

Ing. Bohumír Kubík, Výzkumný ústav pro hnědé uhlí, a.s.

BK 550 MULTI – analyzátor napájecích sítí ojedinělý v zemích EU, umožňující měření EMC (elektromagnetické kompatibility) a poruchových stavů napájecích sítí až ve čtyřech nezávislých třífázových soustavách

BK 550 MULTI – Analysator von Versorgungsnetzen, einzigartiger in EU-Ländern, der EMC-Messung (elektromagnetischer Kompatibilität) und Störungszustände in Versorgungsnetzen bis in vier unabhängigen Drehstromsystemen ermöglicht

Der Artikel befasst sich mit der Problematik der elektromagnetischen Kompatibilität EMC, der energetischen Störung, mit wichtigsten mit Messung zusammenhängenden Normen und der anschliessenden Qualitätsauswertung der Elektroenergie. Außerdem wird im Artikel die Problematik der Harmonischen und des Leistungsfaktors $\cos \varphi$ sowie mit ihm zusammenhängende Gesetzgebung erwähnt. Ausführlich werden Möglichkeiten der Messapparatur BK 550 beschrieben, zur Zeit des hochwertigsten Analysators von Versorgungsnetzen in der Tschechischen Republik und der Angabe des Herstellers nach auch in EU-Ländern, des Gerätes BK 550 MULTI, das die EMC-Messung bis in vier unabhängigen Drehstromsystemen ermöglicht. Mit diesem einzigartigen Gerät ist die Elektroabteilung des Institutes VÚHU, a.s., Most ausgerüstet.

BK 550 MULTI – a network analyser unique in the EU countries which enables EMC (electromagnetic compatibility) and supply network failure states measurement in as many as four independent three-phase systems

The article deals with the issue of EMC electromagnetic compatibility, energy interference, the most important standards related to the electric energy measurement and following evaluation of the quality. It also mentions the issue of harmonious, the power factor $\cos \varphi$ and related legislation. The article describes in detail the opportunities of BK 550 measuring

apparatus and currently the best quality network analyser in the Czech Republic and, according to the manufacturer, in the EU countries, the BK 550 MULTI device. It enables EMC measurement in as many as four independent three-phase systems. The electro-department of VÚHU, a.s. in Most has been equipped with this unique device.

Уникальный в странах-членах ЕС анализатор питательных сетей BK 550 MULTI, позволяющий измерение EMC (электромагнитной совместимости) и аварийных состояний питательных сетей вплоть до независимых трехфазных систем

Статья занимается проблематикой электромагнитной совместимости EMC, энергетически вызываемыми помехами, важнейшими стандартами связанными с измерением и последующей оценкой качества электроэнергии. В статье также упоминается проблематика гармонических и коэффициента мощности $\cos \varphi$ и связанные с ним актуальные законодательные акты. Далее, подробно описываются возможности измерительной аппаратуры BK 550 и самого качественного в настоящее время анализатора питательных сетей в Чешской Республике и – по мнению завода – изготовителя также в странах ЕС – прибора BK 550 MULTI, который позволяет измерение EMC даже в четырех независимых трехфазных системах. Этот уникальный прибор является в распоряжении электролаборатории института ВУГУ а/о г. Мост.

BK 550 MULTI – analyzátor napájecích sítí ojedinělý v zemích EU, umožňující měření EMC (elektromagnetické kompatibility) a poruchových stavů napájecích sítí až ve čtyřech nezávislých třífázových soustavách

Článek se zabývá problematikou elektromagnetické kompatibility EMC, energetickým rušením, nejdůležitějšími normami souvisejícími s měřením a následným vyhodnocováním kvality elektrické energie. Dále je v článku zmíněna pro-

blematika harmonických a účinniku $\cos \varphi$ a s ním související současná legislativa. V článku jsou dále podrobně popsány možnosti měřicí aparatury BK 550 a v současné době nejkvalitnějšího analyzátoru napájecích sítí v České republice a dle výrobce i v zemích EU, přístroj BK 550 MULTI, který umožňuje měření EMC až ve čtyřech nezávislých třífázových soustavách. Tímto ojedinělým přístrojem je vybaveno elektrooddělení VÚHU, a.s., v Mostě.

Úvod

Tím, že Česká republika vstoupila v letošním roce do EU, začaly i u nás platit a měly by se tedy dodržovat technické normy platné v zemích EU již řadu let. To samozřejmě platí i o normách elektrotechnických, zvláště pak těch, které se týkají EMC (elektromagnetické kompatibility) a nízkofrekvenčního rušení napájecích sítí.

Problematika energetického rušení a zpětných vlivů polovodičových měničů na napájecí síť, s tím rovněž související účinník $\cos \varphi$ jednotlivých technologií a jeho kompenzace, při zavádění nové moderní polovodičové techniky (polovodičové měniče typů usměrňovače, frekvenční měniče, pulzní měniče apod.) nabývá se vstupem ČR do EU na stále větší vážnosti a důležitosti. V úvodu tohoto článku budou stručně uvedeny nejnovější poznatky z hlediska měření a vyhodnocování veličin charakterizujících vlastnosti napájecích sítí. Jsou zde uvedeny nejnovější normy, jež upravují dosavadní způsoby měření z hlediska rychlosti sbírání a ukládání naměřených dat, dále normy uvádějící povolené limity rušení apod. Jsou popsány možnosti špičkových analyzátorů napájecích sítí umožňujících měření v jedné až ve čtyřech nezávislých třífázových sítích, které VÚHU, a.s., již několik let využívá pro měření EMC v provozech důlních společností. Nakonec jsou stručně uvedeny novelizované legislativní požadavky EMC a účinníku $\cos \varphi$.

Energetické rušení, zpětné vlivy

Zpětné vlivy, jinak též elektromagnetické interference, rušení a jiné používané termíny, lze v zásadě rozdělit do dvou skupin. Hlavní kritérium je kmitočet rušivých signálů. Podle kmitočtu dělíme zpětné vlivy na „Energetické rušení“ (nízkofrekvenční) a „Radiofrekvenční rušení“ (vysokofrekvenční). Hranice není přesně stanovena, ale energetické rušení podle posledních norem končí v oblasti jednotek kHz. Naopak radiofrekvenční rušení začíná na kmitočtu 100 kHz a v podstatě není omezeno shora.

Jeden z pohledů na energetické rušení je vztah k základnímu kmitočtu síťového napětí, tedy k 50 Hz. Pak lze rozdělit zpětné vlivy na napájecí síť do následujících oblastí :

- podsynchronní, synchronní a nadsynchronní

Podsynchronní oblast, tj. oblast s kmitočtem rušení pod 50 Hz, představuje rušení napájení, jako je kolísání napětí, krátkodobá podpětí, přepětí, výpadky napětí

a hlavně tzv. flicker efekt, který je v české terminologii nazýván jako blikání. Blikání je jev, který představuje změny napětí s opakovaným kmitočtem 8 -13 Hz. V napájecích sítích je blikání způsobováno velkými změnami odebíraných výkonů jak činných, tak jalových. Vyskytuje se v sítích napájejících obloukové pece, svářeční automaty, výkonové regulované pohony s velkou dynamikou (např. pohony válcovacích tratí, DPD, kolesových rýpadel) apod.

Synchronní oblast představují rušení v oblasti změn základních veličin napájecí sítě s kmitočtem 50 Hz. Jedná se zejména o vlastní přenosy všech výkonů resp. energií a rušení je zde chápáno jako přenos zejména jalových energií. Nelineární zátěže představované např. elektronickými měniči mohou celkovou bilanci jalového a činného výkonu měnit během jedné periody skokem a tím pak ovlivní např. hlavní kritérium na posuzování čistoty odběru elektrické energie od dodavatele, jako je tzv. účinník $\cos \varphi$, nebo přesnější kritérium, a to je **opravdový účinník** označovaný jako λ , který v sobě zahrnuje rovněž vliv harmonických. Tyto shora uvedené vlivy mají pochopitelně dopad do obou definovaných oblastí, tj. pod i nadsynchronní.

Nadsynchronní oblast, jak už je asi zřejmé, představuje interferenční jevy s kmitočtem nad 50 Hz. Vzhledem k tomu, že energetické rušení je zatím kmitočtově shora omezeno na 2500 Hz, je nadsynchronní oblast přesně definována. Do této oblasti jsou zahrnuty známé vyšší harmonické, dále jen harmonické, napětí a proudu. Poslední dobou se začínají uplatňovat z hlediska posouzení zpětných vlivů i tzv. toky harmonických výkonů.

Do nadsynchronní oblasti též spadají rušivé signály na kmitočtech, které nejsou celistvými násobky základního kmitočtu, označované jako meziharmonické. Tyto nepříjemné rušivé signály vznikají zejména při rychlé fázové regulaci, při provozu obloukových pecí, frekvenčních měničů velkých výkonů apod. Rovněž signály hromadného dálkového ovládání je nutno z pohledu čistoty napájecí sítě považovat za rušivé signály.

Kvalita elektrické energie

Kvalita elektrické energie je dnes specializace v oboru výroba, přenos a distribuce elektrické energie. Základní pohled na kvalitu elektrické energie vychází z dodržení ukazatelů kvality, jako jsou zejména:

- harmonické, meziharmonické
- účinník $\cos \varphi$
- schopnost dodat požadované množství energie
- kolísání napětí
- poklesy a krátká přerušení napětí
- nesymetrie napětí
- změny kmitočtu sítě
- dodržení míry vjemu blikání
- stejnosměrné složky atd.

Tyto ukazatele nejsou pochopitelně všechny a bližší kritéria jsou pak stanovena normou ČSN EN 50160. Jeden z rozhodujících bodů distribuční sítě je společný napájecí bod.

Jedná se o bod, kde dochází k předávání elektrické energie od dodavatele k odběrateli, tzn., kde dodavatel měří elektrickou energii a sleduje další ukazatele kvality podchycené ve smlouvě.

Doposud nejsou sledovány všechny zmíněné zpětné vlivy na napájecí síť, nicméně tlak na zvyšování kvality elektrické energie nutí dodavatele k postupnému sledování všech zpětných vlivů.

Normy související s kvalitou elektrické energie

Jak již bylo uvedeno, pojem kvalita elektrické energie je pojem velice obsáhlý. Normy v této oblasti vznikaly mnoho let jak u nás, tak ve světě. V současné době se začíná uplatňovat určitá skupina norem resp. doporučení jak v IEC, tak již norem evropských a posléze i přijatých jako ČSN. Současný pohled na rozdělení norem zabývajících se energetickým rušením lze rozdělit na základní normy emisí nf (nízkofrekvenční) rušení a normy popisující prostředí a stanovující kompatibilní úrovně.

Základní normy emise nf rušení

Většina norem týkajících se EMC nese označení EN 61000-x-x. Tyto normy jsou ekvivalentní s normami IEC 1000-x-x a jsou postupně zaváděny v ČSN EN 61000-x-x.

Jedna z nejdůležitějších norem, která přímo souvisí s kvalitou elektrické energie, je norma EN 50160 u nás zavedená jako **ČSN EN 50160** „*Napěťové charakteristiky elektrické energie dodávané z veřejné distribuční sítě.*“

Důležitou skupinou norem jsou normy předepisující vlastnosti některé měřicí techniky:

Sem patří např. norma EN 61000-4-7, která je ekvivalentní s IEC 1000-4-7 a je zavedena v **ČSN EN 61000-4-7** „*Všeobecná směrnice o měření a měřicích přístrojích harmonických a meziharmonických pro rozvodné sítě a zařízení připojovaná do nich.*“

Další skupinou jsou normy stanovující kompatibilní úrovně :
ČSN EN 61000-2-4 Elektromagnetická kompatibilita (EMC) – Část 2: Prostor Oddíl 4: Kompatibilní úrovně pro nízkofrekvenční rušení šířené vedením v průmyslových závodech
ČSN EN 61000-2-2 Elektromagnetická kompatibilita (EMC) – Část 2: Prostor Oddíl 2: Kompatibilní úrovně pro nízkofrekvenční rušení šířené vedením a signály ve veřejných rozvodných sítích nízkého napětí.

Požadavky na měřicí přístroje

Obor kvality elektrické energie podchycený ve zmíněných normách zavádí a přesně definuje celou řadu pojmů, jako jsou např. harmonické napětí a proudy, kolísání napětí, toky harmonických výkonů, blikání atd. Tyto všechny veličiny je nutno pak v praxi nějakým způsobem zjišťovat. Pokud pomineme teoretické výpočty ve fázi návrhů a projektů nových zařízení, pak vlastní zjišťování zpětných vlivů se provádí speciálními měřicími přístroji většinou vyvinutými pro měření v elektrických sítích. Kvalita, vlastnosti, přesnost, obsluha a další charakteristiky známých analyzátorů by byly jistě zajímavé, ale překračují rámec příspěvku. Mnohé analyzátory prakticky nerespektují poslední zmíněnou normu **IEC 1000-4-7**, která klade poměrně vysoké nároky na kvalitu a rychlost měření hlavně harmonických.

Jeden z mála přístrojů, který plně respektuje nové normy, je přístroj **BK 550** „Sdružený analyzátor elektrických sítí“ a jeho výkonnější nástupce **BK 550 MULTI**, kterým byla provedena v uplynulých třech letech řada měření, jejichž výsledkem jsou protokoly o měření uvádějící velikost zarušení napájecích sítí a způsob jeho možné eliminace. Oba tyto přístroje jsou ve výbavě elektrooddělení VÚHU, a.s.

Norma ČSN EN 61000-4-7

Norma ČSN EN 61000-4-7 se zabývá oblastí elektromagnetické kompatibility (IEC 1000). Podle zvyklosti číslování převzaté z IEC se tedy jedná o čtvrtou část nazvanou "Zkušební a měřicí techniky" a díl sedmý popisující "Všeobecný pokyn o měření a měřicích přístrojích harmonických a mezipharmonických pro rozvodné sítě a zařízení připojovaná do nich".

Přestože tato norma existuje již několik let, není doposud veřejnosti známá metodika měření vycházející z této normy. Hlavně pak není na trhu téměř žádný měřicí přístroj, který by si mohl kdokoli zakoupit a který by dokázal v plném rozsahu podle této normy měřit. Bohužel díky špatné informovanosti, a v podstatě i neserióznosti některých prodejců, si uživatelé zakupují velice drahé, ekonomicky nerentabilní přístroje. Vlastnosti těchto přístrojů doposud nerespektují v plném rozsahu zmíněnou normu, hlavně v požadavcích na rychlost měření a rychlosti analýzy naměřených dat.

Předmět normy a rozsah použití

Pokyn se týká přístrojové techniky pro měření složek napětí a proudu v kmitočtovém rozsahu 0-2500 Hz jako zkušební techniky ve smyslu normy **IEC-555-2** ("Rušení v distribučních sítích způsobené domácími spotřebiči a podobnými elektrickými zařízeními. Část 2: Harmonické") nebo pro měření ve skutečné rozvodné síti.

Postupy, resp. metody zkoušek, nejsou předmětem této normy, jsou zde pouze uvedena některá zásadní doporučení.

Norma se soustřeďuje hlavně na harmonické síťového kmitočtu, ale zabývá se i tzv. mezipharmonickými složkami.

Všeobecná klasifikace přístrojové techniky

Vzhledem k vysokým požadavkům na kvalitu, rychlost a rozmanitost měření není nutné, aby přístroj splňoval obecně zmiňované pokyny. Je proto možné konstruovat nebo upravit přístrojovou techniku na pokrytí zvláštních potřeb a aplikací (např. měření ustálených harmonických v síťovém napětí). Přístroje však potom nesplňují požadované vlastnosti a nelze je tudíž použít v plném rozsahu pro měření podle zmiňované normy.

Co ještě norma obsahuje

Norma se podrobně zabývá požadavky na přesnost měření, napětovými a proudovými vstupy včetně doporučených měřicích rozsahů. Dále předepisuje použití antialiasing filtrů v analogových vstupech. V konečné části se norma zabývá zvláštními případy měření jako je měření fázového úhlu, resp. toků harmonických výkonů, měření zkreslení, měření nesymetrických složek a konečně měření meziharmonických.

Norma kladé vysoké nároky na kvalitu měřicích přístrojů. Analyzátor **BK 550** i **BK 550 MULTI**, jejichž popis bude další náplní příspěvku, splňují i tuto část požadavků zmiňované normy.

Naměřená data jsou u obou těchto přístrojů ukládána do souborů rovněž ve smyslu normy **ČSN EN 61000-4-7**.

Popis měřicí aparatury BK 550

K měření hodnot fázových napětí a proudů a z nich následný výpočet účinníku $\cos \varphi$, zastoupení harmonických a poruchových stavů v napájecích sítích používá **VÚHU, a.s.**, od roku 2000 špičkovou měřicí aparaturu skládající se z analyzátoru **BK 550** a jeho příslušenství, viz obr. 1. Jako příslušenství jsou využívány klešťové proudové snímače **MN 71** s rozsahem do **10 A** a aktivní proudové smyčky (tzv. Rogovského smyčky) s rozsahem do **3000 A**.

Analyzátor sítí **BK 550** slouží k analýze charakteristik odběru elektrické energie, jako jsou :

- Činný, zdánlivý a jalový výkon jednotlivých fází a výkony celkové
- Klasický účinník základní harmonické $\cos \varphi$ jednotlivých fází
- Opravdový účinník λ jednotlivých fází
- Harmonická analýza napětí a proudů v jednotlivých fázích
- Meziharmonické a toky harmonických výkonů

Tyto charakteristiky stanovuje na základě záznamu a vyhodnocení napětí a proudů všech tří fází trojfázové soustavy.

Programové vybavení analyzátoru verze 7.0 a vyšší umožňuje stanovení :

- Efektivních hodnot všech tří napětí (fázových či sdružených)
- Efektivních hodnot všech fázových proudů
- Výkonů činného, zdánlivého a jalového jednotlivých fází i hodnot součtových
- Činného a jalového výkonu základní harmonické jednotlivých fází i hodnot součtových
- Účinníku základní harmonické jednotlivých fází ($\cos \varphi$)
- Opravdového účinníku λ
- Činitele harmonického zkreslení napětí a proudů jednotlivých fází
- Činné, jalové a zdánlivé energie jednotlivých fází včetně jejich součtů
- Harmonických složek všech tří napětí a proudů (až do 50. harmonické)
- Meziharmonických složek všech tří napětí a proudů s krokem 1,25 Hz
- Toků harmonických výkonů jednotlivých harmonických a meziharmonických
- Činitele napětové nesymetrie

Ojedinělý analyzátor napájecích sítí BK 550 MULTI

Z důvodu nutnosti, ze zkušenosti a požadavku provozních měření na několika třífázových systémech současně v reálném čase, byl na požadavek VÚHU, a.s., navržen a zkonstruován měřicí přístroj **BK 550 MULTI**, viz. **obr. 2**, což jsou v podstatě čtyři nezávislé přístroje **BK 550** v jednom pracující v reálném čase. Tento unikátní přístroj umožňuje měřit až ve čtyřech nezávislých třífázových napájecích sítích současně v reálném čase, a to se stejným komfortem (softwarovým vybavením) jako přístroj **BK 550** v jedné třífázové napájecí síti.

Analýzátor **BK 550 MULTI** umožňuje např. měření v reálném čase na velkostrojích, kde je provozována technologie napájená z několika různých napájecích sítí (např. 230 V, 400 V, 500 V, 690 V, 6 kV, 35 kV). To umožňuje zjišťovat jak ovlivňují poruchové stavy v jedné napájecí síti jinou napájecí síť nebo jak se chovají čtyři různé pohony v jedné napájecí síti apod.

Analýzátor **BK 550 MULTI** je vybaven třiceti dvěma kanály, z nichž každý je vybaven antialiasing filtrem. Šestnáct kanálů je napětových (4 x tři fáze + nulový vodič) a šestnáct proudových. Každý z těchto kanálů je schopen vzorkovat měřený signál až 40 kHz, tzn., že jedna perioda 50 Hz průběhu napětí nebo proudu je reprezentována až 800 vzorky. To je obrovská hustota vzorků, z nichž je pak možné provádět přesné výpočty veškerých elektrických veličin ($U, I, P, Q, \cos \varphi, f$ a další) včetně harmonické analýzy. Tento výpočet je prováděn každých 200 ms.

Srdcem celého přístroje je 2,8 GHz procesor společně s měřicí kartou 1,25 Msamplů/sec (1,25 milionu vzorků za sekundu). K výbavě přístroje patří rovněž pevný disk až 370 GB. Tyto parametry společně s perfektně zpracovaným softwarem dávají přístroji **BK 550 MULTI** obrovské možnosti. Dle údajů výrobce není na trhu v ČR ani v zemích EU výkonnější měřicí systém.

Legislativní základ EMC

Požadavky EMC vycházejí ze zákona č. 22/1997 Sb. ve znění zákona č. 71/2000 Sb., zákona č. 205/2002 Sb. a zejména zákona č. 226/2003 Sb., kterým se mění zákon č. 22/1997 Sb. o technických požadavcích na výrobky.

§ 8, (1) : Výrobce a dovozce je povinen z hlediska EMC uvádět na trh jen bezpečné výrobky a zařízení.

(5) : Za bezpečný se považuje výrobek splňující požadavky příslušného technického předpisu, nebo pokud pro něj technický předpis neexistuje, buď splňující požadavky norem, anebo odpovídající stavu vědeckých a technických poznatků známých v době jeho vedení na trh.

Bezpečnost výrobků vztahující se k jejich elektromagnetické kompatibilitě je stanovena technickým předpisem, vydaným jako **Nařízení vlády č. 169/1997 Sb.**, dnem přistoupení ČR do EU **NV č. 18/2003 Sb.**, kterým se stanoví technické požadavky na výrobky z hlediska jejich elektromagnetické kompatibility. Tyto požadavky jsou definovány takto:

- **maximální úroveň elektromagnetického rušení generovaného jakýmkoli zařízením nesmí narušovat používání jiných přístrojů a zařízení,**
- **přístroje musí být navrženy a vyrobeny tak, aby v obvyklém prostředí EMC, ve kterém mají být používány, měly odpovídající úroveň elektromagnetické odolnosti, aby byl umožněn jejich nerušený provoz.**

Tento technický předpis se vztahuje na všechny přístroje (elektrická a elektronická zařízení včetně vybavení a instalací obsahujících elektrické nebo elektronické součásti), které mohou při své funkci způsobovat elektromagnetické rušení nebo jejichž funkce může být takovým rušením ovlivněna.

Z dosud uvedeného je zřejmé, že splnění požadavků tohoto technického předpisu je třeba vymezit přesněji. To je specifikováno ve výše uvedeném zákonu, přesněji v jeho novele :

§ 4a, (3) : Splnění harmonizované normy nebo určené normy a v případech vyplývajících z mezinárodní smlouvy též splnění zahraniční technické normy přejímající harmonizovanou evropskou normu se v rozsahu jejího obsahu považuje za splnění požadavků stanoveným nařízením vlády, k němuž se tyto normy vztahují.

Zákon rovněž definuje zmíněné typy norem. Norma se stává harmonizovanou normou, přejímá-li plně požadavky stanovené harmonizovanou evropskou normou. Jestliže je to nezbytné pro splnění technických požadavků na výrobky, vyplývajících z nařízení vlády vydaného podle tohoto zákona, může Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví určit pro posuzování shody další normy nebo technické dokumenty mezinárodních organizací, obsahující technické požadavky.

Výše uvedené skutečnosti lze shrnout :

Z hlediska elektromagnetické kompatibility lze na trh uvést a provozovat pouze takové výrobky a zařízení, které splňují všechny požadavky stanovené Nařízením vlády č. 169/1997 Sb., dnem přistoupení ČR do EU NV č. 18/2003 Sb. Tyto požadavky se považují za splněné, pokud výrobek splňuje všechny harmonizované popř. určené normy.

Účinník $\cos \varphi$

Účinník $\cos \varphi$ je veličina, která ještě v nedávné minulosti nebyla ani elektrotechnickou veřejností brána příliš na vědomí. Ve většině případů nebyla měřena a málokdo znal důsledky její přítomnosti v napájecích sítích. V současné době však nabývá na stále větší důležitosti, a to hlavně z hlediska vztahu distributorů a spotřebitelů elektrické energie.

Účinník $\cos \varphi$ je kosinus úhlu fázového posunu mezi 1. harmonickou napětí a proudem. Existence harmonických zvyšuje zdánlivý výkon, pro který platí:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2 + D^2}$$

kde S ... zdánlivý výkon

P ... činný výkon

Q ... jalový výkon

D ... tzv. deformační výkon, který reprezentuje vliv harmonických

Opravdový účinník $\lambda = P/S$ je účinník, který v sobě zahrnuje i tzv. deformační výkon, tedy vliv harmonických proudů a napětí.

Legislativní základ účinníku $\cos \varphi$

Povinnost trvale kompenzovat jalový odběr elektrických zařízení uskutečňovaný s účinníkem jiným než $\cos \varphi = 0,95_{\text{IND}}$ až $\cos \varphi = 1,00_{\text{IND}}$ je každému odběrateli elektrické energie předepsána v následujících legislativních dokumentech:



Obr. 1



Obr. 2

zákon č. 458/2000 Sb. ze dne 28.11.2000 „Zákon o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (Energetický zákon)“ a č. 406/2000 Sb. „Zákon o hospodaření s energií“

Vyhláška Energetického regulačního úřadu (ERU) o kvalitě dodávek elektřiny a souvisejících služeb v elektroenergetice č. 306/2001 Sb.

Cenová rozhodnutí ERU

Z následujících dokumentů jasně vyplývá, že každá technologie musí být vykompenzována na hodnotu **0,95** a výš. Z tohoto důvodu doporučujeme při analýze stavu napájecí sítě změřit účinník dané technologie nebo určitého pohonu a je-li to nutné, rovněž v místě styku dodavatel odběratel elektrické energie. Je-li tam hodnota účinníku menší než **0,95**, doporučujeme zde buď instalovat kompenzační zařízení, nebo, je-li již kompenzační zařízení nainstalováno, vykompenzovat na hodnotu 0,95 a vyšší.

Ustanovení těchto závazných dokumentů přebírají do svých „Podmínek dodávky elektrické energie“ všechny tuzemské rozvodné podniky a prostřednictvím svých provozně obchodních správ je uplatňují více či méně důsledně vůči všem odběratelům elektrické energie.

Kromě toho dává **Zákon č. 222/1994 Sb.** ve svém § 39 pravomoc Státní energetické inspekci (SEI) vyměřit odběratelům, kteří nedodrží podmínky uvedené v jeho § 15, pokutu až do výše **50 milionů korun**.

Ve výjimečných případech (například při odběru realizovaném v těsné blízkosti energetické rozvodné stanice) je mezi dodavatelem a odběratelem dohodnuto jiné pásmo tzv. neutrálního účinníku, což platný zákon i prováděcí vyhláška umožňují (například $\cos \varphi = 0,93_{\text{IND}}$ až $\cos \varphi = 0,98_{\text{IND}}$). Obecně však lze říci, že každý odběratel je povinen jalový výkon kompenzovat.

Cenové přírážky za nedodržení předepsané úrovně $\cos \varphi$ jsou stanoveny pro jednotlivé odběratele elektrické energie podle typu sazby a jsou uvedeny v procentech platby za výkon a elektrickou energii. V ceníku elektrické energie jsou uvedeny přírážky za nedodržení výše uvedených hodnot účinníku $\cos \varphi$.

Současně s těmito přírážkami dává ceník distributorovi elektrické energie možnost účtovat tzv. nevyžádanou dodávku kapacitního kompenzačního výkonu, jinými slovy překompenzování. Za každou takto dodanou kvarh je účtováno v současné době 0,48 Kč.

Literatura

1. Sborník ERU 1998, 2000, 2002
2. Korenc, V., Holoubek, J.: Kompenzace jalového výkonu v praxi. Praha, IN-EL, s.r.o. 1999
3. Kubík, B.: Měření proudů pohonů kola a EMC v napájecích sítích 6 kV a 690 V na rýpadle K 2000, protokol o měření, VÚHU, a.s. 2002
4. Kůs, V.: Vliv polovodičových měničů na napájecí soustavu. BEN – technická literatura, Praha 2002
5. Normy o EMC ČSN EN 61000-x-x