

# Monitorování kvality elektřiny

Ing. Petr Bilík, Ph.D., ELCOM, a. s.

## Úvod

Pojem kvalita elektrické energie je často nahrazován pojmem kvalita elektřiny, ale nejméně kontroverzní je pojem kvalita napětí. Všechny uvedené pojmy popisují tytéž fenomény, stejně jako jejich anglické verze *power quality* nebo *voltage quality*. Předmětem tohoto článku není polemika o tom, který pojem je jediný správný.

Ve smluvních vztazích mezi dodavateli a odběrateli elektrické energie je důležitá nejen kvantita, ale i kvalita dodávané elektrické energie, která je definována v normě ČSN EN 50160 (Charakteristiky napětí elektrické energie dodávané z veřejné distribuční sítě). Kvalita je charakteristika elektrické energie v daném bodě elektrické sítě vyhodnocená vzhledem k souboru referenčních technických parametrů. Nedodržení kvality elektrické energie může způsobit ztráty v technologických procesech. Velikost ztrát je závislá na charakteru výroby; jiný dopad má krátkodobý pokles napětí na žíhací pec a jiný na pohon papírenského stroje.

## Třídy vykonávání měření podle ČSN EN 61000-4-30

Mezinárodní norma ČSN EN 61000-4-30 (Elektromagnetická kompatibilita – Část 4-30: Zkušební a měřicí technika – Metody měření kvality energie) definuje metody měření kvality elektrické energie tak, jak mají být implementovány v analyzátoch kvality. Aktuálně platné vydání normy ČSN EN 61000-4-30 z roku 2003 definuje dvě třídy vykonávání měření – třídu A a třídu B. Pouze analyzátoři třídy A mohou být používány ke zjišťování kvality danému smluvními vztahy mezi dodavateli a odběrateli. Důsledně definované požadavky na vyhodnocení jednotlivých parametrů kvality elektřiny zaručují, že přístroje třídy A od různých výrobců, které jsou připojeny na stejné signály, dojdou ke shodným výsledkům (v rámci nejistoty měření), a to opakovaně.

Požadavky ČSN EN 61000-4-30 na vyhodnocení mnoha parametrů kvality elektřiny pro třídu vykonávání měření B jsou natolik neurčitě, že v připravovaném druhém vydání ČSN EN 61000-4-30 lze nalézt tento text: „Třída B je primárně uváděna, aby se mnohem existujících přístrojů nestalo zastaralými.“ Tato citace z připravovaného druhého vydání normy napovídá mnohé o charakteru řady přístrojů třídy B. Připravované druhé vydání ČSN EN 61000-4-30 stále zachovává definice třídy vykonávání měření A a nově zavádí třídu vykonávání měření S, která klade na přístrojovou techniku menší požadavky ve

srovnání s třídou A. Avšak všechny požadavky jsou precizně definovány a bez neurčitosti typických pro popis třídy B.

První vydání normy (které je stále platné) poskytlo výrobcům přístrojů třídy B takovou volnost ve způsobu vyhodnocování parametrů kvality elektřiny, že tyto přístroje byly degradovány na úroveň jakýchsi indikátorů – něco se s nimi naměří, ale na výsledky se nelze zcela spolehnout. Přílišná vágnost mnoha definic pro třídu B dala velký pro-

vod je jednoduchý – přístroje jsou jednodušší a levnější. Nákup těchto ochuzených přístrojů však nelze doporučit.

Současně s monitorováním kvality dovoluje moderní koncepce přístrojů současně vyhodnocovat mnoho dalších parametrů i simultánní běh jak zapisovače tranzientních dějů se vzorkovací frekvencí až 38 kS/s na každý analogový a digitální kanál, tak zapisovače poruch, který zaznamenává veličiny každou půlperiodu. Mnoho funkcí a vlast-



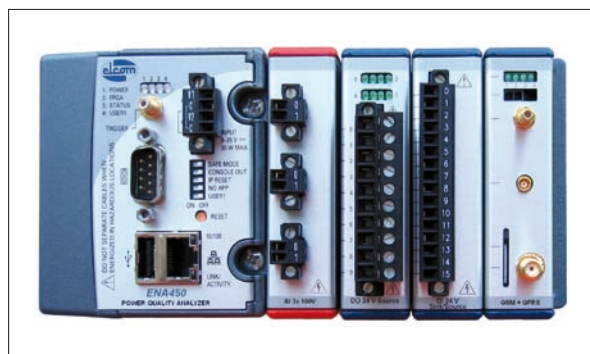
Obr. 1. Analyzátor kvality elektřiny pro trvalou instalaci ENA440

stor pro zjednodušení algoritmů a konstrukce přístrojů; to sice umožní výrazné zlevnění výrobku, avšak to zase jde na úkor přesnosti a reprodukovatelnosti výsledků.

## Analyzátoři BK-ELCOM

Veškeré modely analyzátorů kvality BK-ELCOM vyráběné od roku 2005 splňují požadavky normy ČSN EN 61000-4-30 na třídu vykonávání měření A.

Na rozdíl od mnoha jiných přístrojů tohoto určení splňují analyzátoři BK-ELCOM kromě požadavků mezinárodních norem i požadavky na vyhodnocování podle závazných národních dokumentů platných pouze v ČR, jako jsou např. pravidla provozování distribučních soustav (PPDS), příloha 5, a podniková norma PNE 33 3430-7. Tyto dokumenty rozšiřují některé požadavky mezinárodních standardů na analyzátoři kvality elektřiny. Při přednákupním ověřování, zda zvolený přístroj vyhodnocuje všechny potřebné parametry přístrojové techniky pro monitorování kvality, bývají často dokumenty PPDS a PNE opomíjeny. Dále bývá opomíjeno vyžadování trvalého vyhodnocování všech meziharmonických a rychlých napěťových změn. Mnoho výrobců tyto parametry nevyhodnocuje, přestože jsou mezinárodními normami i PPDS a PNE vyžadovány. Dů-



Obr. 2. Analyzátor kvality elektřiny pro trvalou instalaci ENA450

ností bylo doplněno na základě přání uživatelů přístrojů.

Všechny analyzátoři kvality elektřiny BK-ELCOM používají již více než dvanáct let techniku měřících přístrojů postavenou na bázi osobního počítače, který je ukryt v útroběch přístroje. Toto řešení využívá stále více významných výrobců měřicí techniky. V analyzátoch BK-ELCOM jsou použity měřicí karty National Instruments s kvalitní softwarovou podporou pro vývojové prostředí LabVIEW a jazyk C. To umožňuje snadno změnit vlastnosti přístroje při vyvinutí jiné softwarové aplikace. Potřeba měnit vlastnosti přístroje může být vynucena např. přijetím změn v ČSN nebo specifickými potřebami uživatele.

Nezanedbatelnou výhodou analyzátorů kvality elektřiny BK-ELCOM je firmware

se stejným uživatelským rozhraním a stejným formátem datových souborů pro všechny modely. Tím je zaručena plná kompatibilita dat mezi různými modely přístrojů, což dovoluje použít jednotný software pro zpracování dat a popř. jednotný replikátor pro ukládání dat do databáze.

### Analyzátoary kvality elektřiny pro trvalou instalaci

Pevně instalované analyzátoary (někdy také nazývané jako stacionární analyzátoary) jsou určeny pro trvalé monitorování kvality elektřiny např. v rozvodnách mezi předávací a distribuční soustavou. Na rozdíl od přenosných analyzátoarů nedisponují velkým počtem rozsahů na napěťových a proudových vstupech a proud obvykle není měřen proudovými kleštěmi. Konstrukce je podřízena montáži do rozváděče. Tyto analyzátoary jsou většinou vybaveny napěťovými vstupy 57,7/100 V a přímými proudovými vstupy 1/5 A.

Stacionární analyzátoary kvality elektřiny BK-ELCOM, široce používají nejvýznamnější distributoři elektrické energie v rámci celé ČR a prostřednictvím zahraničního partnera i v desítkách instalací v Rakousku. Řada stacionárních analyzátoarů kvality elektřiny BK-ELCOM má označení ENA400. Její velkou konkurenční výhodou je monitorování volitelného počtu třífázových soustav jediným přístrojem, což kromě mnoha výhod technického charakteru výrazně snižuje také cenu na jeden monitorovaný systém. Maximální počet napěťových a proudových vstupů jediného přístroje je třicet dva. Jsou-li třeba pouze napěťové vstupy, umožňuje ENA400 monitorovat deset třífázových přípojnic jediným přístrojem. Jsou-li měřeny kromě napětí i proudy, je možné jediným přístrojem ENA400 monitorovat pět třífázových přípojnic.

Volitelně se záznamem přechodových jevů na vstupech U+I lze synchronně zaznamenávat až šedesát čtyři digitálních vstupů se vzorkovací frekvencí až 38 kS/s na každý analogový nebo digitální kanál. Záznam je možné spustit od řady vyhodnocovaných elektrických veličin nebo od editovatelného logického výrazu pro digitální vstupy. Specifikem modelu ENA400 je volitelné vyhodnocování synchronních fází a synchronizace měřených vzorků dat vzdálených přístrojů prostřednictvím GPS s přesností na stovky mikrosekund.

Dalšími modely pevně instalovaných analyzátoarů jsou ENA440 a ENA450. Model ENA440 je menší variantou modelu ENA400 s maximálním počtem vstupů pro napěťové a proudové signály sníženým na šestnáct. Všechny ostatní parametry jsou shodné s ENA400. Model ENA450 je novinka velmi malých rozměrů 180 × 88 × 90 mm (š × v × h), širokým rozsahem pracovních teplot -40 až +70 °C a příkonem do 10 V·A. Vzhledem k nízkému příkonu lze přístroj na-

pájet i z měřených signálů 57,7/100 V a zabezpečit i fungování do pěti minut po ztrátě napájení.

### Přenosné analyzátoary kvality elektřiny

Přenosné analyzátoary kvality elektřiny jsou určeny pro časté používání na různých místech distribuční soustavy na všech napěťových hladinách. Přenosné analyzátoary mají velký počet rozsahů na napěťových a proudových vstupech. Proudové se měří proudový-

Společnost ELCOM, a. s., představila v roce 2007 novou generaci přenosných přístrojů pro monitorování kvality elektřiny. Jde o kompaktní přenosné analyzátoary BK-ELCOM s označením ENA300 a ENA330. Ve srovnání s modely ENA500 byly výrazně zmenšeny jejich rozměry na 66 × 308 × 257 (v × š × h) a rovněž hmotnost – na 1,5 kg. Toho všeho bylo dosaženo při zachování plné funkčnosti a přesnosti přístrojů. Navíc model ENA330 obsahuje funkci zálohování napětí pro několik desítek sekund provozu po ztrátě napáje-



Obr. 3. Přenosný analyzátoar kvality elektřiny ENA500



Obr. 4. Přenosný analyzátoar kvality elektřiny ENA330

mi kleštěmi v klasickém provedení s magnetickým obvodem nebo prostřednictvím Rogowského cívky. Někteří výrobci analyzátoarů kvality umožňují připojit Rogowského cívky s externím zesilovačem – lze snížit náklady na samotný přístroj vzhledem k vysokým cenám příslušenství. Přenosné analyzátoary kvality BK-ELCOM standardně nabízejí interní zesilovače pro Rogowského cívky a při nákupu příslušenství lze tyto cívky použít bez zesilovače za příznivější cenu.

Podobně jako u analyzátoarů pro pevnou instalaci poskytují varianty analyzátoaru ENA500 možnost monitorovat volitelný počet třífázových soustav jediným přístrojem, což kromě mnoha výhod technického charakteru výrazně snižuje cenu na jeden monitorovaný systém. Maximální počet napěťových a proudových vstupů jediného přístroje je šestnáct. Vyráběné varianty jsou 4U+4I, 4U+12I, 8U+8I. Modely ENA500 umožňují připojit externí box se šestnácti nebo dvaatřiceti digitálními vstupy. Stav digitálních vstupů současně se signály U+I může být zaznamenáván v modulu tranzientního zapisovače se vzorkovací frekvencí až 38 kS/s na každý analogový nebo digitální kanál. Záznam lze spustit od řady vyhodnocovaných elektrických veličin nebo od editovatelného logického výrazu pro digitální vstupy.

ciho napětí. ENA300 je odlehčenou školní variantou analyzátoaru, která neobsahuje vestavěný procesor, a tak je nutné mít analyzátoar trvale připojen k notebooku nebo stolnímu počítači, na kterém běží firmware.

### Závěr

Od počátku vývoje analyzátoarů BK-ELCOM je využívána nejmodernější koncepce virtuální instrumentace. Konstrukce hardwaru a implementace firmwaru plně respektují platné mezinárodní normy a další dokumenty platné pouze v ČR (PPDS a PNE). Od roku 2005 splňují veškeré modely analyzátoarů kvality BK-ELCOM požadavky normy ČSN EN 61000-4-30 na třídu vykonávání měření A. Všechny modely analyzátoarů umožňují ukládání dat do databáze MS SQL nebo Oracle. Další vývoj vede ke zmenšování rozměrů i hmotností a snižování příkonu při zachování přesnosti, a dokonce rozšiřování funkčnosti a užitečné hodnoty.

**ELCOM, a. s.**  
**Divize Virtuální instrumentace**  
**Technologická 374/6**  
**708 00 Ostrava-Pustkovec**  
**tel.: 558 279 910**  
**fax: 558 279 901**  
**http://www.elcom.cz**