

Modulární platforma pro měření v energetice ENA-NXG a propojení na centrální systémy pro práci s daty

**Doc. Ing. Daniel Kaminský, CSc.
Ing. Jiří Hula, Ph.D.
ELCOM, a.s.**

ELCOM, a.s.

- Založena v roce 1990
- Ryze česká společnost
- 165 zaměstnanců
- Rating společnosti D&B je 1A2



-
- Zaměření společnosti: Elektrotechnika a měřicí a testovací technika

ENA-NXG

- Měřicí platforma je postavena na modulární architektuře
- Umožňuje kombinaci CPU modulu a až 6-ti vstupních modulů do jednoho měřicího přístroje
- **Výsledná funkcionálna ENA-NXG je přímo definována počtem a typem vstupních karet a samotným měřicím firmwarem.**



ENA-NXG – hardware (1)

- CPU modul je postaven na bázi NI-SOM (dvoujádrový 667 MHz procesor, FPGA pole, real-time OS, NI LabVIEW) spolu s SD kartou, Ethernetem, sériovým portem, USB portem pro stahování dat a propojení s PC, variantně i GPS nebo optickým rozhraním
- 4-kanálový vysokonapěťový modul má rozsah 300V RMS (měřitelné do 600V RMS), vzorkování 24-bitovým převodníkem rychlostí 16/32 kSa/k, je vybaven 6kV izolací. **Je určen pro přímé měření napětí**
- Variantně je vysokonapěťový modul rozšiřitelný o další 4 nízkonapěťové vstupy, **Ty jsou použity pro nepřímé proudové měření pomocí proudových transformátorů XX A / 330 mV. Tímto modulem lze měřit kompletní třífázový systém (4U, 4I)**



ENA-NXG – hardware (2)

- 8-mi nebo 16-ti kanálový nízkonapěťový modul má rozsah 1V RMS, vzorkování 24-bitovým převodníkem rychlostí 16 kSa/k. **Tento modul je určen pro nepřímé proudové měření pomocí proudových transformátorů XX A / 330 mV, může tedy měřit až 16 proudů.** 2 kanály lze přepnout na měření teploty/PT1000
- 5-kanálový proudový modul, rozsah 1A RMS nebo 5A RMS, vzorkování 24-bitovým převodníkem 16/32 kSa/k
- 16-kanálový modul digitálních vstupů
- Další lze vyvinout dle požadavků aplikace a zákazníka



ENA-NXG – funkcionalita (1)

Kvalita Elektřiny (PQ)

- Firmware přístroje počítá parametry kvality elektřiny dle EN50160 a splňuje požadavky na vyhodnocení dle normy **IEC 61000-4-30 Třídy A** a dalších (61000-4-7, 61000-4-15)
- U, I, P, Q, S, frekvence, THD U, THD I, účinník, energie – AP, AQ, AS, APin, APout, všechny veličiny po fázích i celkově
- Harmonické – U a I, do 50té harmonické, volitelně i harmonické výkonů
- Kvalita napětí dle EN50160, IEC 61000-4-30 (U, frekvence, THD U, flicker, nesymetrie, harmonické), napěťové události (přepětí, podpětí, přerušení)
- Osciloskopické záznamy – přístroj uloží osciloskopický záznam U a I v případě splnění podmínky (128/256 vzorků na periodu)

Monitoring vývodů (MFM)

- Vstupní moduly měřicího přístroje lze zkombinovat tak, aby byl měřen jeden třífázový systém napětí a řada třífázových systémů proudu. Takovýto přístroj pak lze například použít pro monitoring vývodů z distribučního transformátoru.
- Funkcionalita takového přístroje (MFM multi-feeder-monitor) je totožná s analyzátozem kvality elektřiny, s možností měřit celkem až 10 třífázových vývodů. Multi-feeder-monitor také poskytuje detailní informace o výkonech a energiích jednotlivých vývodů.

ENA-NXG – funkcionalita (2)

Měření Synchrofázorů (PMU)

- PMU - Phasor Measurement Unit je přístroj pro přesné měření fázorů systémem GPS.
- Okamžité hodnoty synchrofázorů z různých míst přenosové či distribuční soustavy jsou používány pro on-line detekci stavu energetické soustavy. Rozdíl fázových úhlů napětí v různých místech sítě indikuje stav, ve kterém se tato síť nachází a umožňuje tak dřívější odhalení poruch a nežádoucích stavů, které mohou vést k rozdělení sítě na ostrovní provoz (Islanding) nebo dokonce k výpadkům dodávky elektrické energie (Blackout).

Kombinovaná funkcionalita

- Platforma ENA-NXG je otevřená z pohledu hardware i firmware. Umožňuje kombinaci typu a počtu vstupních modulů, což dovoluje sestavit přístroj přesně podle požadavků koncového uživatele. Firmware přístroje lze připravit jako mix výše uvedených funkcionalit, a je možné doplnit i uživatelem definované rozšiřující požadavky.
- Ve speciálních případech lze platformu ENA-NXG dodat jako otevřený OEM systém s příklady pro následný vlastní vývoj na straně uživatele.



ENA-NXG – rozhraní

Data jsou poskytována dvěma způsoby:

- Okamžité hodnoty a nastavení – pomocí standardního protokolu (MODBUS/TCP), obnovování každých 200 ms, všechny veličiny
- Historická data — přístroj vyhodnocuje True RMS/průměrnou hodnotu všech výše uvedených veličin v nastaveném intervalu (například 1 minuta) a ukládá tyto data ve standardizovaném formátu (CSV soubory). Přístroj je schopen lokálně uchovávat tyto data minimálně 12 měsíců. Historická data také obsahují kvalitu napětí a události na napětí dle EN5016.

Výše uvedené formáty umožňují integraci platformy ENA-NXG do libovolného centrálního systému.

ENA-NXG - instalace



ENA-SCADA

ENA-SCADA je centrální systém pro práci s analyzátory kvality elektřiny různých výrobců

Základní funkcionalita:

- Stahování okamžitých a historických dat z PQ analyzátorů
- Komunikace se všemi komponentami, ověřování stavu
- Ukládání do SQL databáze (MS SQL, ORACLE)
- Zobrazování on-line (okamžitých) hodnot
- Zobrazování off-line (historických) hodnot
- Dohledový systém, zobrazování stavu všech komponent, alarming
- Nástroje pro správu všech připojených zařízení/rozvoden/oblastí
- Virtuální elektroměry (sumy/rozdíly řady zařízení)
- Automaticky generované reporty
- Rozesílání zpráv – email, sms (dohled, reporty, události atd.)
- Rozhraní k dalším systémům (web-service, SQL, MODBUS atd.)
- On-premise nebo i cloudové řešení

ENA-SCADA - on-line data

On-line data

- Strom oblastí, rozvoden, přístrojů s aktuálními daty
- Grafy – posledních 1 minuta, 10 minut, 1 hodina
- Napěťově-frekvenční profil vybrané hladiny
- Poslední disturbance – automatické zobrazení poslední události v reálném čase (půl-periodové hodnoty)
- Vektory a harmonické
- Mapy – zobrazení mapy s indikací veličin dle jednotlivých rozvoden/oblastí s možností alarmingu, zobrazení stavu z dohledového systému
- Dohledový systém – stav všech komponent, seznam všech uplynulých událostí
- Stav ukládání
- Limity pro vyhodnocení událostí na přístrojích
- Notifikace – definice, seznam, schvalování

ENA-SCADA - on-line data

Okamžité hodnoty a grafy posledních 10-ti minut

On-line Table

Search for device

U ☒ I ☒ f ☒ P ☒ S ☒ PF ☒ THD u ☒ THD i ☒ Temp ☒

U harm ☒ I harm ☒

☐ 1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☒ 5
☐ 6 ☒ 7 ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10
☐ 11 ☐ 12 ☐ 13 ☐ 14 ☐ 15
☐ 16 ☐ 17 ☐ 18 ☐ 19 ☐ 20
☐ 21 ☐ 22 ☐ 23 ☐ 24 ☐ 25
☐ 26 ☐ 27 ☐ 28 ☐ 29 ☐ 30
☐ 31 ☐ 32 ☐ 33 ☐ 34 ☐ 35
☐ 36 ☐ 37 ☐ 38 ☐ 39 ☐ 40
☐ 41 ☐ 42 ☐ 43 ☐ 44 ☐ 45
☐ 46 ☐ 47 ☐ 48 ☐ 49 ☐ 50

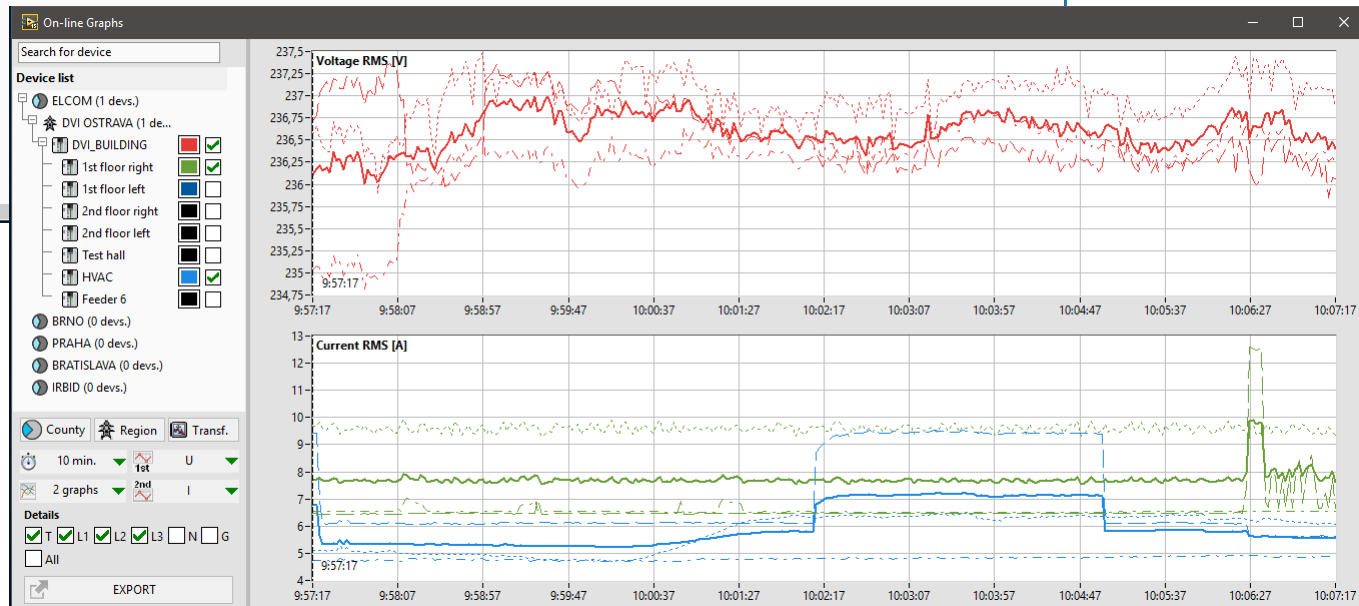
Select all

County Region Transf.

EXPORT

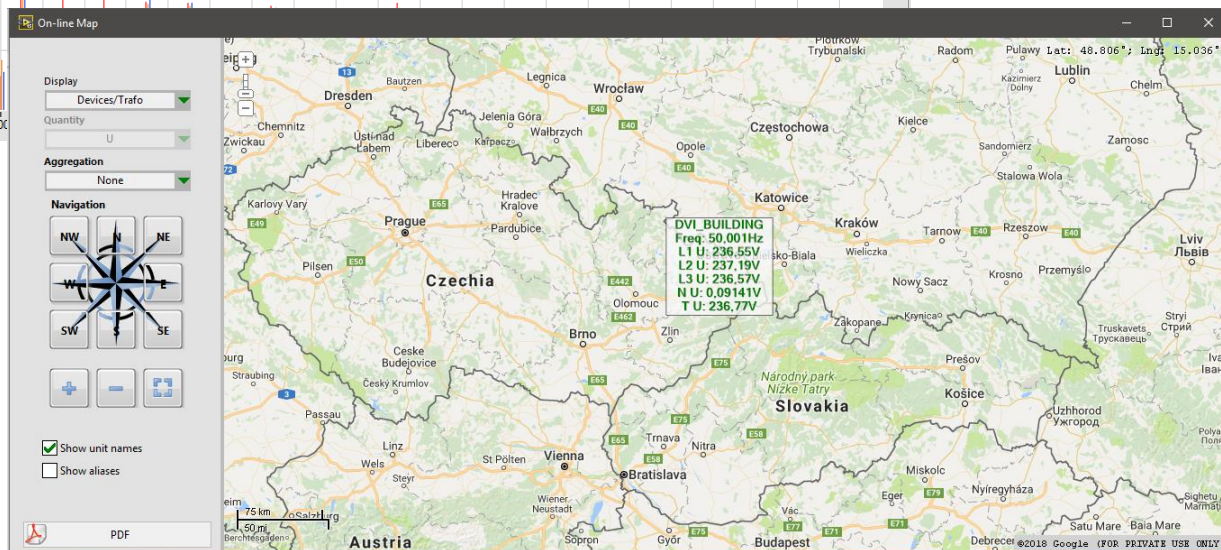
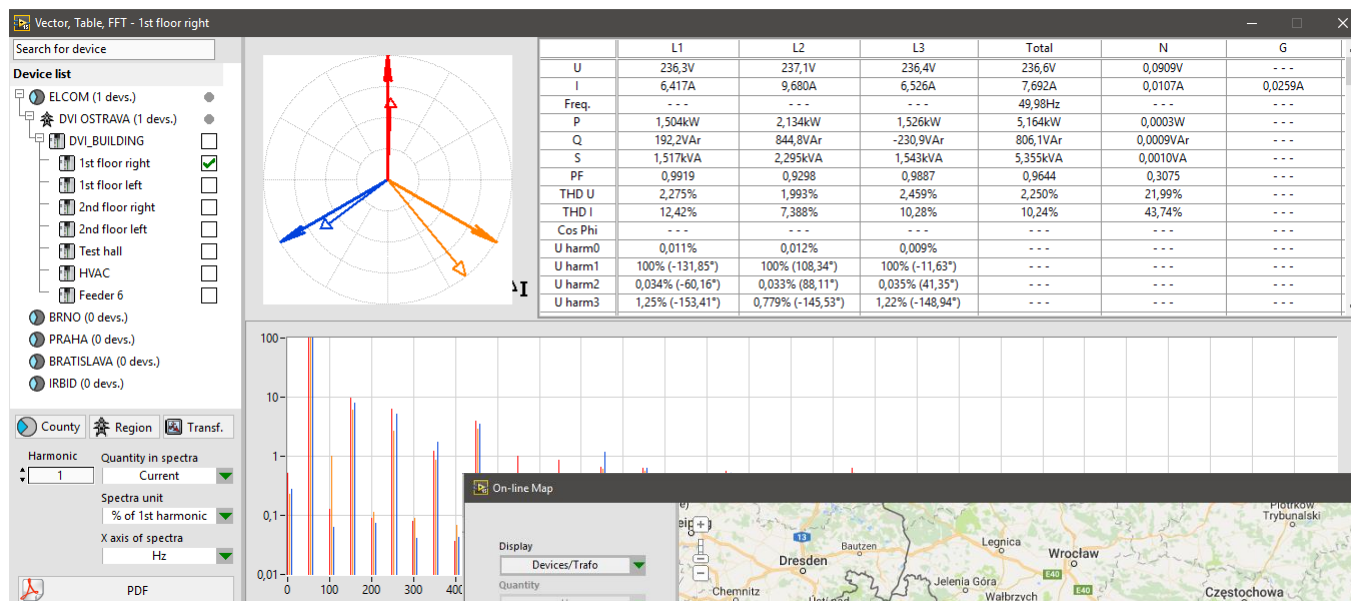
SCADA

	1	2	3	4	5	6	7	8
ELCOM (1 devs.)								
DVI OSTRAVA (1 devs.)								
DVI_BUILDING	U T = 236,7V	U L1 = 236,4V	U L2 = 237,2V	U L3 = 236,5V	Freq = 49,98Hz	Temp 1 = 22,39°C	Temp 2 = ---	L1 H3 = 2,897
1st floor right	IT = 7,591A	IL1 = 6,417A	IL2 = 9,433A	IL3 = 6,534A	P T = 5,100kW	P L1 = 1,505kW	P L2 = 2,067kW	P L3 = 1,528kW
1st floor left	IT = 2,913A	IL1 = 3,622A	IL2 = 3,257A	IL3 = 1,314A	P T = 1,799kW	P L1 = 804,2W	P L2 = 757,4W	P L3 = 237,8W
2nd floor right	IT = 2,496A	IL1 = 3,469A	IL2 = 1,193A	IL3 = 2,289A	P T = 1,432kW	P L1 = 752,1W	P L2 = 237,2W	P L3 = 442,8W
2nd floor left	IT = 3,294A	IL1 = 4,735A	IL2 = 2,905A	IL3 = 1,296A	P T = 1,628kW	P L1 = 982,7W	P L2 = 471,9W	P L3 = 173,7W
Test hall	IT = 5,188A	IL1 = 1,087A	IL2 = 0,4634A	IL3 = 8,908A	P T = 2,357kW	P L1 = 189,0W	P L2 = 69,90W	P L3 = 2,098kW
HVAC	IT = 5,553A	IL1 = 5,651A	IL2 = 6,062A	IL3 = 4,881A	P T = 3,384kW	P L1 = 1,182kW	P L2 = 1,269kW	P L3 = 933,0W
Feeder 6	IT = 0,000A	IL1 = 0,000A	IL2 = 0,000A	IL3 = 0,000A	P T = 0,000W	P L1 = 0,000W	P L2 = 0,000W	P L3 = 0,000W
BRNO (0 devs.)								
PRAHA (0 devs.)								
BRATISLAVA (0 devs.)								
IRBID (0 devs.)								



ENA-SCADA - on-line data

Vektorový diagram+FFT a geografické zobrazení



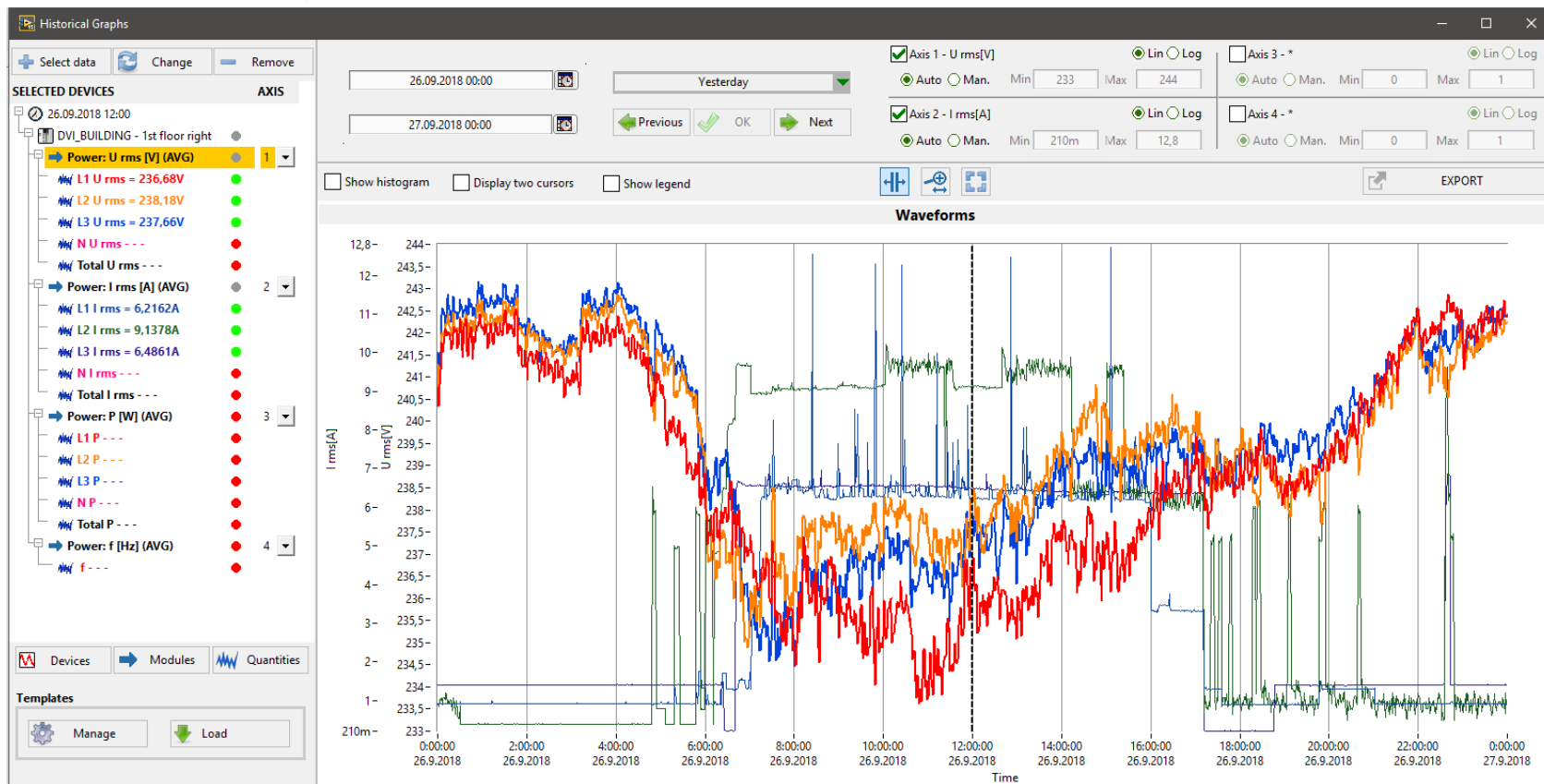
ENA-SCADA - historická data

Historická data

- Průběhy veličin v čase z různých přístrojů různými typy náhledů, exporty
- FFT analýza z více přístrojů současně
- Souhrnné statistické vyhodnocení EN50160 dle přístrojů, rozvoden, oblastí i detailní statistika jednotlivých veličin
- Histogramy a distribuční funkce
- Zobrazení profilu energií
- Výpis všech událostí s filtrováním a tříděním/stromovou strukturou
- Detaily jednotlivých událostí
- Definice automatických exportů
- Seznamy všech vygenerovaných dokumentů
- Protokoly

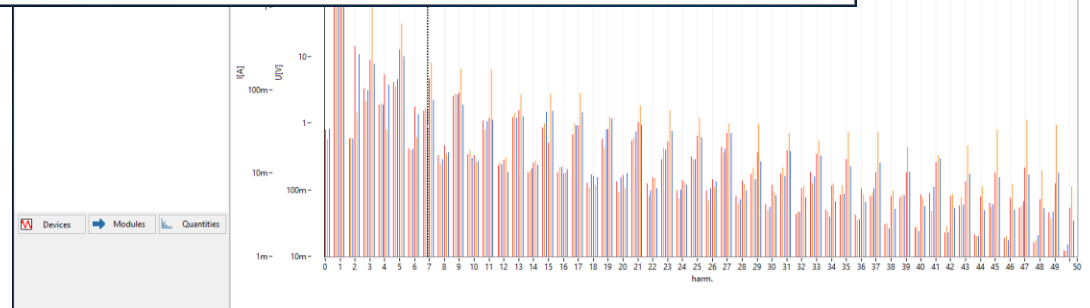
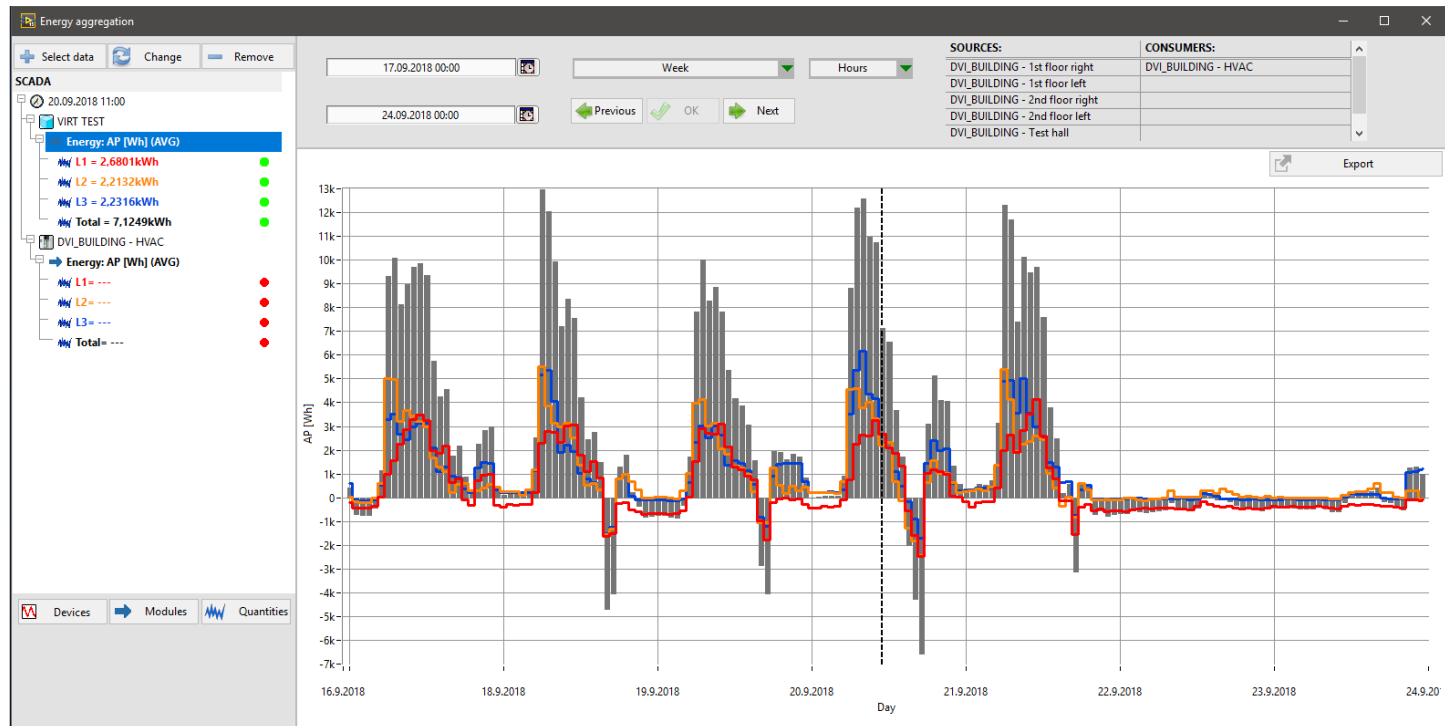
ENA-SCADA - historická data

Graf historických dat



ENA-SCADA - historická data

Energie (virtuální elektroměr) a harmonické



ENA-SCADA - historická data

Kvalita elektřiny – souhrn a detail

ENA50160 evaluation

Weeks: 2018 Show statistics

Legend: ☒ Passed ☒ Not passed ☐ Uncomplete data ☐ Missing data

EN50160	Not passed	Passed	%	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17
ELCOM (1 devs.)	1	36	97%	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
DVI OSTRAVA (1 devs.)	1	36	97%	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
DVI_BUILDING	1	36	97%	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
BRNO (0 devs.)	-	-	-																	
PRAHA (0 devs.)	-	-	-																	
BRATISLAVA (0 devs.)	-	-	-																	
IRBID (0 devs.)	-	-	-																	

DVI_BUILDING

Week - 02 (07.01.2018 - 14.01.2018)
(1008 records)

Unsatisfied:
- Flicker (PLT, PST)

ENA50160 evaluation

Quantities Details

QUANTITY	LIMIT	INTERVAL	MIN*/MAX*/% IN	MIN*/MAX*/% IN	MIN*/MAX*/% IN	FITS?
EN50160						
Frequency (50Hz)			~3			☒
Frequency 99.5%	99%-101%	10 s	49.84Hz / 50.13Hz / 100.0%			☒
Frequency 100%	94%-104%	10 s	49.84Hz / 50.13Hz / 100.0%			☒
Frequency 99.5%	<= 101%	10 s	49.84Hz / 50.13Hz / 100.0%			☒
Frequency 99.5%	>= 99%	10 s	49.84Hz / 50.13Hz / 100.0%			☒
Frequency 100%	<= 104%	10 s	49.84Hz / 50.13Hz / 100.0%			☒
Frequency 100%	>= 94%	10 s	49.84Hz / 50.13Hz / 100.0%			☒
Voltage (230V)			L1	L2	L3	
Voltage 95%	90%-110%	10 min	234.15V / 244.20V / 100%	234.66V / 244.55V / 100%	233.76V / 244.40V / 100%	☒
Voltage 100%	0%-200%	10 min	234.15V / 244.20V / 100%	234.66V / 244.55V / 100%	233.76V / 244.40V / 100%	☒
Flicker			L1	L2	L3	
PLT 95%	<= 60	10 min	0.14 / 0.41 / 100.0%	0.07 / 0.28 / 100.0%	0.09 / 0.52 / 100.0%	☒
PST 95%	<= 80	10 min	0.13 / 0.91 / 99.8%	0.05 / 0.42 / 100.0%	0.06 / 1.19 / 99.9%	☒
Unbalance U			~3			☒
Unbalance U 95%	<= 1.5%	10 min	0.04% / 0.33% / 100.0%			☒
THD U			L1	L2	L3	
THD U 95%	<= 1.5%	10 min	1.12% Uref / 100.0%	0.87% Uref / 100.0%	1.09% Uref / 100.0%	☒
Signals U			L1	L2	L3	
f = 216.66Hz 99%	-	3s	2,471% Uref / 100,000%	2,566% Uref / 100,000%	2,534% Uref / 100,000%	☒
Harmonics U (10 min)			L1	L2	L3	
U h1 (50Hz) 95%	-	10 min	100.00 Uref / 100.0%	100.00 Uref / 100.0%	100.00 Uref / 100.0%	☒
U h2 (100Hz) 95%	<= 1%	10 min	0.26 Uref / 100.0%	0.26 Uref / 100.0%	0.28 Uref / 100.0%	☒
U h3 (150Hz) 95%	<= 1%	10 min	1.36 Uref / 87.5%	0.94 Uref / 100.0%	1.20 Uref / 89.8%	☒
U h4 (200Hz) 95%	<= 1%	10 min	0.85 Uref / 100.0%	0.89 Uref / 100.0%	0.86 Uref / 100.0%	☒
U h5 (250Hz) 95%	<= 1%	10 min	1.84 Uref / 68.8%	1.43 Uref / 91.2%	1.88 Uref / 50.2%	☒
U h6 (300Hz) 95%	<= 1%	10 min	0.27 Uref / 100.0%	0.21 Uref / 100.0%	0.23 Uref / 100.0%	☒
U h7 (350Hz) 95%	<= 1%	10 min	1.18 Uref / 98.3%	1.26 Uref / 97.0%	1.07 Uref / 99.1%	☒
U h8 (400Hz) 95%	<= 1%	10 min	0.22 Uref / 100.0%	0.12 Uref / 100.0%	0.14 Uref / 100.0%	☒
U h9 (450Hz) 95%	<= 1%	10 min	1.45 Uref / 87.0%	1.39 Uref / 87.7%	1.41 Uref / 87.6%	☒
U h10 (500Hz) 95%	<= 1%	10 min	0.17 Uref / 100.0%	0.18 Uref / 100.0%	0.14 Uref / 100.0%	☒
U h11 (550Hz) 95%	<= 1%	10 min	0.55 Uref / 100.0%	0.46 Uref / 100.0%	0.69 Uref / 100.0%	☒
U h12 (600Hz) 95%	<= 1%	10 min	0.14 Uref / 100.0%	0.15 Uref / 100.0%	0.12 Uref / 100.0%	☒
U h13 (650Hz) 95%	<= 1%	10 min	0.39 Uref / 100.0%	0.54 Uref / 100.0%	0.58 Uref / 100.0%	☒

DVI_BUILDING

Week - 06 (04.02.2018 - 11.02.2018)
(1008 records)

SATISFIED

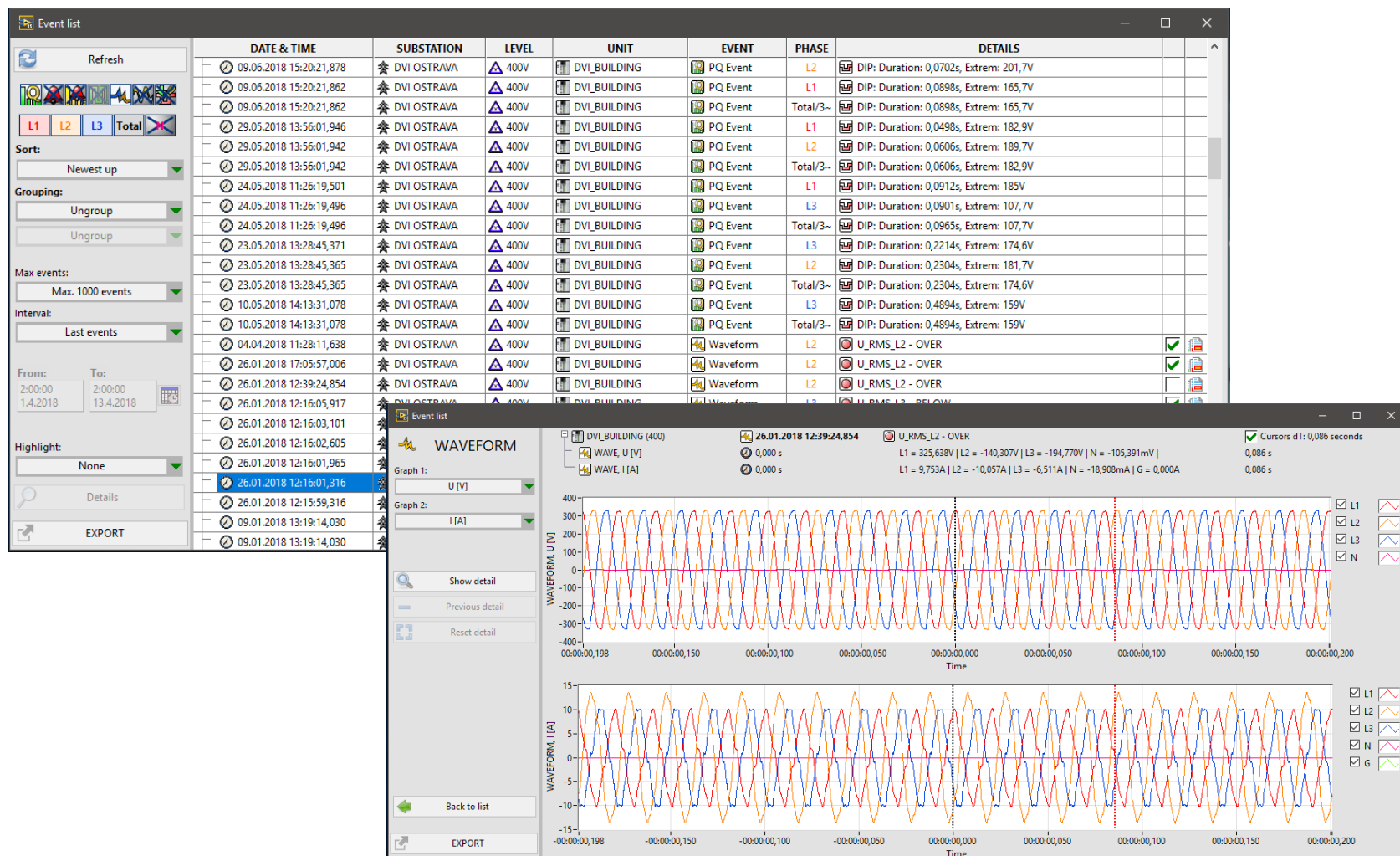
Filter: ☒ Frequency ☒ Signals ☒ Voltage ☒ THD U ☒ PLT ☒ Harmonics U ☒ PST ☒ Interharmonics U ☒ Unbalance

Show selected

EXPORT

ENA-SCADA - historická data

Události – seznam a detail





Děkuji za pozornost!

<http://www.elcom.cz>