

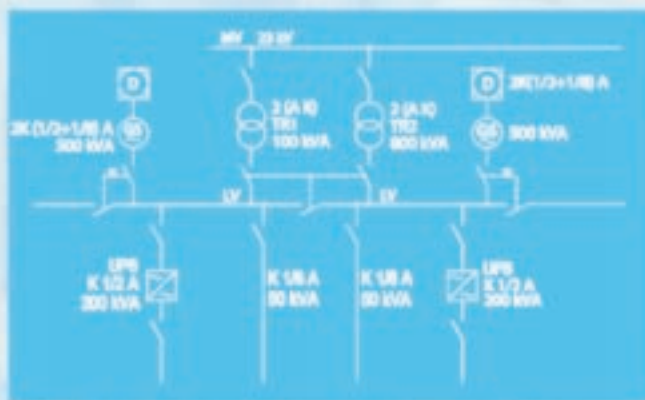
Kvalita elektrické energie - průvodce



Odolnost

Odolné napájení elektrickou energií v moderní administrativní budově

4.5.1



HUNGARIAN COPPER
PROMOTION CENTRE



Odolnost

Odolnost

Odolné napájení elektrickou energií v moderní administrativní budově

Hans De Keulenaer, European Copper Institute, Prof Angelo Baggini, Università di Bergamo
Překlad: Josef Gavlas, Miloslav Kužela, Pavel Santarius, FEI Technická univerzita Ostrava, prosinec 2003

Tento průvodce byl zpracován a vydán jako část Leonardo Power Quality Initiative (LPQI), Evropského vzdělávání a cvičebních programů za podpory Evropské komise (pod programem Leonardo da Vinci) a Mezinárodní Asociací Mědi. Pro další informace navštivte www stránky LPQI www.lpqi.org.

Hungarian Copper 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 střediskami 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 mědi (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 Copper 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.: 00 361 266 4810
Tel.: 00 361 266 4804
E-mail: hpcp@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
E-mail: 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
Fax: 00 32 2 777 70 79
Email: eci@eurocopper.org
Website: www.eurocopper.org

Odolné napájení elektrickou energií v moderní administrativní budově

Úvod

Tento manuál podává konstruktérsky přístup, jak zajistit odolnou a spolehlivou dodávku elektrické energie v hustě elektronicky vybavené administrativní budově. Popisuje případovou studii 10-poschodové administrativní budovy v Miláně v Itálii (zde zmíněné jako "budova" z důvodů důvěrnosti). Budova je centrálou velké finanční instituce a je v ní 500 zaměstnanců, kteří intenzivně využívají zařízení informační technologie.

Po stanovení současného stavu elektrické instalace v budově, spolu s výsledky měření kvality elektrické energie předkládáme dva konstruktérské návrhy, které zajišťují odolnou a spolehlivou dodávku elektrické energie. Zpráva je doplněna analýzou nákladů.

Popis počáteční situace

Napájecí schéma

Budova je připojena na 23 kV mřížovou síť. Hlavní napájení vysokého napětí se skládá ze dvou 800 kVA transformátorů, 23/0,4 kV, 50 Hz. Nízkonapěťová strana instalace je konstruována jako TN-S systém.

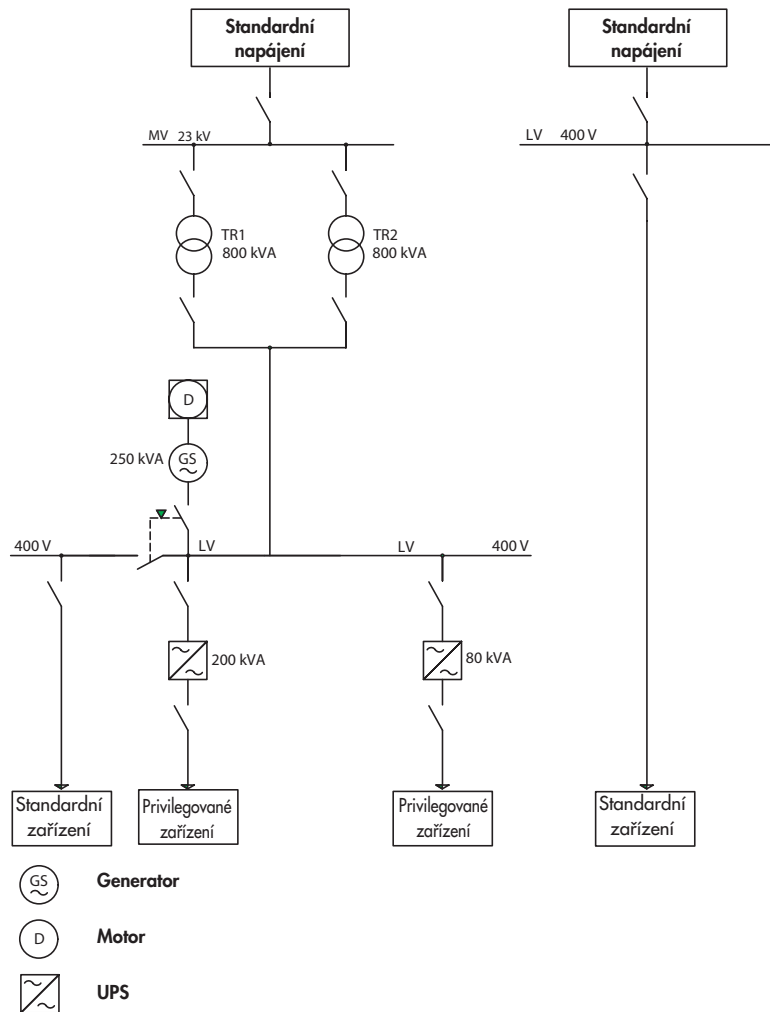
Zatížení je druhotně děleno na standardní, preferenční a privilegované, podle požadavků kontinuity dodávky (o tom více později v této části). Existuje druhý společný napájecí bod (point of common coupling-PPC), který napájí malou část standardního zatížení. Tyto dvě vazby PPC jsou napájeny ze stejného bodu sítě a tak nejsou nezávislé.

Abychom zajistili kontinuitu dodávky elektrické energie, musely být nainstalovány dva UPS zdroje (80 + 200 kVA) podle schématu na obr.1.

Všimněte si, že v takovém schématu je závazné, že střední vodič je připojen k zemi jenom jednou, na hlavní sběrně uzemnění, a ne na každém transformátoru. V opačném případě se ztrácí výhody z TN-S konfigurace zapojení - vylepšené EMC a kvalita elektrické energie.

Primární distribuce je kompromisem mezi radiálním a paralelním schématem¹. Instalace se rozšiřovala náhodným způsobem bez konsistentní struktury. To je přímý výsledek mnohých změn v potřebě výkonu

¹ Paralelní schéma: stoupačí sběrnice nebo silnoproudé vedení je společné pro všechna poschodí; na každém poschodí je připojen nízkonapěťový rozvaděč. Radiální schéma: nízkonapěťový rozvaděč na každém poschodí má vlastní přívod z hlavního rozvaděče v suterénu.

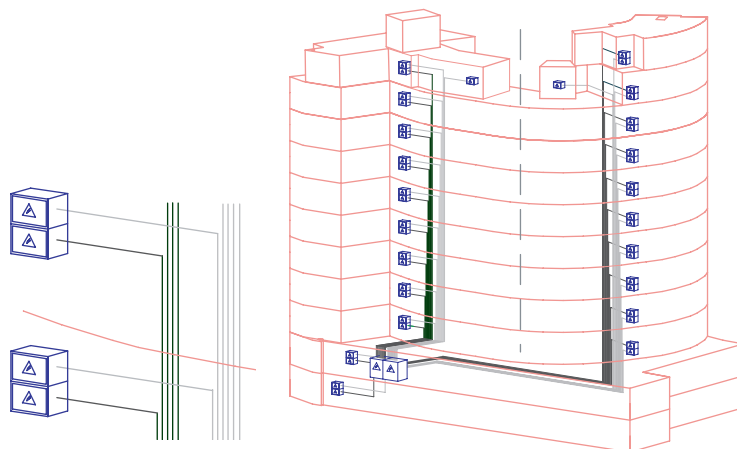


Obr. 1 – Schéma současné distribuce

během životnosti budovy. Dva rozvaděče napájejí každé poschodí. Každý rozvaděč má dvě sekce (standardní a privilegovanou) odpovídající standardní a privilegované sekci hlavního rozvaděče nízkého napětí (obr.2). V konečném rozvodu je užito jednoduché radiální schéma.

Vedení

3-fázové rozvody jsou vedeny vícežilovými měděnými kabely. Kde byly průřezy fázových vodičů větší než 35mm², byly použity střední vodiče s polovičním průřezem.



Obr. 2 - Současné schéma standardní rozvody

Tmavé čáry označují standardní rozvody
Světlé čáry označují privilegované rozvody

Zatížení

Jmenovité zatížení pro administrativní budovu je typické a obsahuje:

- ♦ Výtahy (cca 80 kVA)
- ♦ Služby (cca 100 kVA)
- ♦ Klimatizaci (cca 600 kVA)
- ♦ Horizontální rozvody pro osvětlení a výkon v otevřeném prostoru kanceláří (cca 35 kVA / podlaží).

Kvalita elektrické energie

Abychom vyhodnotili kvalitu dodávky elektrické energie, měřili jsme obsah harmonických proudů na hlavním elektrickém vedení, které napájí každé patro, a na rozvaděčích pro služby v budově.

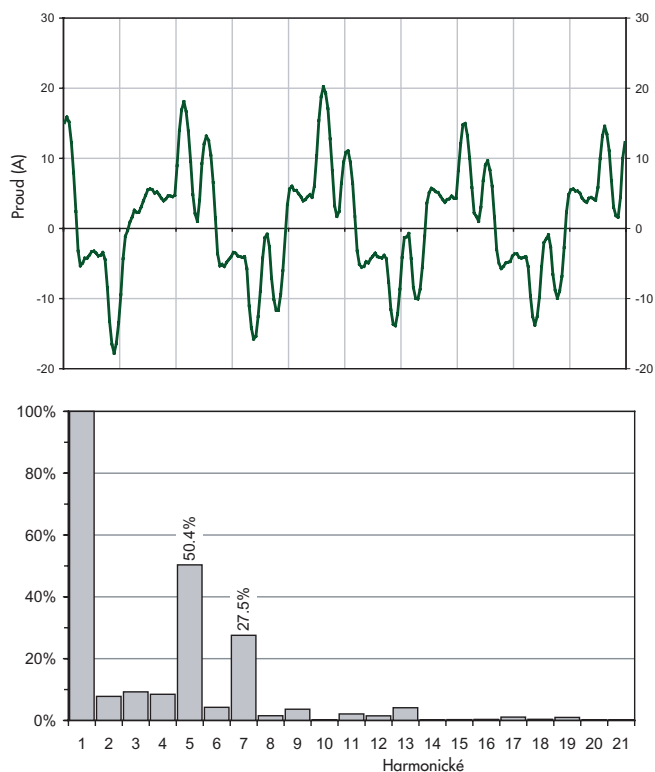
Obr.3 až 6 ukazují příklady měřených časových průběhů proudu a napětí a obsah jejich harmonických. Musíme zdůraznit následující body:

Některé fázové vodiče, zvláště ty pro osvětlovací okruhy, mají přes 75% celkové zkreslení v důsledku harmonických proudů (3., 5. a 7. harmonické) - obr.6. Existuje významné zkreslení v důsledku 3.harmonického proudu v obvodech sloužících informační technologii a osvětlovacímu zařízení - obr.4 a 5 (střední vodič) a obr.6. V některých středních vodičích představují harmonické proudy více než dvojnásobek fázového proudu.

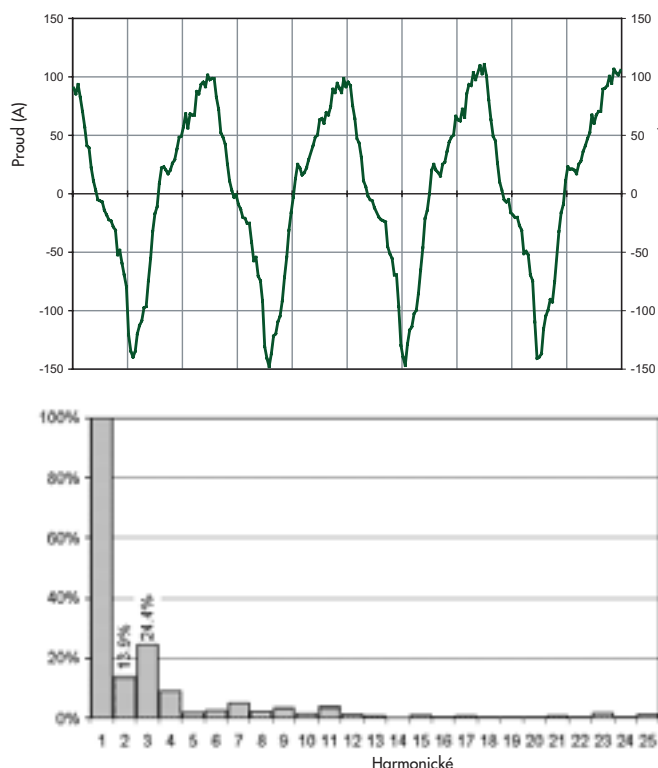
Obě UPS vykazují zkreslení proudu ve fázi a středním vodiči - obr. 4 a 5.

Sudé harmonické se objevují ve více než 1 měření (cca 30% na obr.5). To znamená, že časový průběh proudu nemá obvyklou symetrii.

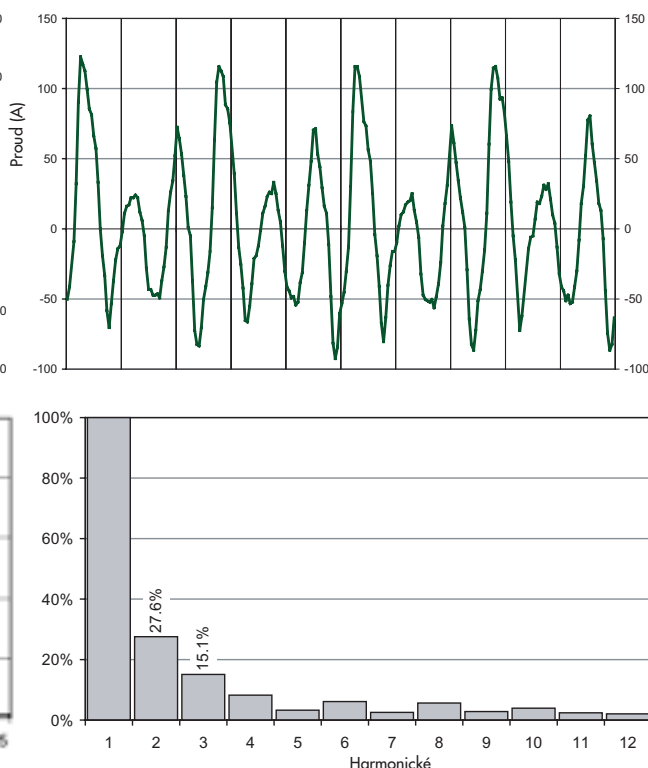
V některých případech má časový průběh více než



Obr. 3 - Časový průběh a obsah harmonických u fázového proudu (fáze L1) na hlavním nízkonapětovém rozvaděči ve vedení napájecím výtahy 1 a 2



Obr. 4 - Časový průběh a obsah harmonických ve fázovém proudu (fáze L1) ve vedení 80 kVA UPS (otevřené kancelářské prostory)



Obr. 5 - Časový průběh a obsah harmonických ve středním vodiči ve vedení 80 kVA UPS (otevřené kancelářské prostory)

dva průchody nulou během jedné periody (obr.5).

V zemnicím vodiči se objevují poměrně trvalé proudy. Je to typický příklad toho, že TN-S konfigurace se nezachovala, tj. že existuje více spojení mezi středním vodičem a zemí. Musíme zajistit, aby bylo jenom jedno místo spojení mezi středním vodičem a zemí. Místní personál musí být srozuměn, aby nevytvářel žádné další spojení mezi středním vodičem a zemí v nízkonapěťovém rozvodu. Přístroj, který byl použit na tato měření, byl jednofázový síťový analyzátor Fluke 43, 0-600V, proudový transformátor 600 A/1mV/A..

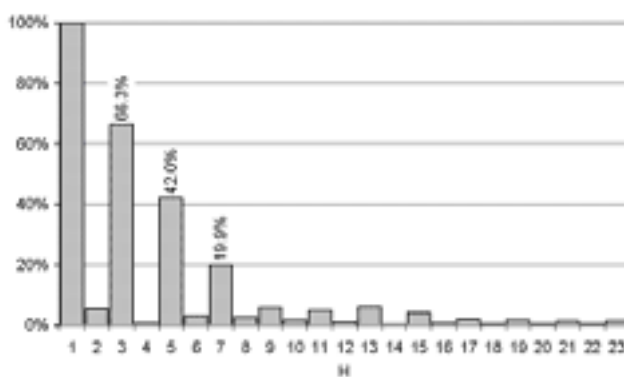
Události

Uživatel budovy zaznamenal vysoký a stále se zvyšující počet událostí a poruch, které především vedly k přehřátí vedení a poruchovému spínání ochran.

Analýza - výchozí situace

Současná instalace proudu postrádá organizaci a racionalizaci ve svém přístupu. To není slučitelné s odolným návrhem, který firma přijala na začátku (napájecí nízkonapěťová síť napájená přes více transformátorů, UPS a generátor).

Některé prvky neodpovídají běžnému standardu. Dokonce ani dodržení všech norem nezaručuje adekvátní provozní hodnoty, pokud jde o kvalitu elektrické energie a EMC pro budovu s kritickými funkcemi.



Obr. 6 - Obsah harmonických fázového proudu L2 na hlavním rozvaděči v napájecím vedení pro rozvaděč přízemí (převážně světelné obvody)

Schéma rozvodu

Schéma rozvodu není ani systematické ani racionální, pravděpodobně kvůli množství úprav oproti původní instalaci. Existují důležitá omezení s ohledem na rezervu kapacity a nezávislost. Potíže jsou např. na hlavní nízkonapěťové přípojnici (obr.1). Dva napájecí transformátory nejsou nezávislé.

Přehřátí vedení

Početné přístroje informační technologie, jako jsou PC, servery, atd. a elektronické osvětlení, produkuje vysoké úrovně harmonických proudů ve vedení.

Tyto jevy mají za následek přehřátí středního vodiče (zvýšené proudy ve středních vodičích - část 3.1 a 3.5.1) právě tak jako rušivé spouštění ochrany.

Koordinace mezi ochranami a vedením

Současné proudové kapacity některých vedení nejsou koordinovány s jejich nadproudovými ochranami. Vysoký počet vedení v stejném svazku dělá problém ještě kritičtější, protože jejich provozní teplota je vyšší.

Analýza chybného vedení ukázala, že delší přehřátí bylo příčinou poruchy v důsledku přehřátí ve svazku. Přepočítací součinitele proudové zatížitelnosti pro seskupování uváděné v informativních přípohách národních a mezinárodních předpisů o zapojení by se měly dodržovat.

Stav středního vodiče

V případě takového vícenásobného napájení s TN-S konfigurací musíme přivádět proud ve středním vodiči zpátky do hlavní uzemňovací přípojnice. Je zapotřebí udělat to na místě, abychom se vyhlí vytváření jakéhokoliv dalšího spojení mezi středním vodičem a zemí. Taková spojení vytvářejí alternativní cesty pro proud středního vodiče, čímž se eliminují všechny výhody systému TN-S.

Přístup k návrhu

Uživatel budovy, který se angažuje ve finančním sektoru, potřebuje obnovit instalaci, protože se spolehlivá kvalita elektrické energie považuje za kritickou. Problémy, které ukazuje analýza současné situace a měření kvality dodávané elektrické energie, vedou k možnosti zlepšení elektrického systému na různých úrovních:

- ♦ racionalizace hlavního rozvodu
- ♦ obnova elektrické instalace na poschodích

Klasifikace zatížení

Abychom co nejlépe využili racionalizaci hlavního rozvodu, je prvním krokem klasifikace zátěží. Všechna zatížení můžeme rozdělit do 3 skupin:

- ♦ standardní
- ♦ preferenční
- ♦ privilegovaná

Standardní zatížení jsou využívány v denním provozu, ale jejich nedostupnost nemá za následek riziko zranění osob, poškození zařízení nebo přerušování provozu. Jednoduchý radiální obvod postačí k napájení a relativně dlouhé doby oprav se mohou tolerovat (tabulka 1).

Preferenční zatížení potřebují záložní napájení, např. jak ukazuje dvojitě radiální schéma, která začíná buď od stoupacích vedení nebo na úrovni mezilehlých spojení (tab.2).

Odolné napájení elektrickou energií v moderní administrativní budově

Popis standardní zátěže	Požadovaný typ napájení	Stanovení času k zásahu
<p>Umožňuje pravidelné fungování budovy, ale její nedostupnost neznámá riziko pro personál nebo zařízení:</p> <p>Obecné služby, např. klimatizace (ale ne v místnosti serverů)</p> <p>Normální osvětlení</p> <p>Topení</p> <p>Elektrické zásuvky</p>	<p>Standardní radiální obvody</p> <p>Opětné zahájení funkce může být jaký čas počkat bez poškození</p> <p>Zátěže lze vypnout</p>	<p>Žádné</p> <p>Nedostupnost funkce narelativně dlouhou dobu lze tolerovat</p>

Tabulka 1 - Popis, kriteria, návrh a požadavky na zásah pro standardní zátěže

Popis preferenční zátěže	Požadovaný typ napájení	Stanovení času k zásahu
<p>Pravidelné fungování zátěže je nutné pro pohodlí a bezpečí personálu a klientů, stejně jako pro zajištění hladkého provozu, např.:</p> <p>Osvětlení schodiště, chodeb a některých místností</p> <p>Minimální podmínky osvětlení aby nevznikla panika</p> <p>Topení a klimatizace některých místností</p> <p>Výtahy</p> <p>UPS</p>	<p>Záložní napájení</p> <p>Dvojitě primární radiální schéma zajišťuje funkční a fyzickou nezávislost stoupacích vedení.</p> <p>Dvě samostatná stoupací vedení mohou být zapojeny, zálohovány buď generátorem nebo ze dvou nezávislých míst sítě.</p> <p>Vypnutí zátěže je nepřijatelné.</p>	<p>Podle normy doba zásahu 20 sec pro dieselgenerátor je přijatelná u dlouhých přerušení. Typické hodnoty pro dieselgenerátor:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. pokus v rozmezí 5 sec 2. pokus v rozmezí 10 sec 3. pokus v rozmezí 15 sec

Tabulka 2 - Popis, kriteria, návrh a požadavky na zásah pro preferenční zátěže

Popis privilegované zátěže	Požadovaný typ napájení	Stanovení času k zásahu
<p>Základní služby:</p> <p>Bezpečnostní osvětlení</p> <p>Servery</p> <p>Telekomunikační systémy</p> <p>Vyhledávání personálu</p> <p>Alarm a bezpečnostní systémy</p> <p>Signalizace požáru a protipožární systémy</p> <p>Uzavřené televizní okruhy</p> <p>Některé pomocné služby</p>	<p>Bezpečný</p> <p>Dvojitě radiální schéma s nezávislými stoupacími vedeními.</p> <p>Nejméně 1 stoupací vedení musí zajistit vysokou spolehlivost sítě.</p> <p>Použití UPS.</p> <p>Pro některé zátěže se může uvažovat o pronajatých UPS.</p>	<p>Zátěže se zásahem v rozmezí 15 sec</p> <p>Zátěže s krátkým přerušením do 0,15 sec</p> <p>Některé zátěže potřebují trvalé napájení</p> <p>Podle normy doba zásahu 20 sec pro dieselgenerátor je přijatelná u dlouhých přerušení.</p> <p>Typické hodnoty pro dieselgenerátor:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. pokus v rozmezí 5 sec 2. pokus v rozmezí 10 sec 3. pokus v rozmezí 15 sec

Tabulka 3 - Popis, kriteria, návrh a požadavky na zásah pro privilegované zátěže

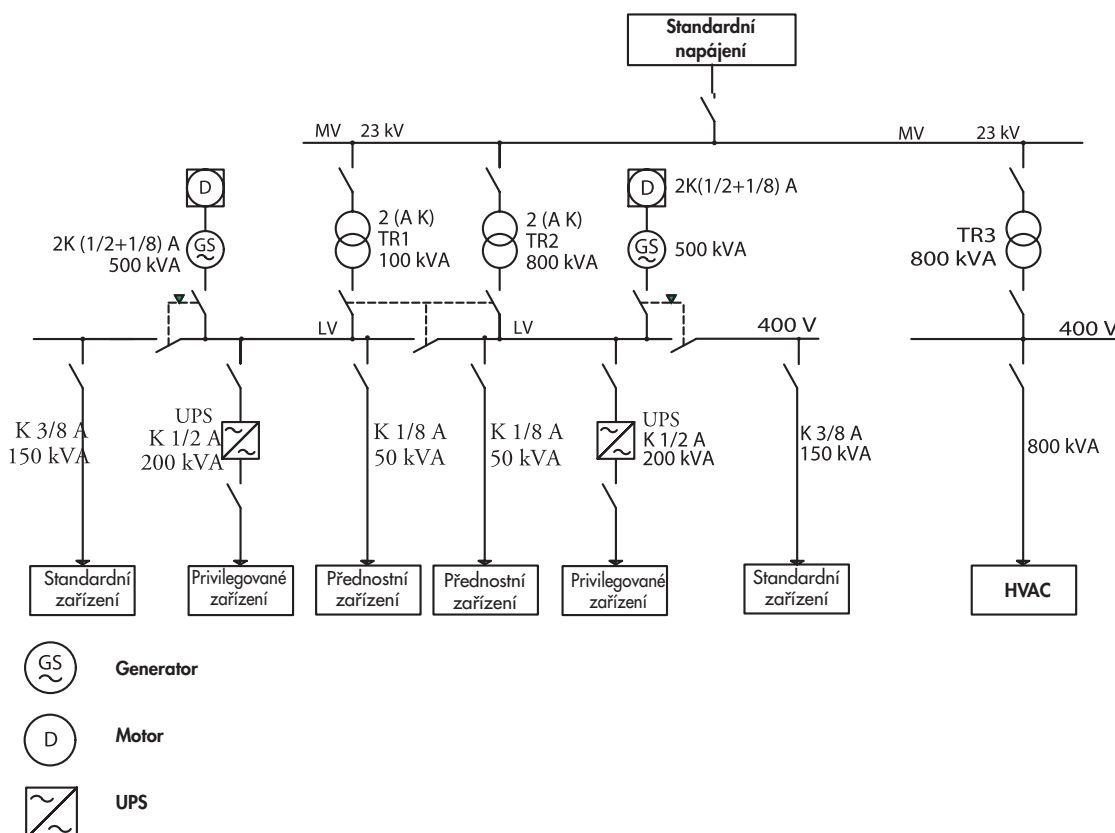
Privilegované zátěže mají kritický úkol. Ztráta funkce znamená vážné nebezpečí pro personál nebo vážné poškození provozu organizace. Úroveň nezávislosti se musí určit pro každou zátěž. Přinejmenším tyto zátěže musí být napájeny ze 2 nezávislých napáječů s automatickým přepínáním. (Tabulka 3).

Typ zátěže	procenta
Standardní	49%
Přednostní	13%
Privilegovaná	38%

Tabulka 4 - Klasifikace typů zátěže

Hlavní distribuční schémata

Abychom se vyhlí existujícím kritickým místům na hlavní přípojnicí nízkého napětí, musí být primární napájení provedeno jako zdvojené radiální (obr. 7 vlevo)



Obr.7 - Nové hlavní napájecí schéma

Jmenovitý výkon transformátorů TR1 a TR2 musí zajistit, aby každý z nich unesl plnou zátěž. Vlivem charakteru zátěží bude křivka napájecího proudu značně zkreslená, při volbě velikosti transformátoru musí být brán v úvahu obsah harmonických. Jmenovitý výkon transformátorů v souvislosti se zvládnutím harmonických proudů bude diskutován v části 3.5.2.

Aby se zredukovaly zkratové proudy, je systém normálně provozován s otevřeným spínačem přípojnic, ale paralelní provoz mezi 2 hlavními transformátory je na krátký čas možný.

K napájení vytápění a klimatizace (HVAC) se musí sekce transformátorů modifikovat, jak ukazuje obr.7 s novým 800 kVA transformátorem TR3 přidaným k již existujícím dvěma.

Standardní zátěže jsou napájeny z jednoho místa sítě. Elektrický kabel stejné sítě, stoupací vedení a radiální distribuce také napájí preferenční a privilegované zátěže.

Dvě skupiny generátorů napájí preferenční a privilegované zátěže. Standardní zátěže jsou vypnuty pomocí spínače na konci hlavní přípojnice.

Dva nepřerušitelné náhradní zdroje UPS zásobují privilegované zátěže v případě selhání normálního a rezervního zdroje elektrické energie.

Primární zdroj a rezervní zdroj jsou pevně propojeny TN-S. UPS mohou být zapojeny buď TN-S anebo IT (význam zde-izolovaná země). Izolované uzemňovací systémy jsou výborné pro kontinuitu dodávky energie, ale nemohou zaručit ochranu personálu.

Kde je nainstalován IT systém, musí se udělat vhodné bezpečnostní

měření, abychom zajistili, že přístup k IT obvodům budou mít jen oprávněné osoby.

Druhý společný napájecí bod v nízkonapěťové síti byl odstraněn na obr.7.

Každé podlaží je stále zásobováno ze dvou rozvaděčů, každý z nich má 3 oddíly - standardní, privilegovaný a preferenční, odpovídající stejným oddílům na hlavním nízkonapěťovém rozvaděči. Finální rozvod by mohl být realizován s použitím paralelního (obr.9) nebo jednoduchého radiálního schématu (obr.8)

Paralelní schéma (společné vedení napájející všechny podlaží pro každý typ zátěže) je levnější a více flexibilní v případě růstu zátěže. Naněštěstí je omezeno špatnou odolností vůči poruchám v hlavním vedení a na stoupacích vedeních.

Jednoduché radiální schéma (1 vedení pro každé podlaží a typ zátěže) zajišťuje:

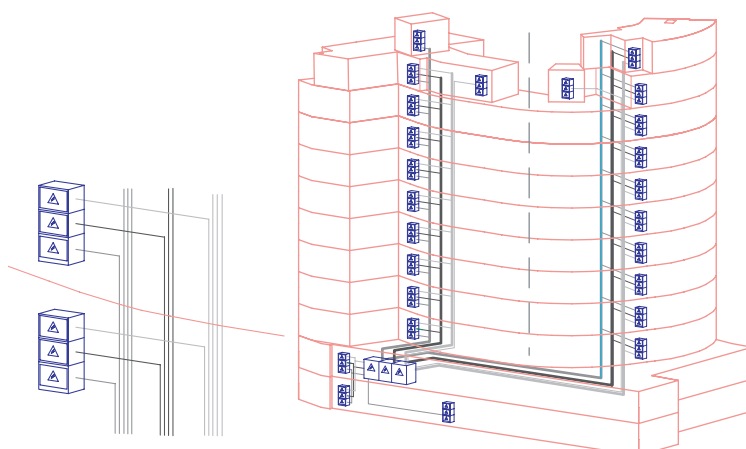
- ♦ minimální interferenci a minimální pokles napětí způsobený zátěží
- ♦ v případě poruchy jsou mimo provoz pouze zátěže napájené z vedení s poruchou
- ♦ méně problémů s údržbou

Radiální schéma je proto preferované schéma.

Dimenzování vedení

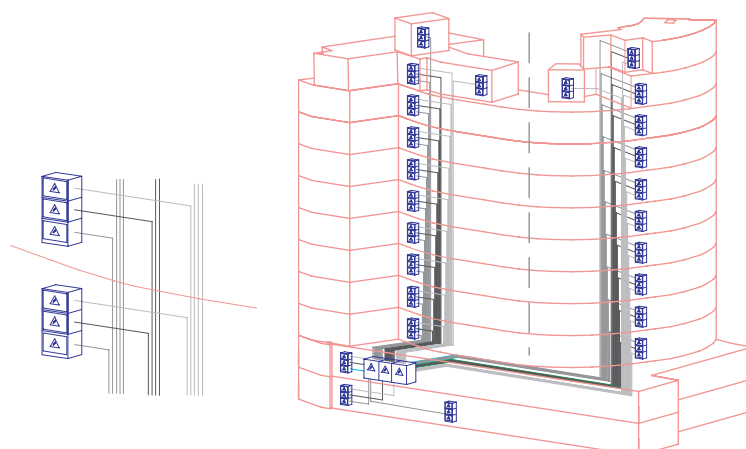
Tabulka 5 ukazuje dimenzování s ohledem na výkon u všech hlavních sekcí systému.

Všechny instalované zátěže (sloupce 1 a 2) jsou násobeny činiteli využití a činiteli současnosti. (sloupce 3 a 4), aby se zjistily požadavky na výkon zátěží (sloupce 5 a 6). Jako rozpětí pro budoucí růst zátěží jsou vedení dimenzována (sloupce 7 a 8) s ohledem na přídatný faktor 130% pro výkonový obvod a 115% pro obvod osvětlení.



Obr. 8 – Řešení s radiálním schématem (10 poschodí s 3 druhy zátěže = 30 použitých stoupajících vedení)

Tmavá linie označuje standardní distribuci
Šedá linie označuje preferenční rozvod
Světlá linie označuje privilegovaný rozvod



Obr. 9 – Řešení s jedinými stopacími vedeními (3 typy zátěže = 3 stoupající vedení / přípojnice společná pro všechny poschodí)

Tmavá linie označuje standardní distribuci
Šedá linie označuje preferenční rozvod
Světlá linie označuje privilegovaný rozvod

Zátěž	Instalovaná zátěž (kVA)		Činitel využití & činitel současnosti		Požadovaný výkon (kVA)		Instalovaný výkon (kVA)	
	Výkon (1)	Osvětlení (2)	Výkon (3)	Osvětlení (4)	Výkon (5)	Osvětlení (6)	Výkon (7)	Osvětlení (8)
2.podz.podl.	7	10	0.7	1	5	10	6.5	11.5
1.podz.podl.	114	15	0.7	1	80	15	104	17.25
Přízemí a obecné služby	43	15	0.7	1	30	15	39	17.25
1.poschodí	50	17	0.7	1	35	17	45.5	19.55
2.poschodí	50	17	0.7	1	35	17	45.5	19.55
3.poschodí	50	17	0.7	1	35	17	45.5	19.55
4.poschodí	50	17	0.7	1	35	17	45.5	19.55
5.poschodí	50	17	0.7	1	35	17	45.5	19.55
6.poschodí	50	17	0.7	1	35	17	45.5	19.55
7.poschodí	50	17	0.7	1	35	17	45.5	19.55
8.poschodí	29	12	0.7	1	20	12	26	13.8
9.poschodí	3	2	0.7	1	2	2	2.6	2.3
Tepelná centrála	29	0	0.7	--	20	0	26	0
Hlavní st. klimatizace	843	0	0.7	--	590	0	767	0
Boxy	14	5	0.7	1	10	5	13	5.75
Výtahy	114	0	0.7	1	80	0	104	0
CELKEM	1546	178	--	--	1082	178	1407	204.7

Tabulka 5 - Vypočítané maximální a skutečné dimenzování primárního distribučního systému.

Vzhledem k výsledkům měření křivky proudu byla všechna vedení dimenzována tak, aby byly vzaty v úvahu harmonické a požadavky na odolnost:

- ♦ průřez středního vodiče rovný fázovému (část 3.5.1)
- ♦ kabely s přepočteným jmenovitým zatížením (část 3.1 a 3.5.1).

Zvláštní pozornost bychom měli věnovat dimenzování středního a fázového vodiče, abychom předešli přehřátí a poruchovému spínání ochran. Použití UPS nebo motorgenerátoru není účelné, pokud se vyskytne porucha po jejich aktivaci.

Analýza nákladů

Náklady na existující instalaci jsou v tab.6 porovnány se 2 možnými alternativními řešeními. Tyto alternativy se liší jenom v nákladech pro stoupací vedení a v nákladech pro hlavní nízkonapěťový rozvaděč.

Řešení 1 je paralelní schéma a řešení 2 je jednoduché radiální schéma, které má přednost u nových budov, ale je obtížné je implementovat pro zlepšení instalace.

Náklady při výběru v počátečním stupni návrhu

S ohledem na tuto situaci si musíme brát v úvahu následující:

- ♦ procenta se vztahují k nákladům existující instalace
- ♦ náklady navíc u lepších řešení jsou nízké, pokud je vezmeme v úvahu v počátečním stupni návrhu
- ♦ cena technicky nejlepšího řešení (tj. řešení 2 - jednoduché radiální schéma u koncového rozvodu) se liší jen o 3% od řešení 1, pokud ji vezmeme v úvahu v počátečním stupni návrhu, ale rozdíl je mnohem větší, když o ní uvažujeme pouze v etapě renovace
- ♦ cenový základ rok 2001
- ♦ cena UPS zdrojů zahrnuje pouze nákup a instalaci. Dodatečné náklady na údržbu se musí vzít v úvahu.

Odolné napájení elektrickou energií v moderní administrativní budově

I když vyhodnocení průměrných nákladů spojených s navrhnutým systémem podle dobré kvality dodávané elektrické energie je obtížné, musíme rozlišit, že:

- ♦ odhady nákladů zahrnují náklady spojené s praktickými potížemi instalace a obnovy budovy v centru velkoměsta
- ♦ modifikace hlavního distribučního schématu je to nejdůležitější a nejúčelnější, čím se musíme zabývat
- ♦ řešení s jediným stoupacím vedením je velmi obtížné instalovat v budově, která je v provozu.

Položka	Existující (EUR)	Řešení 1 (EUR)	Řešení 2 (EUR)
Náklady přímo v návrhu			
Hlavní nízkonapěťový rozvaděč	32 000	35 000	45 000
Stoupací vedení	30 000	35 000	60 000
Horizontální rozvod	107 000	135 000	135 000
Motorgenerátory	87 000	107 000	107 000
UPS	55 000	105 000	105 000
Pohony	355 000	375 000	375 000
Osvětlení	500 000	525 000	525 000
Celkem	1 166 000	1 317 000	1 352 000
Rozdíly nákladů		151k (+13%)	186k (+16%)
Náklady na vylepšení instalace			
Dodatečné náklady		422k (+36%)	543k (+46%)

Tabulka 6 - Porovnání nákladů

Závěr

Počátečné nízké náklady neznamenaají nezbytně dobrou cenu. Systém s vyhovující kvalitou elektrické energie, nejdřív nákladnější, může ušetřit během své životnosti značné finance. Případová studie analyzována zde ukazuje, že elektrická instalace konstruována bez ohledu na problémy kvality elektrické energie, může mít za následek značné množství zbytečných výdajů. Musíme se rozhodnout, jestli znovu řešit tyto problémy, nebo jednoduše žít v nepohodlí a prostojích, které způsobují.

Analýza nákladů a výhod ukazuje, že odolnost by měla být pečlivě zvažována už při návrhu. Pouhý nárůst 16% v nákladech na instalaci (1% nákladů na budovu) zajišťuje:

- ♦ tři vedení chránící proti přerušení dodávky elektrické energie pro kritické zátěže (dva rozvaděče na každém poschodí, generátor, UPS)
- ♦ velmi odolný systém, kdy každé poschodí je napájeno ze dvou rozvaděčů. Každý rozvaděč je nezávislý na druhém a na všech rozvaděčích na ostatních poschodích.
- ♦ Vysoce flexibilní elektrický systém pro budoucí růst zátěží

Ačkoli se může zdát nákladným, vysoce odolné řešení by typicky přidalo pouze cca 1% nákladů na budovu.

Komerční budovy, kde provozní náklady se přiblíží počátečním konstrukčním nákladům po 7-9 letech, tato počáteční investice bude splacena růstem produktivity 10 min/ týden. Celý zbytek je zisk.

Návrh podle současných norem nezaručuje optimální provoz z hlediska kvality elektrické energie a EMC a musíme zvážit lepší řešení. Na evropské úrovni se v současnosti připravují lepší normy.

Literatura

1. P Chizzolini, P L Noferi: *Ottimizzazione degli interventi sulla rete di distribuzione mirati al miglioramento della continuità del servizio elettrico*. LXXXVII Riunione AEI, Firenze 1986.
2. T M Gruz: *'A survey of neutral currents in three-phase computer power systems'*, IEEE Transaction on industry applications, vol. 26, n° 4 July/August 1990.
3. IEC 364-5-523 - *Electrical installations of buildings - Part 5-52: Selection and erection of electrical equipment - Wiring systems*.
4. A Baggini, A Bossi, *'Componenti e carichi suscettibili ai disturbi'*, Corso *'Interazioni elettromagnetiche tra componenti e sistemi in ambito industriale: compatibilità elettromagnetica in bassa frequenza'* Dipartimento di Elettrotecnica del Politecnico di Milano, 21-25 febbraio 1994.
5. A Silvestri, F Tommazzoli, *'Schemi per gli impianti di energia: semplicità, affidabilità, risparmio, ridondanza dove e come'*, Corso *'Il progetto degli impianti elettrici di energia. Le norme e la regola dell'arte'*, Dipartimento di Ingegneria Elettrica dell'Università degli Studi di Pavia, AEI, CNR, Pavia, 10-13 giugno 1991.

Reference & Founding Partners

European Copper Institute
(ECI)

Web: www.eurocopper.org

Akademia Gorniczko-Hutnicza
(AGH)

Web: www.agh.edu.pl

Centre d'Innovació Tecnològica en
Convertidors Estàtics i Accionaments
(CITCEA)

Web: www-citcea.upc.es

Comitato Elettrotecnico Italiano
(CEI)

Web: www.ceiuni.it

Copper Benelux

Web: www.copperbenelux.org

Copper Development Association
(CDA UK)

Web: www.cda.org.uk

Deutsches Kupferinstitut
(DKI)

Web: www.kupferinstitut.de

Engineering Consulting & Design
(ECD)

Web: www.ecd.it

Hochschule für Technik und Wirtschaft
(HTW)

Web: www.htw-saarland.de

Istituto Italiano del Rame
(IIR)

Web: www.iir.it

International Union of Electrotechnology
(UIE)

Web: www.uie.org

ISR - Universidade de Coimbra

Web: www.uc.pt

Katholieke Universiteit Leuven
(KU Leuven)

Web: www.kuleuven.ac.be

La Escuela Técnica Superior de
Ingenieros Industriales (ETSII)

Web: www.etsii.upm.es

Polish Copper Promotion Centre
(PCPC)

Web: www.miedz.org.pl

Provinciale Industriële Hogeschool
(PIH)

Web: www.pih.be

Università di Bergamo

Web: www.unibg.it

University of Bath

Web: www.bath.ac.uk

University of Manchester Institute of
Science and Technology (UMIST)

Web: www.umist.ac.uk

Wroclaw University of Technology

Web: www.pwr.wroc.pl

Editorial Board

David Chapman (Chief Editor)	CDA UK	david.chapman@copperdev.co.uk
Prof Angelo Baggini	Università di Bergamo	angelo.baggini@unibg.it
Dr Araceli Hernández Bayo	ETSII - Universidad Politécnica de Madrid	ahernandez@etsii.upm.es
Prof Ronnie Belmans	UIE	ronnie.belmans@esat.kuleuven.ac.be
Franco Bua	ECD	franco.bua@ecd.it
Prof Anibal de Almeida	ISR - Universidade de Coimbra	adealmeida@isr.uc.pt
Hans De Keulenaer	ECI	hdk@eurocopper.org
Gregory Delaere	Lemcko	gregory.delaere@howest.be
Prof Jan Desmet	Hogeschool West-Vlaanderen	jan.desmet@howest.be
Dipl-Ing Marcel Didden	KU Leuven	marcel.didden@mech.kuleuven.ac.be
Dr Johan Driesen	KU Leuven	johan.driesen@esat.kuleuven.ac.be
Stefan Fassbinder	DKI	sfassbinder@kupferinstitut.de
Prof Zbigniew Hanzelka	Akademia Gorniczko-Hutnicza	hanzel@uci.agh.edu.pl
Dr Antoni Klajn	Wroclaw University of Technology	antoni.klajn@pwr.wroc.pl
Reiner Kreutzer	HTW	rkreutzer@htw-saarland.de
Prof Wolfgang Langguth	HTW	wlang@htw-saarland.de
Jonathan Manson	Gorham & Partners Ltd	jonathanm@gorham.org
Prof Henryk Markiewicz	Wroclaw University of Technology	henryk.markiewicz@pwr.wroc.pl
Carlo Masetti	CEI	masetti@ceiuni.it
Dr Jovica Milanovic	UMIST	jovica.milanovic@umist.ac.uk
Dr Miles Redfern	University of Bath	eesmar@bath.ac.uk
Andreas Sumper	CITCEA	sumper@citcea.upc.es
Roman Targosz	PCPC	cem@miedz.org.pl



Hans De Keulenaer

COPPER

European Copper Institute
168 Avenue de Tervueren
B-1150 Brussels
Belgium

Tel: 00 32 2 777 70 70
Fax: 00 32 2 777 70 79
Email: eci@eurocopper.org
Web: www.eurocopper.org



Prof Angelo Baggini



Università di Bergamo
v.le Marconi 5
Dalmine 24044
Italy

Tel: 00 39 035 2052353
Fax: 00 39 035 2052377
Email: angelo.baggini@unibg.it
Web: www.unibg.it



**HUNGARIAN COPPER
PROMOTION CENTRE**

Hungarian Copper Promotion
Centre
Képiró u. 9
H - 1053 Budapest
Magarsko
Tel.: 00 361 266 4810
Tel.: 00 361 266 4804
E-mail: hpcp@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
E-mail: 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
Fax: 00 32 2 777 70 79
Email: eci@eurocopper.org
Website: www.eurocopper.org