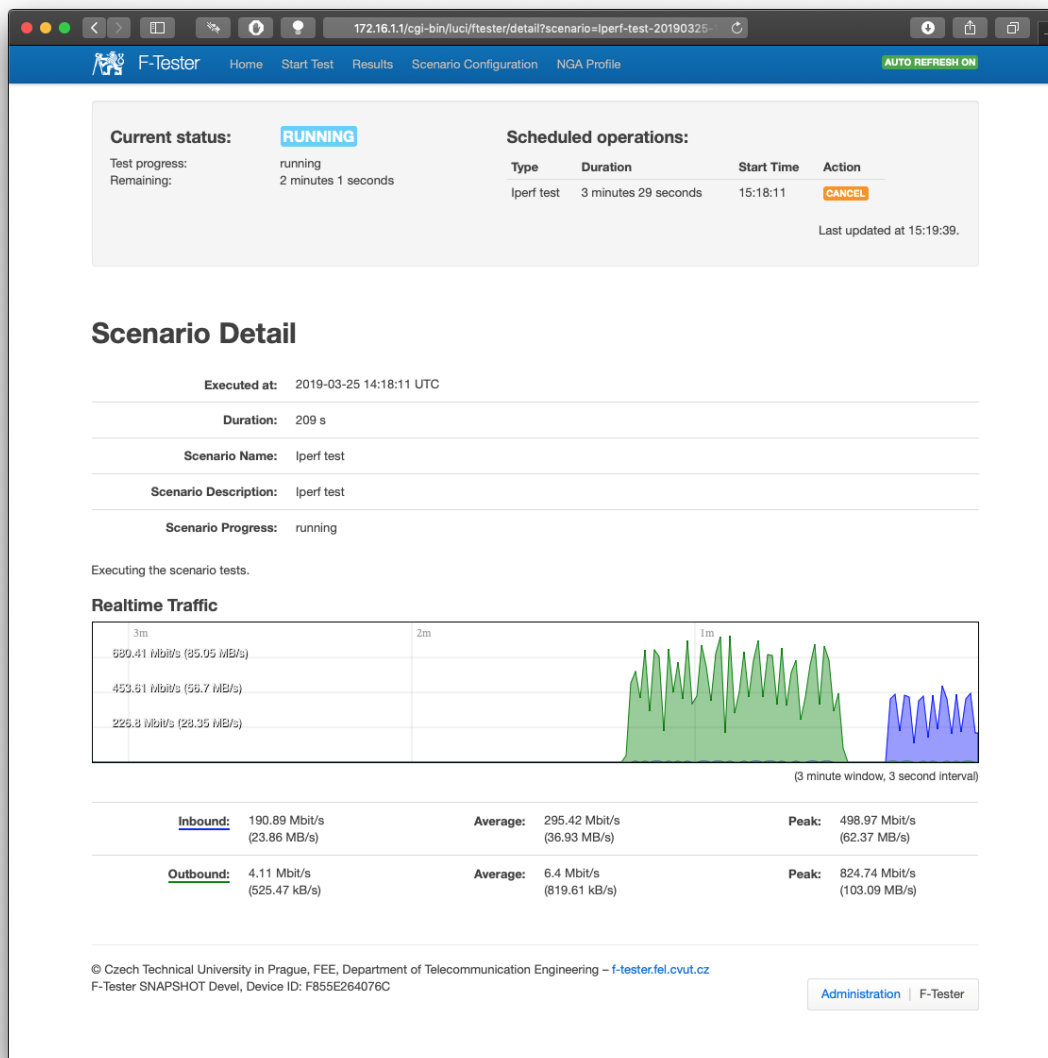
Obrázek 5.7: Ukázka rozhraní zařízení F-Tester® Wireless s možností volby cílového serveru a výběrem typu sbíraných dat.



Obrázek 5.8: Ukázka rozhraní pro naplánování spuštění scénáře. Volba data a času spuštění zvoleného scénáře.

5.2 Průběh měření

V průběhu měření se po najetí na detail scénáře zobrazí informace o prováděném měření včetně on-line zobrazení aktuálního datového toku na měřicím rozhraní, viz obrázek 5.9.



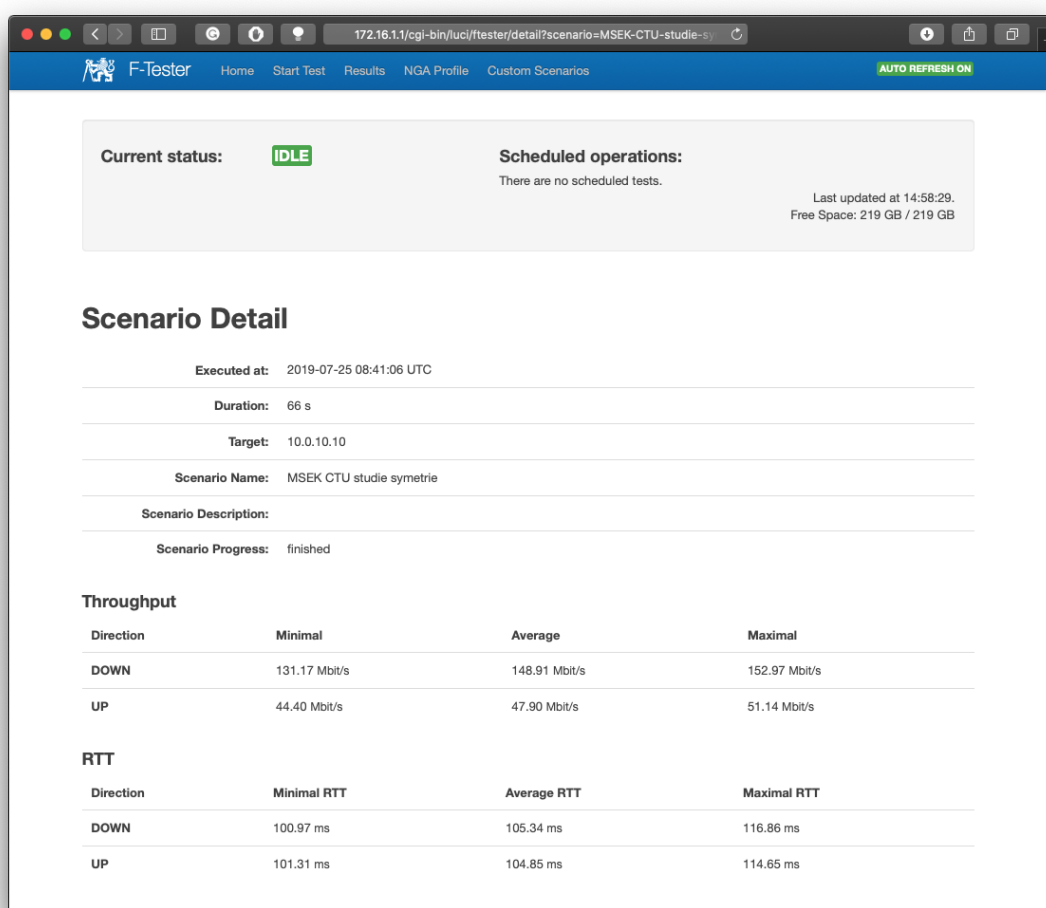
Obrázek 5.9: Ukázka obrazovky s náhledem na aktuálně prováděný test. Zobrazený graf je obnovován co 3 sekundy, takže uváděné hodnoty nekorelují se skutečně naměřenými a řádně vyhodnocenými průběhy ve výstupech měření.

5.3 Výsledky testů

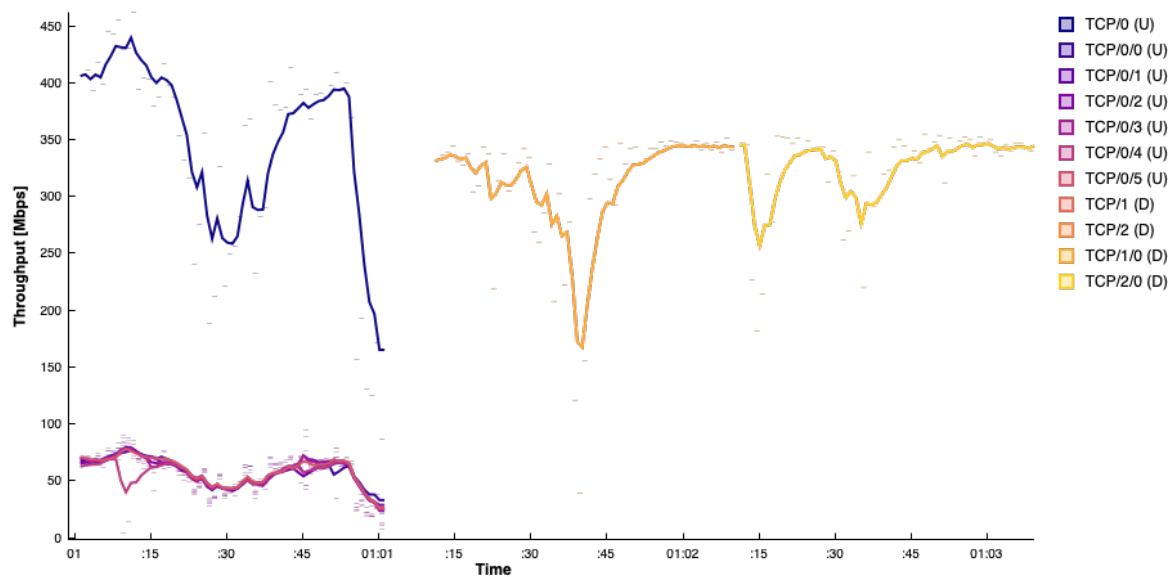
Jakmile měřicí úloha skončí ve stavu „finished“, lze provést zobrazení měřicího protokolu. Protokol z měření je dostupný pod tlačítkem „Detail“ viz přehledová obrazovka všech výsledků na obrázku 6.1.

Protokol z provedeného měření je složen z několika částí:

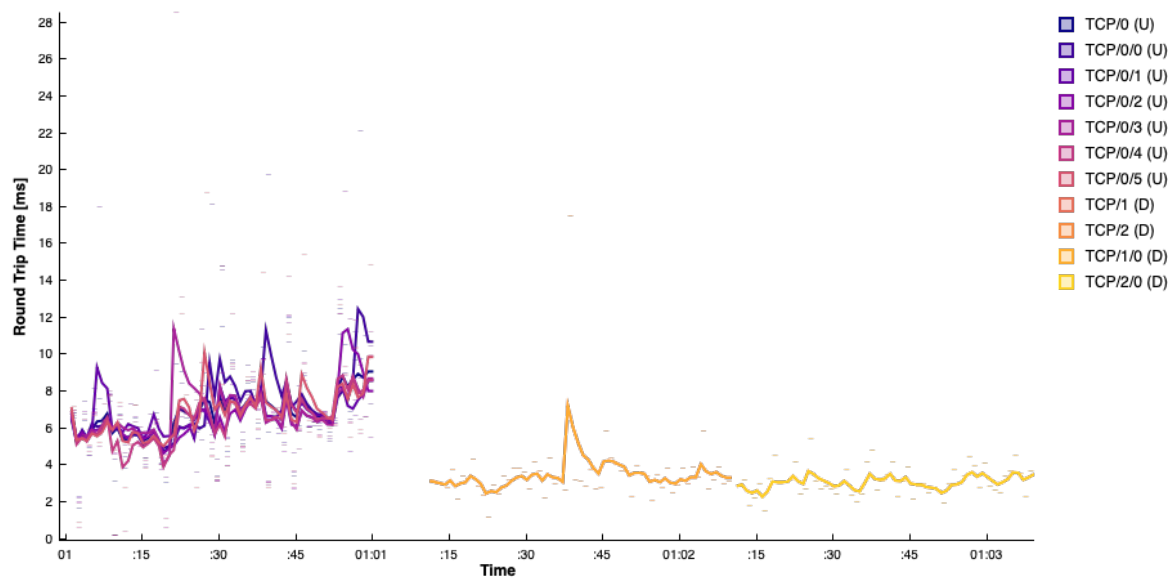
1. Základní informace o provedeném měření.
2. Statistické informace o celkové propustnosti a zpoždění ve smyčce provedeného měření.
3. Grafy naměřených hodnot. Dle použitého měřicího programu (Iperf3, FlowPing) se mohou jednotlivé grafy lišit.



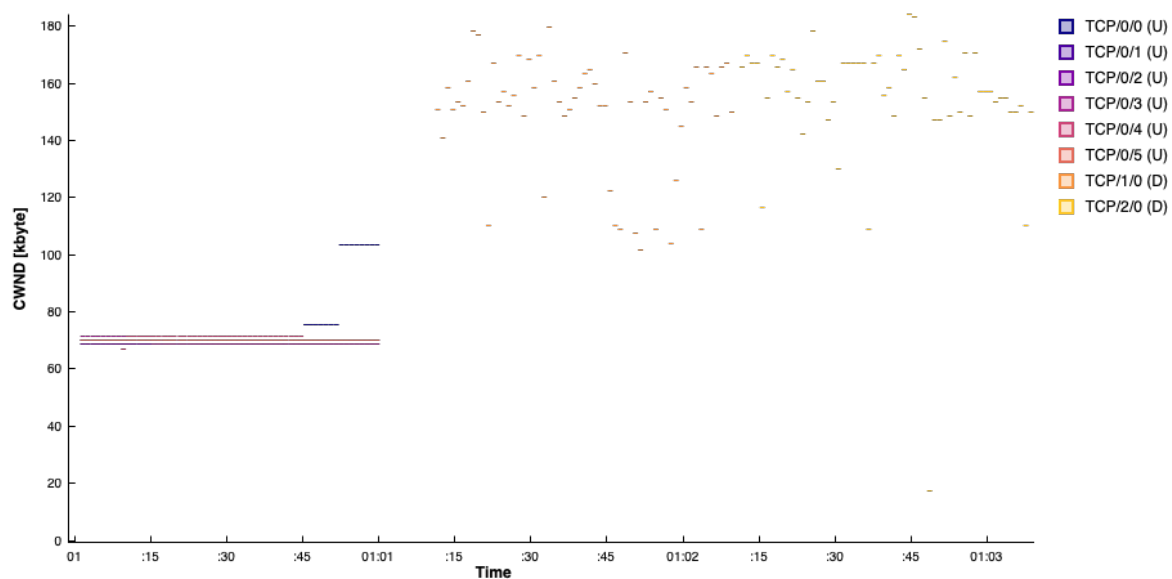
Obrázek 5.10: Ukázka detailu vyhodnocení průběhu uživatelského testu.



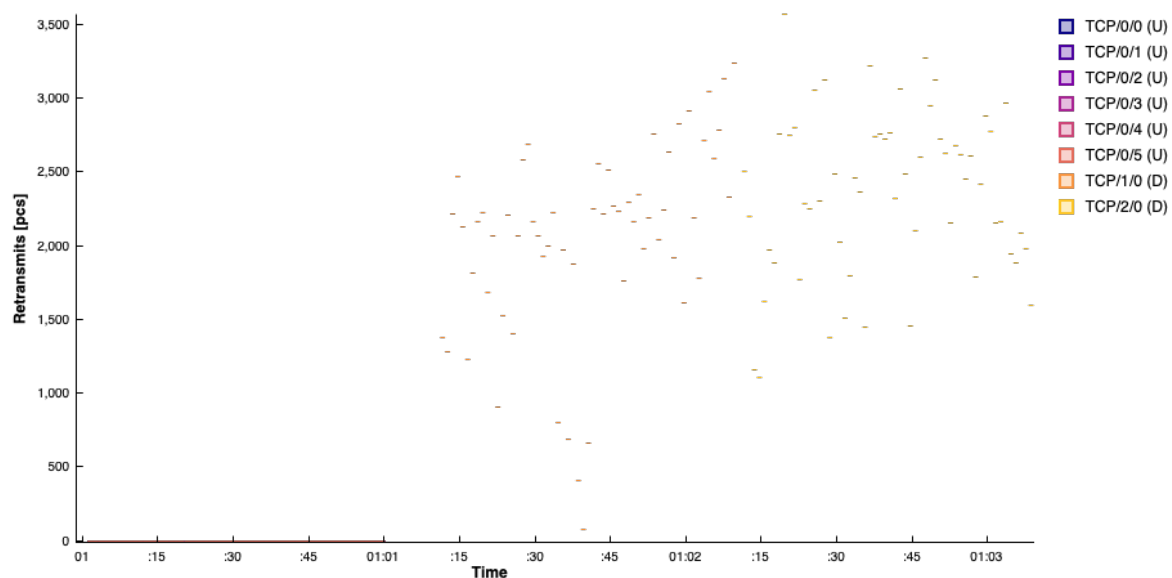
Obrázek 5.11: Ukázka grafu naměřené datové propustnosti. Graf je dostupný pro TCP a UDP měření.



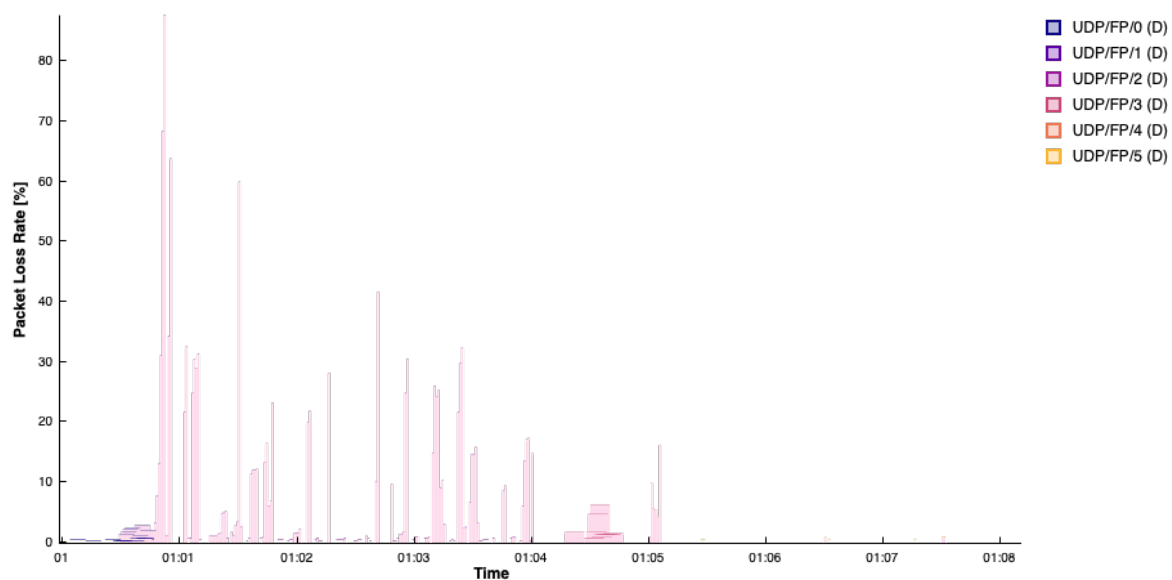
Obrázek 5.12: Ukázka grafu naměřeného zpoždění ve smyčce (RTT). Graf je dostupný pro TCP a UDP (Flowping) měření.



Obrázek 5.13: Ukázka grafu naměřeného chování TCP okna. Graf je dostupný pouze u měření TCP protokolem.



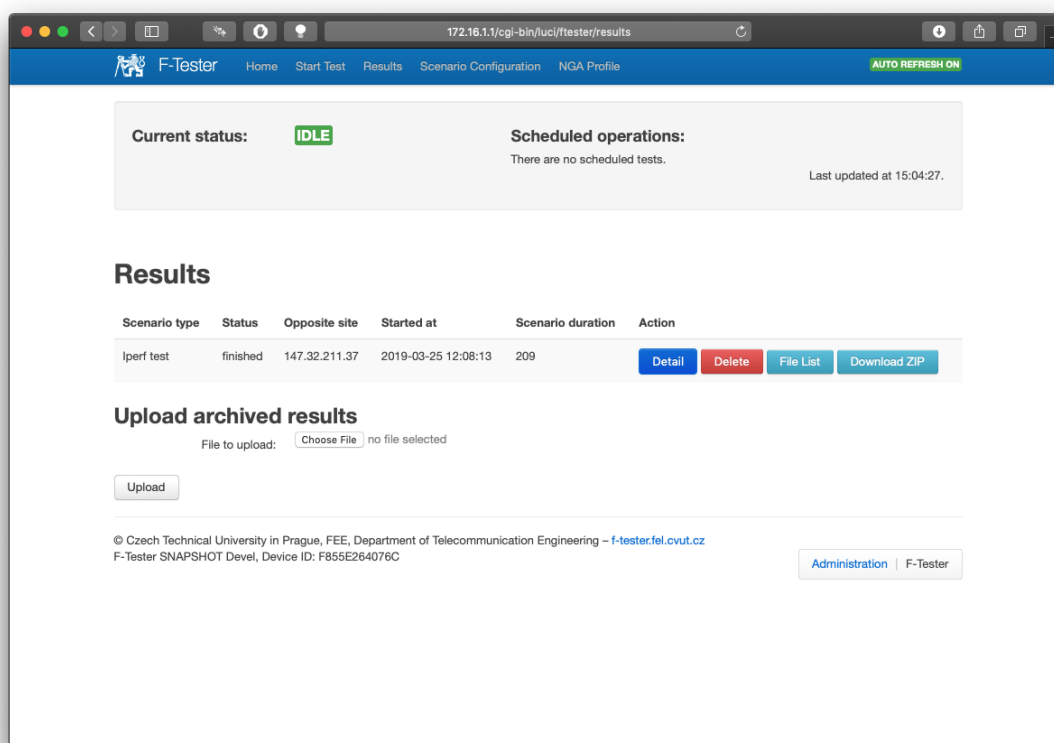
Obrázek 5.14: Ukázka grafu výskytu znovu poslaných TCP paketů (retransmisí). Graf je dostupný pouze u měření TCP protokolem.



Obrázek 5.15: Ukázka grafu výskytu ztráty paketů při UDP měřené programem Flowping.

6. Výsledky uživatelských testů

Výsledky měření jsou uloženy v sekci „Results“, viz ukázka na obrázku 6.1.



Obrázek 6.1: Ukázka obrazovky se seznamem všech provedených měření.

6.1 Práce s výsledky

U jednotlivých výsledků měření je zobrazeno několik informací:

- Scenario - název měřicího scénáře
- Status - stav měření, dostupné jsou následující stavy:
 - queued - měřicí scénář je ve frontě a čeká na ukončení měřicích scénářů před ním,

- `scheduled` - měřicí scénář je připraven ke spuštění,
 - `running` - aktuálně spuštěný měřicí scénář,
 - `failed` - měřicí scénář nebyl řádně dokončen,
 - `stopping` - měřicí scénář je násilně ukončován (některý z dílčích měřicích procesů selhal) ,
 - `compression` - měření bylo dokončeno a výsledky jsou komprimovány,
 - `finished` - úspěšně dokončené měření,
 - `error` - měření skončilo s chybou,
- `Target` - IP adresa serveru, vůči kterému se měření provádí,
 - `Started at` - časová značka startu měřicího scénáře,
 - `Duration` - délka trvání měřicího scénáře,
 - `Action` - funkce pro manipulaci se scénářem, dostupné jsou následující položky:
 - `Detail` - zobrazí detail prováděného testu včetně jeho výsledku,
 - `Delete` - smaže vše z daného měřicího scénáře,
 - `File List` - zobrazí adresářovou strukturu výsledků provedeného měřicího scénáře,
 - `Download ZIP` - stáhne výsledky ve formátu **ZIP**.

6.2 Vložení uložených výsledků

Pokud jsou výsledky staženy ve formátu ZIP pomocí tlačítka `Download ZIP` je možné je zpět nahrát v sekci `Upload archived results`. Nahrání lze provést i na jiném zařízení, než na kterém byly výsledky pořízeny. Ukázka okna pro nahrání výsledků je na obrázku 6.1.

6.3 Struktura uložených dat

Data generovaná zařízením F-Tester® jsou uložena do adresářové struktury odpovídající následujícímu předpisu¹. Data jsou primárně ukládána ve formátu JSON, případně jsou komprimována metodou GZIP. Dle instalovaného příslušenství se může lišit počet i obsah jednotlivých souborů. V jednotlivých

adresářích a souborech se lze setkat s těmito informacemi:

- **csv** - adresář s uloženými daty ve formátu CSV viz nastavení v kapitole 3.2.5
 - **status.json.csv** - informace o poloze ve formátu CSV
 - **mobile.json.csv** - informace o mobilní síti ve formátu CSV
- **measurement** - adresář s uloženými daty ve formátu JSON
 - **gps.json** - soubor se záznamem polohy z GPS přijímače
 - **mobile.json** - soubor se záznamem informací o měřené mobilní síti
 - **test-1.flowping.gz** - komprimovaný výstup programu FlowPing
 - **test-2.flowping** - nekomprimovaný výstup programu FlowPing
 - **test-1.iperf3.gz** - komprimovaný výstup programu Iperf3
 - **test-2.iperf3** - nekomprimovaný výstup programu Iperf3
- **scenario.json** - soubor s popisem scénáře provedeného měření
- **status.json** - soubor s výsledkem provedeného měření

¹Obsah souborů v adresářích measurement a csv se může lišit dle provedeného měření a dle použitého HW vybavení (1G, 10G, Wireless).

6.3.1 Data aplikace Iperf3

Data generována aplikací Iperf3 během měření.

Parametr	Popis parametru
TCP	
socket	identifikace příslušnosti datového toku
start	počátek časového intervalu [s]
end	konec časového intervalu [s]
seconds	délka časového intervalu [s]
bytes	počet přenesených bajtů [s]
bits_per_second	rychlost přenosu v bitech za sekundu [b/s]
retransmits	počet retransmisí TCP segmentu
snd_cwnd	velikost TCP okna na odesílací straně [B]
rtt	zpoždění ve smyčce [ms]
rttvar	rozptyl zpoždění ve smyčce
pmtu	maximální velikost přenášeného paketu
omitted	informace zda data byla vynechána ze souhrnných statistik
sender	informace zda data pochází ze strany vysílání
UDP	
socket	identifikace příslušnosti datového toku
start	počátek časového intervalu [s]
end	konec časového intervalu [s]
seconds	délka časového intervalu [s]
bytes	počet přenesených bajtů [s]
bits_per_second	rychlost přenosu v bitech za sekundu [b/s]
packets	počet paketů
jitter_ms	rozptyl zpoždění [ms]
lost_packets	počet ztracených paketů
lost_percent	ztrátovost [%]
omitted	informace zda data byla vynechána ze souhrnných statistik
sender	informace zda data pochází ze strany vysílání

Tabulka 6.1: Data generovaná aplikací Iperf3 za definovaný časový interval. Standardně 1 sekundu. Časový interval lze změnit v nastavení testu v proměnné „Iperf report interval“ viz popis v kapitole 5.1.1.

6.3.2 Data aplikace FlowPing

Data generována aplikací FlowPing během měření.

Parametr	Popis parametru
ts	časová značka pořízení záznamu v UNIX Epoch
dir	směr přenosu (rx/tx)
loss	průměrná paketová chybovost
rtt	průměrná hodnota zpoždění ve smyčce [ms]
pkts	počet přenesených paketů
bytes	počet přenesených bajtů
seq	sekvenční číslo intervalu/paketu
size	velikost payloadu

Tabulka 6.2: Data generovaná aplikací FlowPing za definovaný časový interval nebo per přenesený paket. Ve výchozím stavu se data zaznamenávají co 1 sekundu. Časový interval lze změnit v nastavení testu v proměnné „FlowPing report interval“ viz popis v kapitole 5.1.1.

6.3.3 Informace o poloze

Informace o poloze jsou dostupné pouze u zařízení F-Tester® Wireless. Parametry uvedené v tabulce 6.3.3 se nacházejí v souborech JSON a CSV.

Parametr	Popis parametru
age	doba stáří informace [s]
course	kurz ve stupních [deg]
elevation	nadmořská výška [m]
latitude	zeměpisná šířka [deg]
longitude	zeměpisná délka [deg]
speed	rychlost [km/h]
timestamp	časová značka pořízení záznamu v UNIX Epoch

Tabulka 6.3: Seznam sbíraných polohových údajů. Interval sběru dat lze změnit viz položka Scan interval u GPS rozhraní v konfiguraci bezdrátového modulu 3.2.2.

6.3.4 Informace o mobilní síti

Informace o mobilní síti jsou dostupné pouze u zařízení F-Tester® Wireless. Parametry uvedené v tabulce 6.3.4 se nacházejí v souborech JSON a CSV.

Parametr	Popis parametru
capabilities_data_service	podporovaný datový režim
capabilities_max_rx_channel_rate	maximální inzerovaná přenosová rychlost [b]
capabilities_max_tx_channel_rate	maximální inzerovaná přenosová rychlost [b]
capabilities_networks_1	podporovaná technologie v síti
capabilities_networks_2	podporovaná technologie v síti
capabilities_sim	
name	název rozhraní (mobile)
scan_interval	interval obnovy dat z mobilního rozhraní [s]
settings_ip-family	podporovaný IP protokol
settings_ipv4_dns1	IP adresa 1. DNS serveru
settings_ipv4_dns2	IP adresa 2. DNS serveru
settings_ipv4_gateway	IP adresa výchozí brány
settings_ipv4_ip	přiřazená IP adresa
settings_ipv4_subnet	přiřazená maska podsítě
settings_mtu	maximální velikost MTU
settings_pdp-type	typ PDP kontejneru
signal_io	[dBm]
signal_rsrp	Reference Signal Received Power [dBm]
signal_rsrq	Reference Signal Received Quality [dB]
signal_rssi	Received Signal Strength Indicator [dBm]
signal_sinr	Signal to Interference plus Noise Ratio [dB]
signal_snr	Signal to Noise Ratio [dB]
signal_type	typ sítě
status	stav připojení do mobilní sítě
system_cell_id	
system_lac	
system_ltrac	
system_plmn_description	
system_plmn_mcc	
system_plmn_mnc	
system_provider	název operátora
system_registration	stav registrace do mobilní sítě
system_roaming	stav aktivace roamingu
timestamp	časová značka pořízení záznamu v UNIX Epoch
type	

Tabulka 6.4: Seznam sbíraných údajů z mobilní sítě. Interval sběru dat lze změnit viz položka Scan interval u mobilního rozhraní v konfiguraci bezdrátového modulu 3.2.2.

7. Podpora

7.1 Důležité kontakty

V případě obchodních a marketingových dotazů se prosím obraťte na:

- Jméno: Josef Beran
- Email: Josef.Beran@profiber.eu
- Telefon: +420 733 532 226



V případě technických problémů či dotazů se prosím obraťte na:

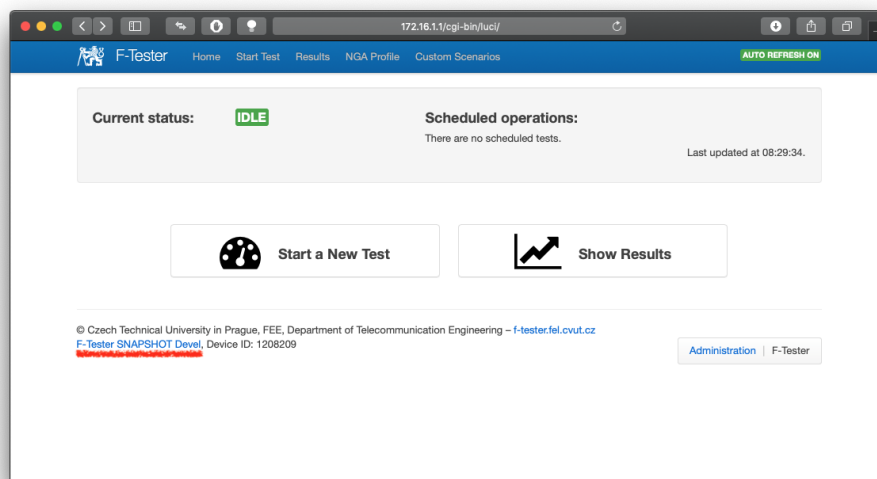
- Web: <https://f-tester.fel.cvut.cz>
- Email: f-tester@fel.cvut.cz



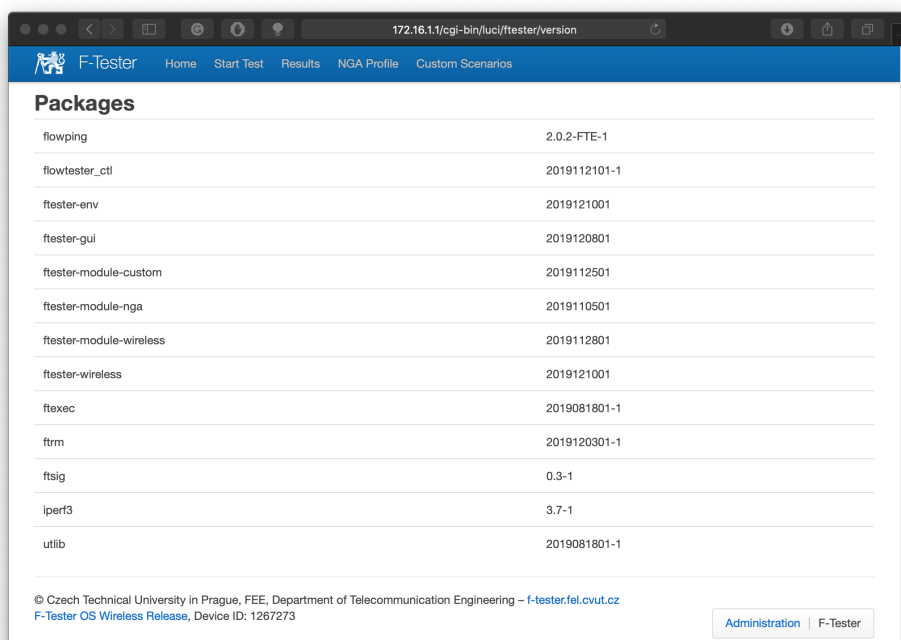
7.2 Informace o systému

V zařízení lze vyvolat přehledovou obrazovku s informacemi o verzi systému a verzích jednotlivých instalovaných modulů. Na stránce jsou rovněž uvedeny základní informace o vytížení zařízení F-Tester®.

Obrazovka se skrývá pod odkazem uvedeným v zápatí všech stránek viz obrázek 7.1.



Obrázek 7.1: Ukázka odkazu pro zobrazení přehledové tabulky instalovaných aplikací a modulů.



Obrázek 7.2: Ukázka tabulky se zobrazením informací o verzi systému a instalovaných modulech.

8. Historie verzí

Verze	Datum uvolnění	Historie verzí
2.0	12.12.2019	Manuál verze 2.0. Přepřacováno rozhraní konfigurace zařízení F-Tester®. Přidání sekce konfigurace zařízení F-Tester® Wireless.
2.1	25.6.2020	Manuál verze 2.1. Přidán popis F-Tester® Wireless. Revize kapitol a obrázků.

Tabulka 8.1: Přehled jednotlivých změn v dokumentu.