

# Měření kvality elektrické energie pro potřeby prediktivní údržby

Pojem prediktivní údržby se stal již běžně rozšířeným. Mnoho závodů již najelo na tento koncept údržby, mnoho o zavedení prediktivní údržby v rámci úspor ve svých výrobních provozech teprve uvažuje. V každém případě lze pozorovat nové trendy, které se promítají do řízení údržby ve výrobních podnicích vyspělého světa. Prediktivní údržba je prováděna na základě výsledků termovizní měření, měření kvality el. Energie, měření izolačních stavů, diagnostika vibrací a další.

V tomto článku bych se rád věnoval především využití měření kvality elektrické energie.

Údržbu je možné provádět v několika základních rovinách. Prvním typem údržby je údržba reaktivní. Její princip spočívá v tom, že zásah je proveden až v okamžiku, kdy dojde k havárii, nebo bezprostředně před ní. Havárii tedy nemůžeme vyloučit. Odstranění takové havárie pak může být velmi nákladné, především s ohledem na neočekávané výpadky výroby. S trochou nadsázky se dá takový typ údržby označit jako „hašení požáru“, což v některých případech může platit i doslovně. Dalším typem údržby je údržba preventivní. Jak vyplývá z názvu, její podstatou je prevence, tzn. preventivní kontroly a výměna kritických komponentů v pravidelných časových intervalech, bez ohledu na jejich stav. Tento typ údržby je technologicky náročnější než údržba reaktivní, dokáže však výrazně snížit riziko havárie. Po finanční stránce jsou tedy náklady na preventivní údržbu nižší.

Třetím, nejvyšším typem údržby je údržba prediktivní (predikce = předpověď). Principem tohoto typu údržby je tedy předpovídat vývoj stavu výrobních zařízení a včas odhalit potenciální problém či poruchu. Pro tento účel nám slouží celá řada měřících postupů a jím příslušejících nástrojů. Nejvýznamnějšími z nich jsou měření kvality elektrické energie, měření izolačních stavů, diagnostika vibrací a termovizní měření.

Dá se říci, že většina potenciálních problémů se v první řadě projevuje nárůstem teploty. V elektroúdržbě se může jednat například o zvýšené přechodové odpory, o napětovou nesymetrii nebo nepříznivé harmonické rušení. Další jevy pak souvisí s provozem elektrických motorů. Podle nadměrného ohřevu můžeme detekovat nesymetrický odběr motoru, nebo jeho přetížení, ať už vlivem zátěže nebo vlivem poruchy

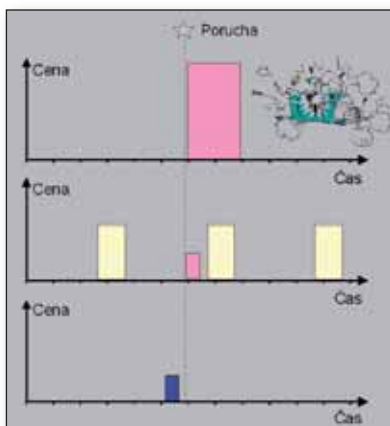
motoru samotného. Tyto jevy mohou mít v počátcích významný vliv na stálý odběr elektrické energie, ve finále mohou být i příčinou vzniku požáru vinou elektrické instalace. Termovizní měření je tedy prvotní indikace toho, zda měřený objekt je či není v pořádku. V případě že narazíme na nějaký problém, zkoumáme, co je jeho příčinou. Velmi často se jedná o problém s kvalitou elektrické energie nebo elektrické poškození stroje. Abychom přesně detekovali pravou příčinu problémů, je třeba provést specifická měření. Za tímto účelem je používán analyzátor kvality el. Energie.

Hned v první fázi je potřeba rozdělit tyto přístroje do dvou skupin. Prvním typem jsou analyzátory pevně instalované, sloužící k monitoringu el. Energie ve významných uzlech. Význam takových analyzátorů spočívá především v možnosti synchronizovaného záznamu veličin ve všech sledovaných místech. Podle zaznamenaných hodnot jsme schopni vyhodnotit šíření různých jevů na síti, zjistit jejich vzájemný vliv a optimalizovat souslednost jednotlivých procesů. Výsledkem takové analýzy může být optimalizace této souslednosti a posun celého provozu do nižší odběrové kategorie. Kromě sběru dat jsou tyto systémy schopny se podílet i na řízení těchto procesů v závislosti na okamžitém dění v síti.

Druhým typem analyzátorů jsou takzvané přenosné, čili ruční analyzátory. Výhodou těchto analyzátorů je především možnost snadného použití a snadné instalace. Jsou navrženy pro provádění okamžitých měření aktuálních stavů, umožňují i dlouhodobé záznamy. Jejich konstrukce a úhel pohledu na měřená data je předurčuje právě pro použití pro potřeby prediktivní údržby. Téměř každý člověk z oboru jistě zná analyzátory Fluke 434 a 435, případně analyzátor Chauvin Arnoux s označením C.A 8334 a C.A 8335. O těchto analyzátoch již bylo napsáno mnoho, dál bych se tedy rád věnoval spíše analyzátorům spadajícím do výše zmiňované první skupiny pevně instalovaných analyzátorů.

## Analýzátory Společnosti Elspec

Tyto analyzátory bývají instalovány v důležitých distribučních uzlech, například trafostanice a rozvodny, kde je potřeba trvale sledovat stav rozvodné sítě. Jedním z takových analyzátorů je analyzátor G4400 Blackbox od společnosti ELSPEC. Jedná se o systém skládající se z několika modulů (viz obr. 2.) Jedním



Obr. 1 Přístupy k provádění údržby zařízení



Obr. 2 Přenosný analyzátor Chauvin Arnoux C.A 8335

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 měřících proudových transformátorů, kterými bývá vybavena každá rozvodna.

### Unikátní způsob záznamu naměřených dat

Jak již bylo řečeno, na našem trhu je celá řada analyzátorů přenosných i pevně instalovaných. 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.

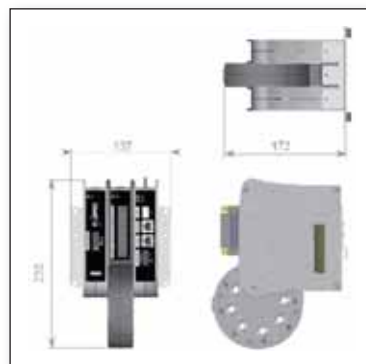
Naprostě unikátní je v tomto ohledu analyzátor Blackbox G4400 od společnosti Elspec. Narodil od výše popisovaného způsobu, vytváří analyzátor Elspec nepřetržitý záznam všech napětí a proudů se vzorkovací rychlostí až 1024 vzorků na jednu periodu měřeného signálu (při 50 Hz 20 ms). Díky tomu je schopen 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.

### Monitoring sítě – Systémové řešení Elspec Blackbox G4400

Univerzální a snadno modifikovatelné řešení vnáší Elspec i do oblasti monitoringu celého závodu, nebo významných dis-

tribučních 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 přesunuje 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.



Obr. 3 Analyzátor Elspec 4400

### Nový přenosný analyzátor Elspec G4500

V nedávné době Elspec představil novou verzi analyzátoru G4000 v přenosné podobě (obr. 4). 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 vstupy 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 1024 vzorků na periodu.



Obr. 4 Přenosný analyzátor Blackbox Wireless Mobile G4500

Ing. Pavel Mares  
Blue Panther s.r.o.