

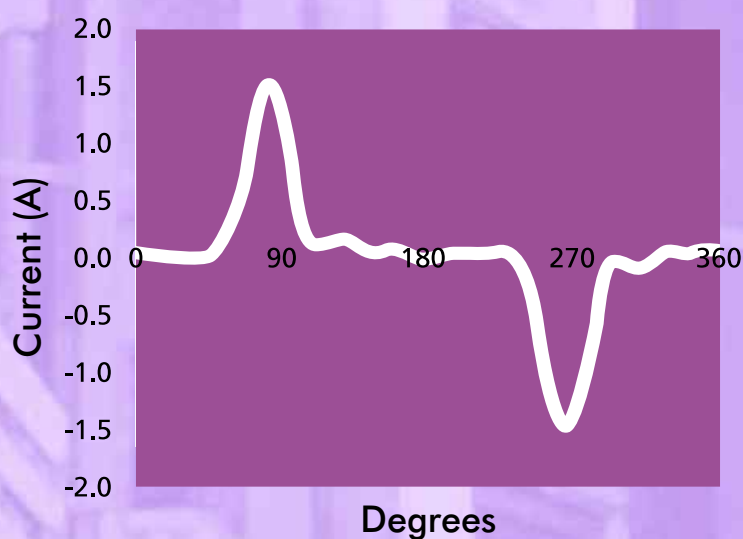
Kvalita elektrické energie - průvodce



Úvod

Průvodce pro vlastní hodnocení

1.2



HUNGARIAN COPPER
PROMOTION CENTRE



Úvod

Kvalita elektrické energie - průvodce

Kvalita elektrické energie - průvodce pro vlastní hodnocení

Hans De Keulenaer, European Copper Institute, Belgie

Překlad: Josef Gavlas, Miloslav Kužela, Pavel Santarius, FEI Technická univerzita Ostrava,
prosinec 2002

Hungarian Cooper Promotion Centre (HCPC)

HCPC je nezisková organizace financovaná producenty mědi a výrobci zpracovávajícími měď. Jejím cílem je podporovat používání mědi a měděných slitin a napomáhat jejich správné a účinné aplikaci. Služby HCPC, mezi něž patří i poskytování informací a technického poradenství, jsou dostupné zájemcům o využití mědi ve všech oborech. Sdružení rovněž slouží jako prostředník mezi výzkumnými organizacemi a průmyslovými uživateli a udržuje těsné styky s obdobnými středisky mědi ve světě.

Fakulta elektrotechniky a informatiky VŠB Technická univerzita Ostrava (FEI - TUO)

Fakulta elektrotechniky a informatiky zahájila svou činnost na VŠB Technické univerzitě v Ostravě od 1. ledna 1991. Fakulta zajišťuje všechny formy vysokoškolského studia (tj. bakalářské, magisterské a doktorské) ve studijním programu Elektrotechnika a informatika s ucelenou strukturou elektrotechnických oborů a inženýrské informatiky. Nedílnou součástí činnosti pedagogů na fakultě je i vědecko-výzkumná činnost, kde jedním z nosných programů je kvalita elektrické energie s hlavním zaměřením na problematiku monitorování parametrů kvality a na problematiku harmonických v elektrických sítích.

European Copper Institute (ECI)

European Copper Institute je organizací založenou podporujícími členy ICA (International Copper Association) a IWCC (International Wrought Copper Council). ECI zastupuje největší světové producenty mědi a přední evropské výrobce při propagaci mědi v Evropě. ECI, který byl založen v roce 1996, se opírá o síť deseti národních organizací (Copper Development Associations - 'CDAs') v Beneluxu, Francii, Německu, Řecku, Maďarsku, Itálii, Polsku, Skandinávii, Španělsku a Spojeném království. Navazuje na činnost sdružení Copper Products Development Association založeného v roce 1959 a INCRA (International Copper Research Association) založeného v roce 1961.

Upozornění

Obsah tohoto materiálu nemusí nutně vyjadřovat názor Evropského společenství a není pro něj ani závazný. European Copper Institute a Hungarian Cooper Promotion Centre odmítají odpovědnost za jakékoliv přímé, nepřímé či vedlejší škody, které mohou být způsobeny nesprávným využitím informací v této publikaci.

Copyright© European Copper Institute a Copper Development Association.

Česká verze byla připravena ve spolupráci HCPC a Fakulty elektrotechniky a informatiky VŠB - Technické Univerzity Ostrava.

Reprodukce je možná za předpokladu, že materiál bude otištěn v nezkrácené podobě a s uvedením zdroje.



HUNGARIAN COPPER
PROMOTION CENTRE

Hungarian Copper Promotion
Centre
Képiró u. 9
H - 1053 Budapest
Maďarsko
Tel: 00 36 1 266 4810
Tel: 00 36 1 266 4804
Email: hcpc.bp@euroweb.hu



VŠB - TU Ostrava
Fakulta elektrotechniky a
informatiky
Katedra elektroenergetiky
17. listopadu 15
CZ 708 33 Ostrava-Poruba
Tel: +420 597324279
Tel: +420 596919597
Email: pavel.santarius@vsb.cz



European Copper Institute
168 Avenue de Tervueren
B-1150 Brussels
Belgium
Tel: 00 32 2 777 70 70
Tel: 00 32 2 777 70 79
Email: eci@eurocopper.org
Website: www.eurocopper.org

Kvalita elektrické energie průvodce pro vlastní hodnocení

Tento průvodce Vám umožní provést rychlý odhad, podle kterého se lze rozhodnout, zda by Vaše organizace měla použít program pro zlepšení kvality elektrické energie (Power Quality). Seznam možných problémů souvisejících s kvalitou elektrické energie je překvapivě dlouhý. Problémy s kvalitou elektrické energie jsou komplexní a často je nutné sestavit tým expertů, který správně určí problémy a nalezne řešení. Podobné symptomy, jako např. přehřívání přístrojů, zařízení, mohou mít různé příčiny (harmonické, nesymetrie, přetížení) a každá z nich vyžaduje odlišné řešení.

Je možné, že trpíte problémy s kvalitou elektrické energie?

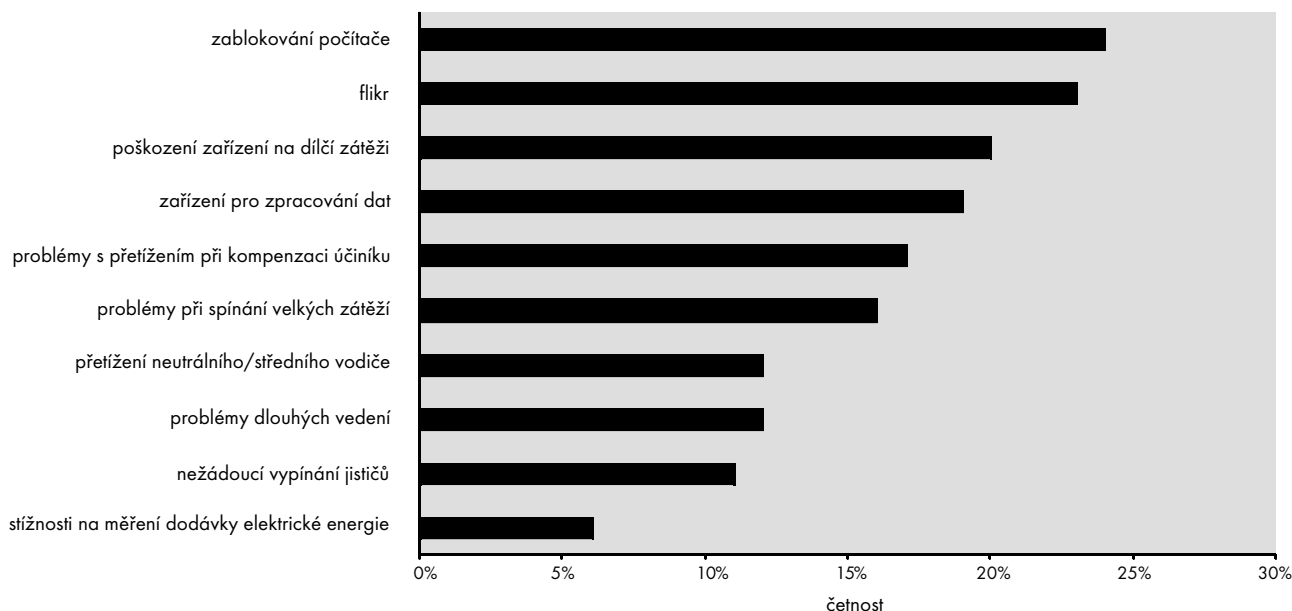
Možnost, že trpíte problémy s kvalitou elektrické energie závisí na:

- kvalitě napětí dodávaného Vaší distribuční společností
- typech zátěží ve Vaší instalaci
- citlivosti Vašeho zařízení na různé druhy poruch

Neexistuje jedno obecné řešení. Pro každé pracoviště je nutné vytvořit optimální, technicko-ekonomické řešení, přičemž je nutné brát v úvahu tři výše zmíněné, související faktory. Tento průvodce se nezabývá problémy distribuce, což je tématika mnohokrát zpracovaná, ale zaměřuje se na ty aspekty kvality elektrické energie, které spadají pod kontrolu manažerů pracovišť.

Typické problémy

V následujícím seznamu je uveden přehled nejčastějších problémů z oblasti kvality elektrické energie. Podle studie European Copper Institute z roku 2001, která zahrnuje 1400 pracovišť v 8 zemích, jakékoliv pracoviště v Evropě má 5-20% pravděpodobnost, že se na něm vyskytne jeden nebo více z problémů uvedených v seznamu. Polovina pracovišť v energeticky náročném průmyslu nebo významné úřední budovy budou trpět dvěma nebo více problémy. Jen velmi málo pracovišť je zcela bez problémů (obrázek 1).



Obrázek 1 - Nejčastější problémy z oblasti kvality elektrické energie na 1400 pracovištích v 8 zemích

Je samozřejmé, že vyskytne-li se některý z výše uvedených problémů, nemusí být vždy jeho příčinou nízká kvalita elektrické energie. Například zablokování počítače může být způsobeno softwarem. Navíc nalezení původu problému na základě jeho projevu ať už před elektroměrem (tedy na straně dodavatele elektrické energie) nebo za elektroměrem (zákazníkovou část instalace) je často velmi obtížné bez provedení detailního měření a analýzy.

Průvodce pro vlastní hodnocení

Zablokování počítače

Zemnicí proud, mající původ v přístrojích, má za následek pokles napětí mezi zařízením a skutečnou zemí. Ačkoli je toto rušivé napětí malé, může být významné ve srovnání s napětími (o velikosti několika málo voltů) při kterých pracují zařízení v oblasti IT. PC hardware je navržen tak, aby byl co nejméně citlivý na tento druh rušení, leč jeho vliv nelze potlačit úplně, zejména při růstu rušivé frekvence. Moderní komunikační protokoly jsou vybaveny algoritmy pro detekci a opravu chyb. Chybně přijatá data je nutno poslat znovu a tím se snižuje celková datová propustnost. Výsledkem je zpomalení práce počítačů nebo jejich zablokování, což je běžný jev na dnešních pracovištích.

V třífázových sítích je kombinovaný střední/zemnicí vodič aktivním vodičem proudu, což způsobuje poklesy napětí. Referenční zem různých počítačů na různých patrech již nemá stejný potenciál. Například potečou proudy ve stínění datových kabelů, které jsou na obou koncích uzemněny, aby vyhovely EMC.

Blikající obrazovky

Harmonické proudy s kmitočty násobku 3 se skládají ve středním vodiči. Při konfiguraci TN-C je sloučen neutrální a ochranný vodič do jednoho a na mnoha místech je připojen ke kostře budovy. Výsledkem je, že neutrální zpětné proudy mohou téci kamkoliv v kovové kostře budovy a vytvářet tak nekontrolovaná a nekontrolovatelná magnetická pole. V krajním případě se tato pole mohou projevovat jako blikání počítačových obrazovek. Neutrální proud se musí vždy vrátit do společného napájecího bodu použitím samostatného vodiče, jak je tomu v sítích TN-S a TN-C-S. Ve skutečnosti vede zvyk mít v instalaci jediný bod pro připojení středního/zemnicího vodiče k větší bezpečnosti a lepšímu stavu EMC.

Blikající světla

Krátkodobé změny napětí, které vznikají přepínáním, zkraty a změnami zátěže, se mohou projevovat blikáním světel. Přípustná míra blikání světel je regulována mezinárodními standardy a je založena na subjektivním vnímání člověkem. Nadměrné blikání může způsobovat migrény a je zodpovědné za některé případy takzvaného „syndromu nemocné budovy“.

Přehřívání transformátorů při průměrné zátěži

Harmonické způsobují přídavné ztráty v transformátoru. Když je transformátor blízko ke své maximální zátěži, mohou tyto ztráty vést k předčasnému selhání transformátoru vlivem přehřátí a k problémům ve vinutí. Vzhledem k současnému trendu využívání zařízení až na hranici jeho možností a také díky rostoucímu harmonickému znečištění v nízkonapěťových sítích, se tento problém objevuje stále častěji.

Ztráty v transformátorech jsou způsobovány rozptýlenými magnetickými ztrátami v jádře, vířivými proudy a odporovými ztrátami ve vinutí. Z těchto uvedených ztrát jsou nejvýznamnější, v případě přítomnosti harmonických, ztráty způsobené vířivými proudy. Ty totiž stoupají zhruba s druhou mocninou frekvence. V typické budově se smíšenou zátěží budou ztráty způsobené vířivými proudy zhruba devětkrát větší než bychom očekávali. Tím téměř zdvojnásobí celkové zátěžové ztráty. K tomu abychom určili nadměrné ztráty je nutné znát harmonické spektrum zátěžového proudu.

Indukční motory

Napěťové harmonické způsobují dodatečné ztráty u přímo připojených indukčních motorů. Pátá harmonická vytváří protisměrné rotační pole, zatímco sedmá harmonická vytváří rotační pole nad synchronní rychlostí motoru. Výsledné pulsy točivého momentu způsobují opotřebování propojení (spojky) a ložisek. Protože rychlost je pevně daná, energie obsažená v těchto harmonických se rozptýlí jako nadbytečné teplo, což má za následek předčasné stárnutí. Harmonické proudy se také indukují v rotoru a generují tak další teplo. Toto teplo je příčinou zmenšení vzduchové mezery mezi rotorem a statorem a tedy i dalšího snížení efektivity.

Průvodce pro vlastní hodnocení

Jiná skupina problémů je spjatá s říditelnými pohony. Tato zařízení jsou většinou citlivá na poklesy napětí a mohou způsobit poruchy a problémy v synchronizovaných výrobních linkách. Jsou často instalovány v určité vzdálenosti od motoru, a protože mají ostré napěťové náběhové časy, jsou příčinou napěťových špiček.

Speciální pozornost je třeba věnovat rozběhu motorů po poklesu napětí, v situacích kdy motor normálně pracuje blízko své maximální zátěže. Nadbytečné teplo vyvolané rázovým proudem při rozběhu motoru může způsobit jeho selhání. Při výběru optimálního motoru je nutno brát v úvahu:

- fakt, že motor musí být navržen tak, aby pracoval s maximální efektivností při zhruba 70% zátěži
- četnost napěťových poklesů a dobu po kterou si můžeme dovolit čekat, než se obnoví činnost motoru

Přehřívání vodičů vlivem skinefektu

Všechny harmonické způsobují dodatečné ztráty ve fázových vodičích. Skin-efekt, který je zanedbatelný při frekvenci 50 Hz, hraje již významnou roli počínaje frekvencí 350 Hz (sedmá harmonická) a vyšších. Například vodič o průměru 20 mm má při frekvenci 350 Hz o 60% větší zdánlivý odpor než je tomu v případě stejnosměrného napájení. Zvýšený odpor, ale dokonce i zvýšená reaktance (vlivem vyšší frekvence), budou mít za následek zvýšené napěťové poklesy a zvýšené napěťové zkreslení.

Správná funkčnost řídicí techniky

Nepříznivé harmonické zkreslení může vytvořit dodatečné průchody nulou uvnitř sinusového cyklu a tím také ovlivnit citlivé měřicí přístroje. Synchronizace řídicí techniky v plynulé výrobě může být narušena a může dojít k zablokování PLC (programmable logic control- programovatelné logické řízení) zařízení.

Zahlcení datových sítí

Unikající zemnicí proudy způsobují malé poklesy napětí podél zemnicího vodiče. V sítích typu TN-C je kombinovaný zemnicí/střední vodič konstantním nositelem zanedbatelného proudu s dominantními 3-n harmonickými. Spolu se zvýšeným použitím nízkonapěťových signálů ve výpočetní technice roste také počet bitových chyb a to až do okamžiku kdy dojde k zablokování celé sítě. Kolik z menších či větších privátních sítí zakusí tento úkaz téměř každý týden? Z nějakého neznámého důvodu dojde k zablokování sítě, přestanou chodit e-maily, nelze tisknout, ...

Problémy s kompenzací účiníku

Harmonické frekvence se mohou shodovat (překrývat) s rezonančními frekvencemi rozptylové reaktance a kompenzačních kondenzátorů a vytvářet tak nadměrný proud či napětí, což může vést k předčasnému selhání. Navíc může dojít k nesprávnému měření zátěže na kompenzačním rozvaděči vlivem nesprávného měření harmonicky zkresleného proudu (viz. část 3.2.2 tohoto Průvodce).

Problémy s dlouhými vedeními a problémy vzniklé při spínání velké zátěže

Dlouhá vedení se sebou nesou vyšší impedanci a tedy i větší napěťové poruchy způsobené rázovými spínacími proudy. Jako příklad můžeme uvést rozběh těžkého motoru nebo zapnutí počítačů. Harmonické proudy generované regulovatelnými pohony nebo spínanými zdroji, které se nacházejí na konci dlouhých vedení způsobují vyšší zkreslení harmonického napětí. Proto se dlouhá vedení předimenzují, aby se snížil úbytek napětí. Jako vedlejší účinek předimenzovaného vedení jsou i nižší ztráty. Při provozu delším než 3000 hodin se vynaložené náklady vrátí velmi rychle.

Průvodce pro vlastní hodnocení

Přetížení středního vodiče

Třífázový obvod je tvořen třemi aktivními vodiči a neutrálním/středním vodičem, který je nosičem nesymetrie vznikající mezi třemi fázovými vodiči. Ale započítáme-li navíc 3-n harmonické, pak středním vodičem poteče proud nezanedbatelné velikosti. Protože v minulosti byly mnohdy střední vodiče dimenzovány na poloviční zátěž, situace se může stát kritickou, a to přestože fázové vodiče pracují hluboko pod maximální zátěží.

Rušení ochranných systémů při spínacích pochodech

Rázové proudy mohou způsobit nechtěné sepnutí jističů. V jističích může docházet ke špatnému sčítání proudu základní a dalších harmonických, což způsobí jejich nesprávnou činnost. Svodové proudy mohou dosáhnout prahu, kdy dojde k sepnutí vlivem zbytkového proudu.

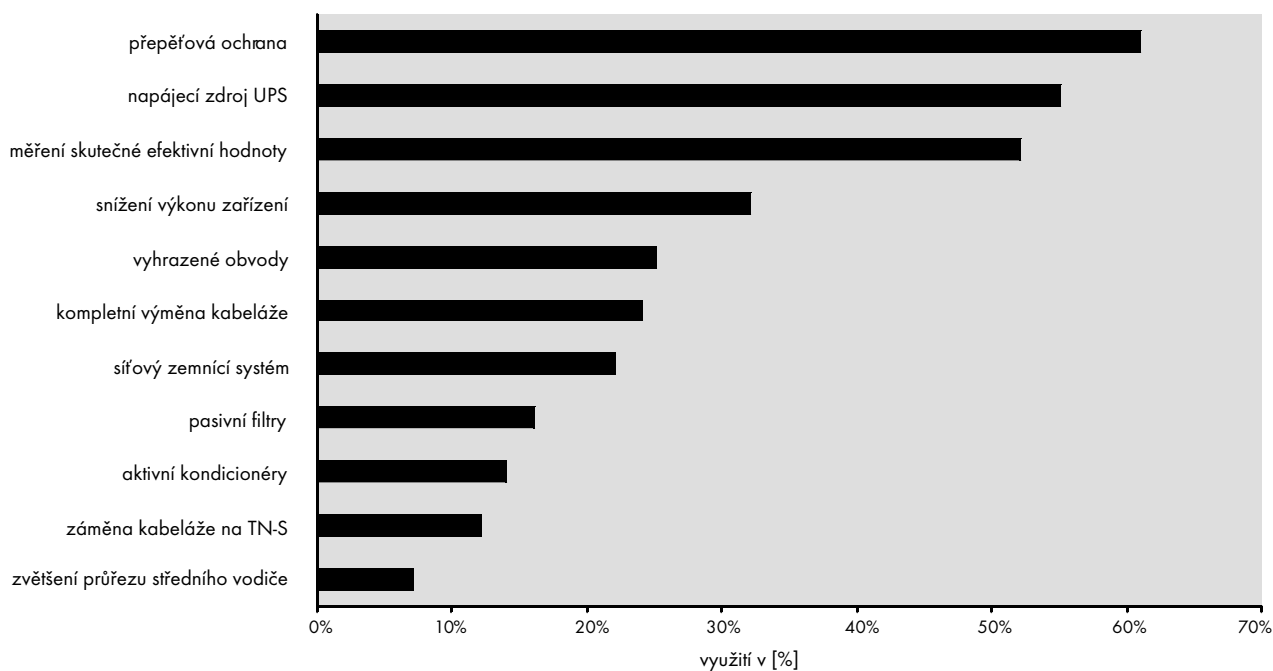
Opatření zavedené proti nechtěnému vypínání nesmí ohrozit bezpečnost osob na pracovišti. Obecným řešením je omezení rázových a svodových (zemnicích) proudů. Toto lze provést „rozprostřením“ zařízení do více obvodů, z nichž každý napájí nižší zátěž. Rovněž je vhodné použít speciálně navržené jističe, které jsou schopny se vypořádat s harmonickými. Předimenzování není nikdy vhodným řešením.

Distribuční společnost uplatňuje nároky při napájení ovlivněným harmonickými

Zatím ne mnoho distribučních společností vyžaduje poplatky za znečištění harmonickými, platí se pouze za jalový výkon. K zavedení těchto poplatků však v budoucnosti může dojít, neboť harmonické znemožňují optimální činnost systému distribuce elektrické energie.

Řešení

Seznam možných řešení problémů s kvalitou elektrické energie je dlouhý a neúplný. Seznam možných řešení je zobrazen na obrázku 2. Tento seznam byl pořízen při průzkumu 1400 pracovišť v 8 zemích.



Obrázek 2 - Převládající řešení s kvalitou elektrické energie uvedené v % případu užití na 1400 pracovištích v 8 zemích

Je důležité si uvědomit, že neexistuje jedno jediné řešení problémů s kvalitou elektrické energie. Pro každý druh problému existuje celá řada zlepšujících přístupů, řadu z nich lze použít se stejnou mírou úspěchu. V reálném světě se běžně vyskytuje několik problémů současně a proto i použitá řešení musí být navzájem kompatibilní. Řešení musí být rovněž kompatibilní se zátěžemi, které tvoří instalaci. Je třeba si dát pozor na

Průvodce pro vlastní hodnocení

záračná řešení typu „černá skříňka“, která jsou někdy mohutně propagována jako lék na určitý problém za jakýchkoliv okolností, toto je v praxi nemožné. Návrháři musí vždy hledat množinu optimálních řešení pro již známé problémy, či pro problémy jež je možné v daném kontextu očekávat. Tato řešení by měla být robustní.

Uvědomme si, že elektrická zátěž není statická. Rozdíly mezi pracovními cykly použitého zařízení a odchylky v pracovních diagramech přispívají k stále se měnícímu zátěžovému diagramu. Například velká administrativní budova může mít za rok stovky mutací, takže „harmonická kultura“, spektrum harmonických proudů v instalaci se stále mění. Profily harmonických z IT zařízení se neprůměrují, ale sčítají (skládají) a to zejména v případě důležitých třetích a pátých harmonických. Činnost zařízení s krátkým pracovním cyklem, jako například výtahy nebo kovoobráběcí stroje (ať už jsou přímo na pracovišti nebo na sousedních pracovištích) způsobují lokální výkyvy napětí k nimž je nutno připočítat již existující změny napětí pocházející z distribučního systému. Správné a úplné určení problémů s kvalitou elektrické energie tak vyžaduje pečlivé pozorování.

Cena problémů s kvalitou elektrické energie vyjádřená v termínech ztracené produkce (ušlý zisk?) a v ceně výpadků je různá a závisí na typu průmyslu. Na druhou stranu finanční prostředky na opatření přinášející zlepšení se vrátí během dvou až tří let, uvažujeme-li typická investiční kritéria pro obchod a průmysl. Samozřejmě, cena za prevenci eliminování problémů v počátečním návrhovém stádiu představuje 10-20% ceny za dodatečné opatření v již pracující instalaci (viz část 2). Naneštěstí u budovy v návrhovém stádiu nelze přesně odhadnout budoucí celkovou zátěž a tedy nelze přesně určit potencionální problémy s kvalitou elektrické energie ani výdaje s nimi spojené. Vytvořit strategii investování do řešení spojených s kvalitou elektrické energie představuje velkou výzvu. V budoucnosti budou inženýři schopni s jistotou předpovědět množinu možných problémů a budou mít i praktické zkušenosti s jejich řešením. V té době si možná i vlastníci a provozovatelé budov uvědomí, že prevence je vždy levnější než léčba.

Přepěťová ochrana

Nejrychleji přijímané řešení. Detailně je probráno v části 6 tohoto Průvodce (Zemnění a EMC).

UPS (nepřerušované zdroje napájení)

Jen velmi málo pracovišť zahrnujících velké množství IT techniky nebo zařízení pro řízení procesů, nemá nějaký druh UPS. Těch může být celá řada od jednoduchých, nepříliš výkonných jednotek chránících servery až po velké centrální stroje s výkonem okolo 1MVA. Strategii použití UPS zdrojů je třeba dobře promyslet, neboť se jedná o uskladněnou energii a tedy při její výrobě dochází k značným dodatečným ztrátám. Je tedy velmi drahá a měla by být užitá jen ve vybraných případech. Nejchopitelnějším řešením je užití UPS pro napájení kritických zařízení (servery, zařízení pro řízení procesů, bezpečnostní zařízení) jen po dobu nezbytně nutnou k jejich bezpečnému vypnutí nebo k evakuaci, tím ponecháme všechny klientské počítače a ostatní zařízení bez proudu. Opačným extrémem je použití UPS zdroje schopného napájet celé pracoviště po dobu nutnou k obnovení dodávky proudu ze záložních zdrojů. Ve většině případů se optimální řešení nachází někde mezi těmito dvěma extrémy. Toto téma je detailně probráno v části 4 tohoto Průvodce.

Záložní generátor

Kvůli času nutnému pro náběh, řadíme generátor do druhé obranné linie proti výpadkům napájení. Toto zařízení je schopno dodávat proud velké části zátěží po relativně dlouhou dobu.

Měření skutečného RMS (skutečné efektivní hodnoty)

Měření je znalost. Naměřené hodnoty skutečného RMS mohou být o mnoho vyšší než hodnoty získané pomocí průměrových měřidel. Naštěstí většina pracovišť v průzkumu disponovala měřičem skutečného RMS. Avšak abychom si mohli být absolutně jisti, všechny měřicí přístroje musí měřit skutečný RMS.

Průvodce pro vlastní hodnocení

Snížení zatížitelnosti transformátoru

Praxe snížení zatížitelnosti transformátorů pro harmonické zátěže je dobře zdokumentována, ačkoliv ne všeobecně chápána, ve standardu IEC 61378-1 „Transformátory pro průmyslové aplikace“. Je třeba poznamenat, že dodatečné teplo generované harmonickým znečištěním může vést k významnému snížení životnosti. Upřednostňujeme použití transformátoru třídy K před snížením zatížitelnosti transformátorů. Transformátor třídy K je totiž speciálně navržen pro harmonické zátěže a vykazuje menší ztráty způsobené vířivými proudy. Transformátor se sníženou zatížitelností má větší ztráty je prostě předimenzován, takže výsledné teplo se může rozptýlit. Také v praxi je obtížnější udržovat transformátor se sníženou zatížitelností jak zátěž roste, zapomíná se na snížení zatížitelnosti a transformátor začíná být vážně přetížen.

Snížení zatížitelnosti motoru

Nesymetrie napětí a harmonická napětí vedou k přídavným ztrátám v elektrických motorech. Motor pak nemůže pracovat na maximální zátěž pro kterou byl sestaven. NEMA podává jistý návod jak snížit zatížitelnost motorů při přítomnosti harmonických napětí. Vysoce účinné výkonné motory (třída Eff1) nejenom že šetří energii a tedy i peníze, ale také jsou více odolné proti některým dříve zmíněným problémům. Díky použití většího množství kvalitnějších materiálů, je jejich provozní teplota nižší a lépe tedy snáší dodatečné teplo vzniklé vlivem harmonických nebo rázových proudů při startu po poklesu napětí.

Vyhrazené obvody

Zátěže, které jsou citlivé na harmonické znečištění, by měly být napájeny z vyhrazených obvodů. Velké zátěže by rovněž měly mít své vlastní obvody, aby při spouštění neovlivňovaly ostatní zátěže. Podle průzkumu, 25% pracovišť využívá vyhrazené obvody.

Více kabelů pro harmonické zátěže

Kromě dodatečného tepla generovaného proudy ve středním vodiči je efektivní průřez kabelu redukován skin-efektem, jenž je výrazný od sedmé harmonické. Řešením jistě není použití většího průřezu, neboť proud bude vždy rozprostřen po obvodu vodiče. Jako vhodnější se tedy jeví použití více kabelů.

Kompletní výměna kabeláže

Poněkud drastické opatření (s výjimkou celkových renovací), které je však často používáno, protože starší instalace nebyly navrženy pro moderní zátěže. Podle průzkumu provedeného v 1400 budovách, toto řešení bylo použito ve 24% případů.

Rozdělení elektrických zátěží na zóny

S různými typy zátěže jsou spojeny různé požadavky na plynulost dodávky energie a bezpečnost, bráno v termínech EMC. Proto tedy vzniklo rozdělení zátěží do řady kategorií, každá s vlastním přístupem ke kabeláži, zemnění nebo jištění, v závislosti na potřebě (viz. část 4 & 6 Průvodce).

Síťová zem

Síťový zemnicí systém s vícenásobným vertikálním propojením musí být zajištěn pro každé patro, aby poskytoval nízkoimpedanční cestu k zemi v širokém rozsahu frekvencí (viz. část 6 Průvodce).

Pasivní filtry

Představují populární řešení, které může být aplikováno centrálně nebo jen pro individuální zátěže. Když filtrujeme co nejbližší k místu vzniku harmonických, můžeme si být jisti, že filtrování zůstává efektivní i při mnoha mutacích, jež se vyskytují v kancelářských budovách. Nevýhodou je nutnost používat větší filtrovací

Průvodce pro vlastní hodnocení

kapacitu, než je aktuálně nutná (tedy nebereme ohled na různorodost zátěže) a rovněž jednotlivé malé filtry jsou více nákladné než centralizované jednotky. Jednou z výhod je omezení harmonických proudů na menší oblast instalace.

Na druhou stranu, centralizovaný přístup umožňuje kombinovat pasivní filtry s kompenzací účinníku. Společné použití těchto funkcí umožňuje přijmout kroky pro potlačení rezonancí u harmonických frekvencí. Obvykle dochází k centralizaci kompenzačních a filtračních zařízení. To umožňuje optimalizovat regulační stupně, redukovat počet nutných regulací a umožňuje korigovat vyšší hodnoty bez rizika samobuzení motorů. Jak však dochází ke změnám ve skladbě harmonických, je třeba zajistit, aby filtry byly i nadále funkční.

Toto téma je více rozvinuto v části 3.1.1 tohoto Průvodce.

Aktivní kondicionéry

Nejlepší praktické řešení, leč velmi nákladné. Kondicionéry jsou však velmi flexibilní, adaptabilní a velmi užitečné zejména v případech kdy dochází ke změně skladby harmonických. Požívat jen ve vybraných případech.

Změna kabeláže na TN-S

Systémy TN-C s takzvaným PEN vodičem se staly výjimkou, přičemž v některých zemích bylo jejich použití pravidlem. V komisích pro standardy je nyní PEN vodič považován za speciální případ. V budovách s velkým množstvím IT techniky již nejsou TN-C systémy povoleny. Z pohledu EMC jsou systémy TN-S nadřazené.

Zvětšování průřezu středních vodičů

Dnes jsou ve většině předpisů pro kabeláž požadovány střední vodiče stejných průřezů s výjimkou případů kdy lze prokázat, že menší vodič bude postačující. V případech kde se vyskytují harmonické je vyžadován střední vodič stejného průřezu schopný vést skutečný proud ve středním vodiči a podle některých předpisů musí být správně chráněn proti přetížení (viz. část 3.5.1 tohoto Průvodce).

Závěr

Kvalita elektrické energie představuje složitou oblast zahrnující přes tucet oblastí popisujících problémy, pro které existuje ještě větší počet řešení. V současnosti trpí většina energeticky náročných pracovišť problémy způsobenými špatnou kvalitou elektrické energie. Většina pracovišť již v tomto směru podnikla jisté ochranné opatření. Typicky se jedná o pořízení UPS zdroje, záložního generátoru, pořízení měřidel skutečných efektivních hodnot a další doplňující řešení, např. síťové zemnění, změna kabeláže na TN-S, aktivní kondicionéry apod.

Je nepravděpodobné, že by jediné řešení bylo dostatečně účinné. Je nutný pečlivý návrh množiny řešení, zohledňující pozorované problémy s kvalitou elektrické energie a založený na detailní znalosti příčin problémů s kvalitou elektrické energie. Následující části tohoto Průvodce se pokoušejí poskytnout tyto znalosti pro dodavatele, inženýry-návrháře a manažery údržby.

Evropská střediska promoce mědi

Země Beneluxu

Copper Benelux
Avenue de Tervueren 168
B-1150 Brussels
Belgium

Tel: 00 32 2 777 7090
Fax: 00 32 2 777 9099
Email: mail@copperbenelux.org
Website: www.copperbenelux.org
Kontakt: Mr. B. Dóme - Ředitel

Francie

Centre d'Information du Cuivre et Latons
30 Avenue de Messine
F-75008 Paris

Tel: 00 33 1 42 25 25 67
Fax: 00 33 1 49 53 03 82
Email: centre@cuivre.org
Website: www.cuivre.org
Kontakt: Mr. P. Balzy - Ředitel

Německo

Deutsch Kupfer-Institut e.V
Am Bonneshof 5
D-40474 Dusseldorf

Tel: 00 49 211 4796 300
Fax: 00 49 211 4796 310
Email: info@kupferinstitut.de
Website: www.kupferinstitut.de
Kontakt: Dr. W. Seitz - Ředitel

Řecko

Hellinic Copper Development Institute
74 L Riankour Str
GR-115 23 Athens

Tel: 00 30 1 690 4406-7
Fax: 00 30 1 690 4463
Email: info@copper.gr

Kontakt: Mr. D. Simopoulos - Ředitel

Česká republika, Maďarsko, Slovensko

Hungarian Copper Promotion Centre
Képiró u. 9
H 1053 Budapest
Maďarsko

Tel: 00 36 1 266 4810
Tel: 00 36 1 266 4804
Email: hcpc.bp@euroweb.hu
Website: www.hepcinfo.org
Kontakt: Mr. R. Pintér - Ředitel

Itálie

Instituto Italiano del Rame
Via Corradion D'Ascaino 1
I-20142 Milano

Tel: 00 39 02 89301330
Fax: 00 39 02 89301513
Email: ist-rame@wirednet.it
Website: www.iir.it
Kontakt: Mr. V. Loconsolo - Ředitel

Polsko

Polish Copper Promotion Centre Sa
Pl. 1 Maja 1-2
Pl 50 136 Wroclaw

Tel: 00 48 71 78 12 502, 78 12 383
Fax: 00 48 71 78 12 504
Email: copperpl@wroclaw.top.pl
Kontakt: Mr. P. Jurasz - Ředitel

Skandinávie

Scandinavian Copper Development Association
Kopparbergsvagen 28
S-72188 Vasteras Sweden

Tel: 00 46 21 19 86 20
Fax: 00 46 21 19 80 35
Email: scda.info@outkumpu.fi
Website: www.scda.com
Kontakt: Mrs. M. Sundberg - Ředitelka

Španělsko

Centro Espanol de Informacion del Cobre
Princesa 79
E-28008 Madrid

Tel: 00 34 91 544 8451
Fax: 00 34 91 544 8884
Email: cedic@pasanet.es
Kontakt: Mr. J. R. Morales - Ředitel

Velká Británie

Copper Development Association
Verulam Industrial Estate
224 London Road
St Albans
Hertfordshire AL1 1AQ

Tel: 00 44 1727 731200
Fax: 00 44 1727 731216
Email: copperdev@compuserve.com
Website: www.cda.org.uk & www.brass.org
Kontakt: Mrs. A. Vessey - Manažerka



Hans De Keulenaer



**HUNGARIAN COPPER
PROMOTION CENTRE**

Hungarian Copper Promotion
Centre
Képiró u. 9
H - 1053 Budapest
Magarsko
Tel: 00 36 1 266 4810
Tel: 00 36 1 266 4804
Email: hpcp.bp@euroweb.hu
Website: www.hpcpinfo.org



VŠB - TU Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektroenergetiky
17. listopadu 15
CZ 708 33 Ostrava-Poruba
Tel: +420 597324279
Tel: +420 596919597
Email: pavel.santarius@vsb.cz
Website: homen.vsb.cz/~san50/



European Copper Institute
168 Avenue de Tervueren
B-1150 Brussels
Belgium
Tel: 00 32 2 777 70 70
Tel: 00 32 2 777 70 79
Email: eci@eurocopper.org
Website: www.eurocopper.org