

# ELSPEC – Řešení v oblasti kvality elektrické energie

V tomto článku bychom rádi upozornili na možnosti úspor finančních i reálné spotřeby elektrické energie. Mnoho pracovníků energetických oddělení, případně ekonomického vedení firem, dnes skloňuje úspory ve všech pádech, ale málokdo začne tím základním. Abychom mohli snižovat spotřebu elektrické energie, musíme nejprve znát její spotřebu. Dnes však nestačí znát jen měsíční spotřebu podle elektroměru nebo ji monitorovat sice průběžně, ale pomalými wattmetry či analyzátory v hlavní rozvodně závodu. Úspory se skrývají jinde než v pouhém hlídání čtvrt hodinového maxima a případném odpojování velkých spotřebičů pro zabránění jejího překročení.

Dnes je nutné mít přehled nejen o základních parametrech, jako jsou měsíční spotřeba, čtvrt hodinové maximum, případně účinník. Je nezbytné monitorovat mnoho dalších parametrů a tyto parametry zaznamenávat, případně vytvářet zprávy o stavu energetické sítě a jejich částí v závodě.

Měřené veličiny nejsou již dávno sinusové. Parametry definované v normě ČSN EN 50160, které je třeba dodržovat, jsou již postupně kontrolovány distribuční společností a nedodržení uvedených limitů může být pokutováno.

Dnes je třeba sledovat veličiny jako je napětová nesymetrie, poklesy a překmity napětí, flicker a úroveň harmonických složek. A to nejen z důvodu případné neshody s dodavatelem elektrické energie a zhoršování parametrů sítě, ale především z důvodů úspor.

Napětová nesymetrie uvnitř závodu způsobuje zvýšené ztráty na motorech. Již při poměrně nízkých hodnotách nesymetrie dochází k značnému zvýšení ztrát na motoru. Při 3% nesymetrii mají motory ztráty vyšší až o 12%. Problém neřeší ani nasazení měničů. Ty sice odstraní nesymetrické napájení motoru, ale sami jsou napájeny nesymetricky, dojde k posunutí jejich pracovního bodu a produkují zvýšenou úroveň harmonických složek. Ty pak zvyšují ztráty ve vedení, vinutí motorů i distribučního transformátoru. Poklesy a překmity napětí proti jmenovité úrovni, vytvářené připojováním těžších spotřebičů, ovlivňují technologická zařízení, jako jsou PLC automaty, roboty i počítačové sítě, jejichž poruchy zvyšují náklady na údržbu.

Jak již bylo řečeno – abychom mohli začít šetřit, musíme měřit, monitorovat a archívat údaje v dostatečné míře. Předjeme tak nejen sporům s dodavatelem elektrické energie a pokutám, ale získáme také průběžný přehled o stavu naší technologie z hlediska parametrů ovlivňujících přímo nebo nepřímo spotřebu elektrické energie, případně také o možných poruchách této technologie.

K účelu měření parametrů sítě je na trhu celá řada analyzátorů, které měří a zaznamenávají různým způsobem. Z hlediska použití je možné rozdělení do dvou základních skupin – analyzátory ruční, vhodné především pro údržbu výrobních zařízení a zjišťování zdrojů rušení, a analyzátory (monitory) pevně instalované. Tyto analyzátory bývají instalovány v důležitých distribučních uzlech, například v trafostanicích a rozvodnách, kde je potřeba trvale sledovat stav rozvodné sítě. Z hlediska způsobu měření a případného záznamu dat lze ruční a pevně zabudované přístroje rozdělit na přístroje, které měří v reálném čase a analyzují naměřené výsledky (většinou podle požadavků normy ČSN EN 50160) a takto získané údaje ukládají do paměti. Nevýhodou tohoto řešení je, že v případě potřeby není možné z naměřených dat získat parametr, který nebyl před měřením nastaven. Jiný způsob, který umožní ze zaznamenaných údajů o prouděch a napětích dodatečně určit kterýkoliv potřebný parametr, je metoda digitálního záznamu průběhu signálů napětí a proudů v jednotlivých fázích. Problém je, že při vzorkování, které je dostatečné pro dobrou přes-

nost měření bez ztráty detailů (tedy alespoň 1 024 vzorků na jeden cyklus 50 Hz) a pro 8 vstupů, je třeba obrovského paměťového prostoru v řádu Terabyte na hodinu záznamu.

## Unikátní způsob záznamu naměřených dat analyzátorů Elspec

Na rozdíl od výše popisovaného způsobu vytváří analyzátor Elspec nepřetržitý záznam všech napětí a proudů se vzorkovací rychlostí až 1 024 vzorků na jednu periodu měřeného signálu (při 50 Hz 20 ms). Díky tomu je schopen zachytit i krátké přechodné děje. Ukládání obrovského množství dat získaných při takovém záznamu je řešeno jejich kompresí. Není však použit běžný způsob komprese dat známý z PC techniky. Je použita speciální patentovaná procedura PQZIP společnosti ELSPEC, kdy je ukládána změna Fourierova obrazu daného průběhu. V případě, že jsou vstupní veličiny „klidné“, je potřeba datového prostoru minimální. Objevi-li se v síti například krátký přechodový děj, množství dat se zvětší, nicméně stále je vzorkováno plným počtem vzorků. Před provedením analýzy z takto uložených dat (například podle ČSN EN 50160) jsou nejprve rekonstruovány příslušné průběhy bez ztráty detailů a poté provedena analýza. Tímto způsobem je možné bezeztrátově zaznamenat do paměti 16 GB jeden celý rok záznamu minimálně s 8 kanály a provést kdykoliv zobrazení analyzovaných dat až na úroveň jednotlivých vzorků.

Naměřená data jsou ukládána do paměti přístroje. S využitím tohoto přístupu dodává Elspec v současné době řadu pevných analyzátorů řady Elspec G44XX. Jednotlivé modely řady se liší velikostí paměti pro ukládání dat (G4410 má paměť na 5 až 7 dnů, G4420 na měsíc a G4420 na rok záznamu).

Pro praktické použití při monitorování kvality elektrické energie, jsou přístroje koncepčně řešeny jak pro „on-line“ měření a zobrazení naměřených energetických údajů (U, I, P, Q, S, cos φ), tak i kvalitativních, jako jsou poklesy, harmonické a tak dále. Výpočty pro zobrazení v reálném čase provádí samostatný procesor. Zobrazení naměřených dat a komunikace

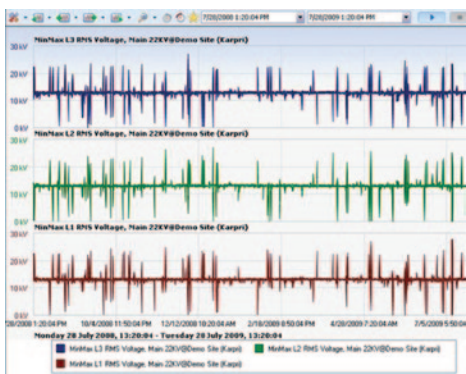


■ Obr. 1 Elspec G44XX

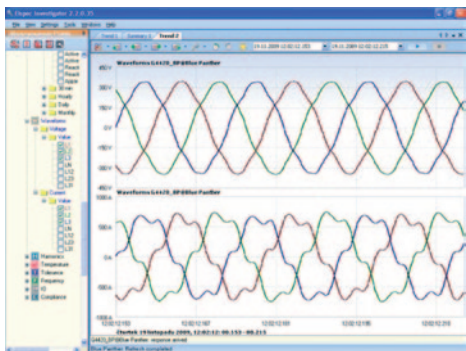
s přístrojem je prováděna přes rozhraní Ethernet. Pro snadné připojení a nastavení je přístroj vybaven webovým serverem. Druhý samostatný procesor provádí on-line kompresi naměřených dat a jejich ukládání do vnitřní paměti přístroje. Takto zkomprimovaná data jsou uložena v paměti přístroje a přenášena do PC k archivaci.

Po připojení do LAN sítě se přístroj chová jako zařízení s vlastní IP adresou. Je na něj pak možné přistupovat přes prohlížeč z jakéhokoliv místa v síti, ovládat jej, stahovat a prohlížet naměřená data.

Obrázek 2 zachycuje záznam trendu napětí. Odshora nejprve půlroční interval, níže pětidenní interval a dole pětisekundový interval. Na obrázku 3 je pak zachycen záznam několika period síťového napětí s poklesem o délce cca tří period. Zaznamenaná data lze pak pomocí software dále analyzovat z hlediska kvality elektrické energie a porovnávat stav například s požadavky normy ČSN EN 50160. Jde například o vyhodnocení harmonických složek, výkyvů napětí, přechodných dějů, nevyvážení sítě a flickeru.



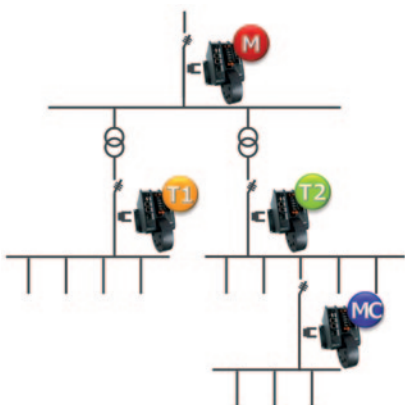
■ Obr. 2  
Záznam trendu napětí



■ Obr. 3  
Záznam několika period

## Monitoring sítě – systémové řešení Elspec Blackbox G4000

Univerzální a snadno modifikovatelné řešení Elspec přináší významný pokrok a výhody do oblasti monitoringu energie a kvality sítě celého závodu (obr. 4). Lze dohlížet a monitorovat i vybrané distribuční uzly závodu, kterými mohou být například hlavní přívod do závodu na straně VN, hlavní transformátor a podružné transformátory, rozvaděče pro vybrané části provozů a podobně. Všechny analyzátoři mohou být trvale připoje-

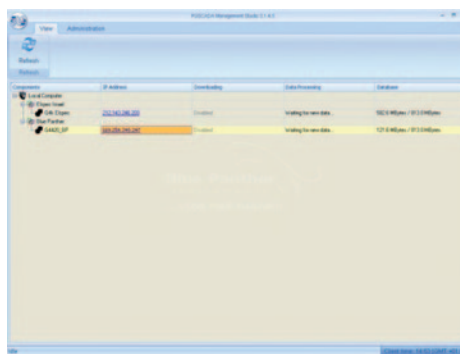


■ Obr. 4  
Schéma několika G44xx na síti

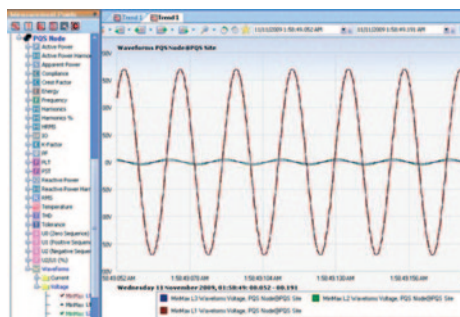
ny do místní počítačové sítě LAN přes kabel nebo bezdrátově pomocí modulu pro bezdrátový přenos Wi-Fi.

Jak již bylo řečeno, na analyzátor lze přitom přistupovat jako na webový server. V tomto režimu máme možnost sledovat okamžité hodnoty měřených veličin nebo provádět veškerá nastavení analyzátoru. Jak již bylo také zmíněno, každý analyzátor nepřetržitě měří sledované veličiny, provádí kompresi a data ukládá do vlastní paměti s kapacitou až jeden rok plného záznamu.

Přenos komprimovaných dat z paměti analyzátorů do počítače (serveru) zajišťuje databázový program PQSCADA (obr. 5), pracující nad SQL serverem MicrosoftSQL. Ten v pravidelných intervalech nebo ve chvíli připojení analyzátoru do sítě automaticky přesunuje naměřená data na server. Pro prohlížení a analýzy naměřených dat slouží software PQInvestigator (obr. 6).



■ Obr. 5  
Databázový program PQSCADA



■ Obr. 6  
Software PQInvestigator

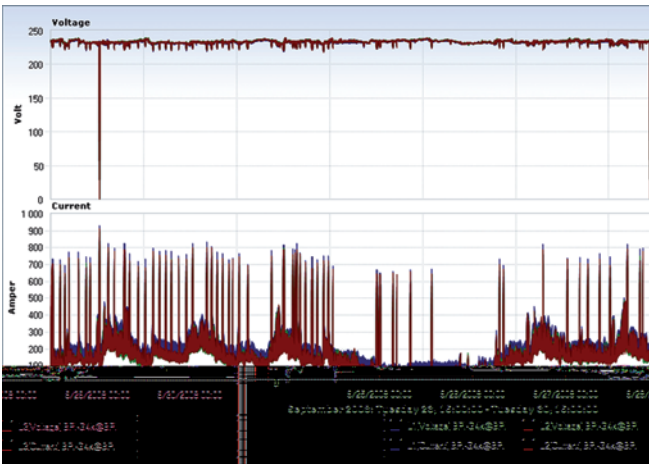
V PQInvestigatoru máme možnost načítat, zobrazovat a vyhodnocovat naměřená data ve zvoleném časovém intervalu z kteréhokoliv analyzátoru připojeného k serveru a volit jakoukoliv kombinaci veličin, která nás zajímá. Nejsme tak odkázáni na nastavení provedené před vlastním měřením. To je zásadní odlišnost a výhoda řešení Elspec – úplný záznam napětí a proudů a výpočet dalších veličin podle potřeby ze záznamu. Nikoli jako u ostatních řešení, kdy je během měření proveden záznam jen předem nastavených veličin. Data naměřená na všech připojených místech můžeme pozorovat v jednom okně. Časová synchronizace mezi jednotlivými analyzátoři je možná přes LAN síť nebo přes modul GPS.

Způsob vyhodnocení naměřených dat si dovolíme vysvětlit na následujícím příkladu.

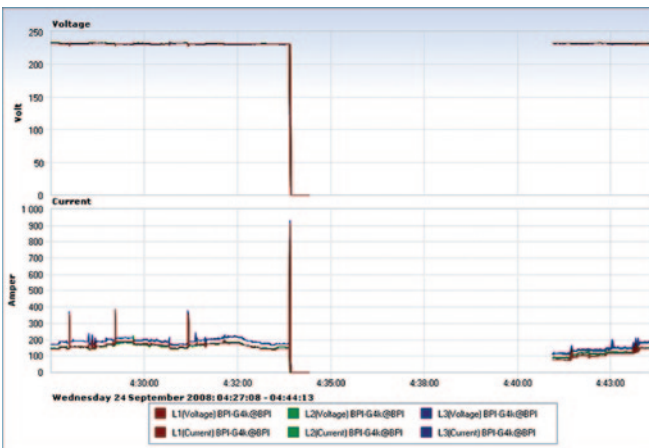
### Příklad nasazení analyzátoru Elspec G4000

Na následujícím příkladu bychom rádi popsali jednu z mnoha možností využití analyzátoru Elspec G4000 pro monitorování a dohled nad kvalitou elektrické energie v průmyslu.

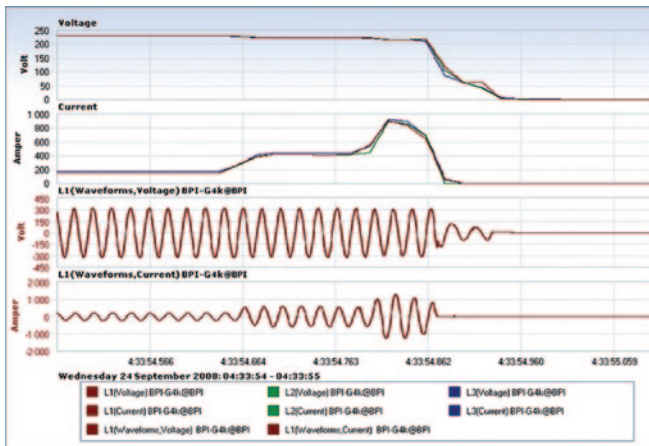
Před časem naší společnost oslovila jedna potravinářská firma s tím, že ve svém závodě mají problémy s kolísáním napětí a výpadky sítě. Vzhledem k tomu, že se závod nachází na odlehlejší konci distribuční sítě, vzniklo podezření, že výpadky a poklesy napětí přicházejí zvenčí. Po dohodě byl do hlavního rozvaděče nainstalován na dobu nutnou pro týdenní monitoring analyzátor G4000. Byla sledována všechna fázová napětí i proudy. Na několika následujících obrázcích jsou znázorněny výsledky tohoto měření. Na obrázku 7a je zachycen týdenní záznam napětí a proudů. Velikost proudového odběru se nejčastěji pohybuje v rozmezí 100 až 300 A.



■ Obr. 7a Týdenní záznam (trend napětí a proudu)



■ Obr. 7b Denní záznam (trend napětí a proudu), 24. 9. 2008 po čtvrté hodině ráno dochází k výpadku



■ Obr. 7c Detail výpadku 4:34 až 4:41 – největší špička proudu z celého týdne, přesahuje 900 A, doba trvání cca 200 ms



■ Obr. 7d Napětí a proud na začátku výpadku (v horní části trend v dolní skutečné časové průběhy)

Na první pohled si všimněme, že v odběru proudu se objevuje řada špiček. S tím jsou spojené i poklesy napětí. Proudové špičky dosahují hodnoty přes 800 A a trvají po dobu cca 200 ms. Na obrázku 7b je pak jednodenní záznam trendu napětí a proudu. Z obrázku je zřejmé, že 24. 09. 2008 v půl páté ráno došlo k výpadku napětí. K výpadku došlo zřejmě díky špičkovému odběru proudu, když velikost proudu přesáhla hodnotu 900 A. Na obrázku 7c je zachycen časový výřez zmiňovaného výpadku. Tento výpadek trval cca 7 minut. Poslední obrázek 7d zachycuje kromě trendu i detailní záznam časových průběhů napětí a proudu v okamžiku předcházejícímu výpadku. Všimněme si, že nárůst proudu se ve skutečnosti skládá ze dvou částí. V první fázi proud vzroste z hodnoty 200 A na hodnotu 400 A. Vzápětí dochází k sepnutí další zátěže. Rozběhový proud dosáhne v součtu hodnoty vyšší než 900 A. V tomto okamžiku zasahuje ochrana a odpiná celý uzel od distribuční sítě. V důsledku toho klesá i proud k nule. Jak se zjistilo, příčinou tohoto odběru byly chladicí kompresory. V tomto případě byl použit analyzátor Elspec Blackbox G4000 s rychlostí vzorkování 512 vzorků na periodu a paměti 2 GB. Instalace je velmi jednoduchá, stačí protáhnout výstup měřících transformátorů skrz transformátory analyzátoru, připojit vstupní napětí a nastavit správné převodní poměry v setupu analyzátoru.

Při nasazení více analyzátorů na důležitá místa v závodě lze pak velmi dobře identifikovat i problémové části odběru a mít trvalou představu o stavu elektrické sítě.

Ve stejné koncepci dodává Elspec i přístroje přenosné, určené například pro dohledání zdroje rušení v síti závodu. Vzhledem ke stejnému řešení jako u pevných analyzátorů, lze snadno porovnávat výsledky z měření pevným a přenosným analyzátořem pouhým připojením přenosného přístroje na server PQSCADA.

## Přenosný analyzátor Elspec G4500

Tento přístroj nese označení Blackbox G4500. Na rozdíl od pevných analyzátorů, kde se měření proudu provádí přes interní proudové transformátory, je G4500 vybaven vstupy pro připojení měřících kleští nebo sond ampflex nebo běžných kleští (obr. 8). Standardně je vybaven paměti 8 GB a integrovanou kartou Wi-Fi pro snadné připojení k řídicímu počítači. Signál vzorkuje opět s maximální rychlostí 1 024 vzorků na periodu.



■ Obr. 8 G4500 s adaptéry

Srovnáme-li možnosti analyzátorů Elspec s běžnými přístroji i přístroji ostatních značek, tak Elspec přináší naprosto nové hodnoty v trvalém záznamu a uchování dat. Při přenášení dat na server lze mít totiž uložený nepřetržitý průběh všech veličin po neomezenou dobu a kdykoliv provést analýzu a zobrazit jakoukoliv kombinaci parametrů. Vezmeme-li pak v úvahu i cenovou úroveň systému Elspec, který představuje rozšiřitelnou stavebnici, kdy pouhou instalací dalších analyzátorů na síť a jejich připojením s PQSCADA software (který je zdarma) získáme výkonný dohledový systém nad spotřebou a kvalitou energie v závodě, je cena velmi příjemná.

Další podrobnosti o přístrojích Elspec získáte u zástupce této firmy pro ČR a SR, společnosti Blue Panther s.r.o. [www.blue-panther.cz](http://www.blue-panther.cz)