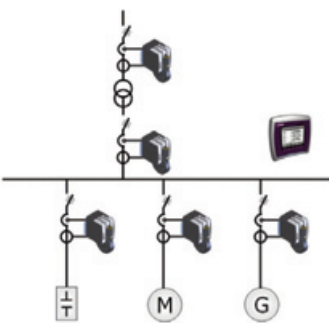


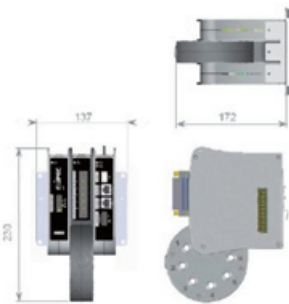
# ELSPEC – Řešení v oblasti kvality elektrické energie

Ing. Pavel Mareš, Blue Panther s.r.o.

V dnešní době masového nasazování elektrických pohonů s frekvenčními měniči s napěťovým střídačem a spínaných napájecích zdrojů se objevuje problém s kvalitou el. energie v síti. Tyto zařízení jsou díky odběru neharmonického proudu zdrojem nízkofrekvenčního rušení. Neharmonický proud způsobuje úbytky napětí na impedancích sítě, což vede k deformaci napěťové křivky. Deformované napětí v síti pak může mít za následek nečekané výpadky a snížení životnosti jednotlivých zařízení. Dále nesmíme zapomenout, že na mechanické práci se podílí jen 1. harmonická složka napětí (50 Hz). Všechny ostatní složky způsobují pouze ztráty. Znalostí kvality sítě lze tedy předejít neočekávaným událostem, vyhledat kde se objevují problémy, optimalizovat odběry el. energie a v neposlední řadě se vyhnout konfliktu s dodavatelem elektrické energie.



Obr. 1 Umístění ELSPEC G4000 v distribuční síti



Obr. 2 Analyzátor ELSPEC G4000

Abychom byli schopni tyto problémy řešit, musíme kvalitu el. energie v síti znát. Kvalita elektrické energie je definovaná několika základními parametry. Nejdůležitějšími z nich jsou přepětí, podpětí a výpadky napětí, dále pak přechodné jevy, napěťové nevyvážení, flicker a obsah harmonických složek. K účelu měření těchto parametrů je na našem trhu celá řada analyzátorů, které tyto problémy komplexně řeší. Ty je možné rozdělit do dvou základních skupin a to na analyzátorů ruční, přenosné, vhodné především pro údržbu výrobních zařízení a na analyzátorů pevně instalované. Tyto analyzátorů bývají instalovány v důležitých distribučních uzlech, například trafostanice a rozvodny, kde je potřeba trvale sledovat stav rozvodné sítě. Jedním z takových analyzátorů je analyzátor G4000 Blackbox od společnosti ELSPEC. Jedná se o systém skládající se z několika modulů (viz obr. 2.) Jedním z nich je napájecí zdroj, dalším je modul pro měření napětí a proudů a třetím je modul počítače určený pro komunikaci a zpracování a ukládání naměřených dat. Dále jsou k dispozici moduly pro bezdrátovou komunikaci nebo modul ovládací a zobrazovací jednotky. Instalace přístroje je velmi jednoduchá. Napětí se měří přes vstupní napěťové svorky. Součástí měřicího modulu jsou i měřicí proudové transformátory s rozsahem 0–10 A. Těmito transformátory stačí pouze protáhnout sekundární vodiče měřicích proudových transformátorů, kterými bývá vybavena každá rozvodna.

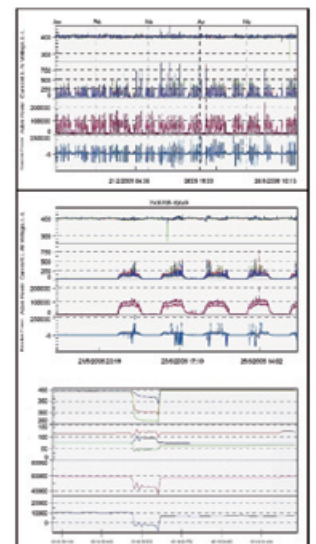
## Unikátní způsob záznamu naměřených dat

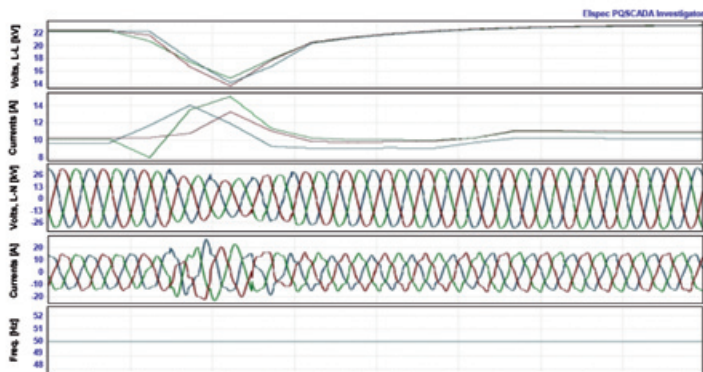
Jak již bylo řečeno, na našem trhu je celá řada analyzátorů. Přenosných, pevně instalovaných, analyzátorů určených především pro monitoring sítě, nebo ručních analyzátorů používaných při měření v údržbě elektrických zařízení. Co mají ale společné, je způsob vyhodnocení a záznamu naměřených dat. Konvenční způsob probíhá následovně. Analyzátor měří data na všech napěťových i proudových kanálech, ta pak podle normy, nebo podle způsobu definovaného uživatelem vyhodnocuje a výsledky ukládá do paměti. Uživatel pak ztrácí veškerou návaznost mezi vyhodnocenými výsledky a skutečně naměřenými daty. Ztrácí tak možnost vyhodnotit data jiným způsobem, nebo se zpětně podívat na naměřené hodnoty.

Naprosto unikátní je v tomto ohledu analyzátor Blackbox G4000 od společnosti ELSPEC. Narozdíl 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. Výstupem měření je ale obrovské množství dat. Aby bylo možné tato data uložit a dále s nimi pracovat musí být komprimována. K tomu slouží speciální patentovaná procedura PQZIP společnosti ELSPEC. V případě, že jsou vstupní veličiny v ustáleném stavu je komprimace maximální a není potřebné ukládat tak velké množství vzorků. Objeví-li se v síti například krátký přechodový děj, má procedura dostatečný počet vzorků, aby bylo možné tento děj věrně zaznamenat a uložit do paměti. Můžeme tedy říci, že analyzátoru žádná událost v síti neunikne. Naměřená data jsou ukládána na paměťovou kartu. Díky komprimaci je možné uložit spojitý záznam všech napětí a proudů o délce až jeden rok. Paměťovou kartu je možné vyjmout. Pro přímé stahování dat a pro ovládání je analyzátor vybaven ethernetovým rozhraním. Po připojení do ethernetové sítě se chová jako server s vlastní IP adresou. Na něj je pak možné přistupovat přes prohlížeč z jakéhokoli místa v síti, ovládat ho, stahovat a prohlížet data.

Obrázek 3 zachycuje záznam trendu napětí. Od shora nejprve půlroční interval, níže pětidenní interval a dole pětisekundový interval. Na obrázku 4 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 el. energie a porovnávat stav například s požadavky normy ČSN EN 50160. Jde například o vyhodnocení harmonických, výkyvů napětí, přechodných dějů, nevyvážení sítě a flickeru.

Obr. 3 Půlroční, pětidenní a pětisekundový záznam trendu napětí





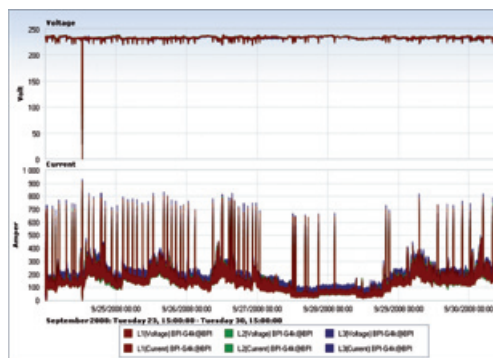
Obr. 4 Záznam poklesu napětí o délce tří period

## Monitoring sítě – Systémové řešení Elspec Blackbox G4000

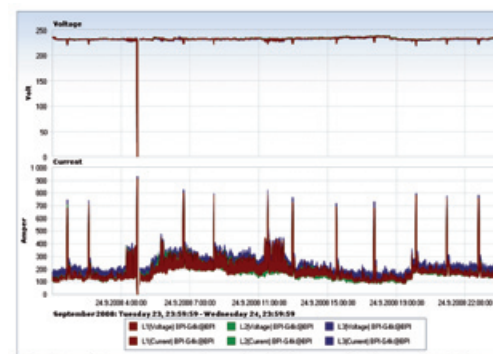
Univerzální a snadno modifikovatelné řešení vnáší Elspec i do oblasti monitoringu celého závodu, nebo významných distribučních uzlů, kterými může být například hlavní přívod do závodu na straně VN, hlavní transformátor a podružné transformátory a rozvaděče a pod. Všechny analyzátoři mohou být trvale připojeni do místní počítačové sítě, ať už přes kabel, nebo bezdrátově pomocí modulu pro bezdrátový přenos Wi-Fi. Na každý z nich lze přistupovat jako na webový server. V tomto režimu máme možnost sledovat aktuálně měřené hodnoty, nebo provádět veškerá nastavení analyzátoru. Každý analyzátor nepřetržitě měří sledované veličiny a ukládá je na vlastní paměťovou kartu s kapacitou až jeden rok plného záznamu. Přenos dat z paměťových karet analyzátorů do počítače zajišťuje databázový program PQSCADA, který buďto pravidelně, nebo ve chvíli připojení analyzátoru do sítě automaticky přesune naměřená data. Zpětné prohlížení naměřených dat se pak provádí pomocí softwaru Investigator. V tomto programu máme možnost načítat, zobrazovat a vyhodnocovat naměřená data ve zvoleném časovém intervalu. Dále můžeme v jednom okně porovnávat data z různých analyzátorů. Časová synchronizace mezi jednotlivými analyzátoři probíhá buďto přes síť, nebo přes modul GPS. Způsob vyhodnocení naměřených dat je vysvětlen na následujícím příkladu.

### Příklad nasazení analyzátoru Elspec G4000

Na následujícím příkladu bych rád popsal jednu z mnoha možností využití analyzátoru Elspec G4000. Před časem nás oslovila jedna společnost z potravinářského odvětví 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 z venčí. Po dohodě byl do hlavního rozvaděče nainstalován analyzátor G4000 po dobu nutnou pro týdenní monitoring. Byla sledována všechna fázová napětí i proudy. Na několika následujících obrázcích jsou znázorněny výsledky tohoto měření. Na obrázku 5.a je zachycen týdenní záznam napětí a proudu. Velikost proudového odběru se nejčastěji pohybuje v rozmezí 100 až 300 A. Na první pohled si všimneme, 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 5b je pak jednodenní záznam trendu napětí a proudu. Z obrázku je zřejmé, že 24.09.08 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 5c je zachycen časový výřez zmiňovaného výpadku. Tento výpadek trval cca 7 minut. Poslední obrázek 5d kromě trendu zachycuje i detailní záznam časových průběhů napětí a proudu v okamžiku před-



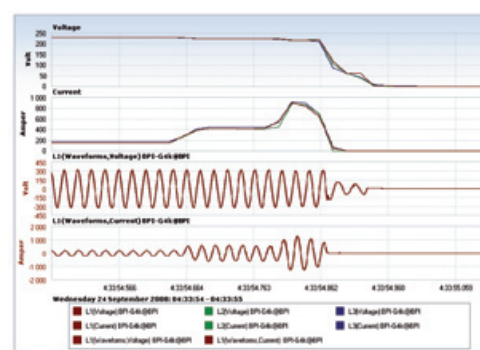
Obr. 5.a Týdenní záznam (trend napětí a proudu)



Obr. 5.b Denní záznam (trend napětí a proudu), 24.9.08 po čtvrté hodině ráno dochází k výpadku



Obr. 5.c Detail výpadku 4:34 až 4:41 – Největší špička proudu z celého týdne, přesahuje 900 A, doba trvání cca 200 ms



Obr. 5.d Napětí a proud na začátku výpadku (v horní části trend v dolní skutečné časové průběhy)

cházejícímu výpadku. Všimneme si, že nárůst proudu se ve skutečnosti skládá ze dvou částí. V první fázi proud vzroste z hodnoty 200 A na hodnotu 400 A. V zápleť dochází k sepnutí další zátěže. Rozběhový proud dosáhne v součtu hodnoty vyšší než 900 A. V tomto okamžiku zasahuje ochrana a odpíná 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.



Obr. 6 Přenosný analyzátor Blackbox Wireless Mobile G4500

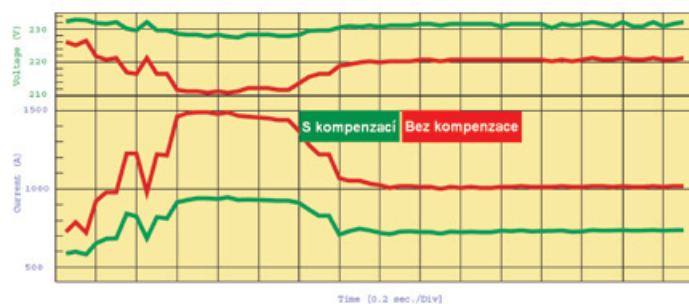
### Nový přenosný analyzátor Elspec

V nedávné době Elspec představil novou verzi analyzátoru G4000 v přenosné podobě. Tento přístroj nese označení Blackbox Wireless Mobile G4500. Principiálně se jedná o stejný přístroj jako je pevný analyzátor G4000. Přístroj je ale konstruován jako přenosný a na rozdíl od pevného analyzátoru, kde se měření proudu provádí přes interní proudové transformátory, je G4500 vybaven vstupem pro připojení měřicích kleští nebo sond ampflex. Standardně je vybaven pamětí 8 GB a integrovanou kartou Wi-Fi pro snadné připojení k řídicímu počítači. Signál vzorkuje opět s maximální rychlostí 1 024 vzorků na periodu.

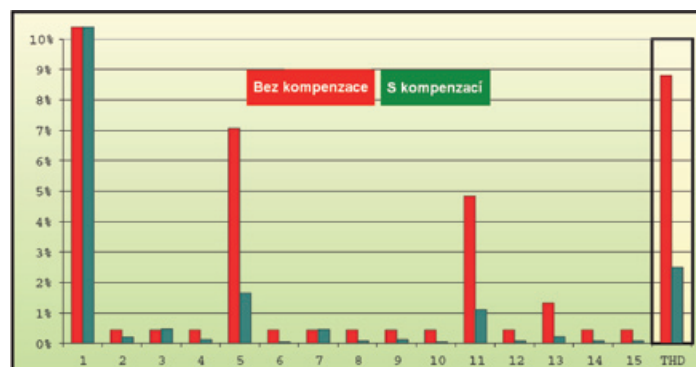
### Řešení problémů s kvalitou el. energie

Problémy kvality el. energie, především z hlediska harmonických lze řešit mnoha způsoby. Mezi nejčastější z nich patří chráněná kompenzace, zařízení určené ke kompenzaci účinnosti s filtračním účinkem, nebo sinusové filtry. Filtry sice velmi účinně odstraňují harmonické, jsou však velmi nákladné a dochází v nich k velkým tepelným ztrátám. V provozu s frekvenčními měniči se setkáváme většinou s jejich charakteristickými harmonickými. Jiný stav však může nastat například v automatizovaných svařovnách automobilových závodů. V takových případech je rušení víceméně náhodného charakteru. To je dáno nepravidelnou a rychle se měnící zátěží. Kolísání napětí se pak projevuje vznikem necharakteristických harmonických. Abychom zamezili kolísání napětí, je nutné tyto kmity kompenzovat. Reakce kompenzátorů musí být však

velice rychlá a to v řádu jedné periody. Společnost ELSPEC nabízí řešení těchto problémů v podobě zařízení nazývaného Equalizer. Je to systém určený k omezení výkyvů proudu a napětí a filtraci harmonických v mnoha aplikacích s rychle se měnící dynamickou zátěží. Výhodou tohoto systému je velmi rychlá reakce díky polovodičovým spínačům. Řídicí jednotkou je analyzátor který sleduje napětí a zatěžovací proudy. V případě výkyvu odebíraného proudu je equalizer schopen reagovat v čase odpovídajícímu dvěma třetinám periody síťového napětí. Na obr. 7 je zachycen průběh napětí a proudu bez kompenzace a s kompenzací pomocí Equalizeru ELSPEC. Můžeme si všimnout, že v případě kompenzace není nárůst proudu odebíraného ze sítě tak významný jako bez kompenzace. Tomu odpovídá i menší pokles napětí. Na obr. 8 si pak můžeme všimnout účinku na potlačení harmonických složek napětí. Equalizer je systém, který je navržen přímo podle potřeb zákazníka, především z hlediska výkonového dimenzování.



Obr. 7 Porovnání průběhu napětí a zátěžného proudu bez kompenzace a s kompenzací pomocí Equalizeru ELSPEC



Obr. 8 Filtrační účinek harmonických složek napětí Equalizeru ELSPEC

V článku je uveden pouze stručný výčet produktů společnosti ELSPEC. Mimo zmíněné produkty dodává tato společnost i přenosné analyzátoři, kompenzátoři jalové energie a filtry. ELSPEC tedy nabízí komplexní řešení v oblasti kvality elektrické energie. Více informací získáte u společnosti Blue Panther, výhradního distributora společnosti ELSPEC v České republice, nebo na [www.blue-panther.cz](http://www.blue-panther.cz).

