

Nadměrné oteplení v rozváděči aneb termické problémy pod kontrolou

z německého originálu časopisu *de*, 12/2008, vydavatelství Hüthig & Pflaum Verlag GmbH München, upravil Ing. Josef Košťál, redakce Elektro

Tepelně kritické situace v rozváděčích mohou v nejnepříznivějším případě způsobit požár. Jejich vznik lze však rozpoznat již podle prvních příznaků, které by měl odpovědný elektrotechnik umět identifikovat a odborně na ně reagovat. Tento příspěvek, který vznikl na základě dotazů elektrotechnika z praxe, se zabývá touto problematikou podrobněji z hlediska termiky a elektromagnetické kompatibility.

Popis situace

Elektrotechnik z praxe popsal provozní situaci s rozváděči takto:

Dva rozváděče o rozměrech 1 000 × 750 × 300 mm ($\delta \times \nu \times h$) z lakovaného ocelového plechu (pasivní odvod tepla přes skříň podle výrobce asi 400 W) byly osazeny každý po jednom aktivním větráku o výkonu 71 m³·h⁻¹. Větráky byly umístěny vedle sebe na jedné řídicí skříni (obr. 1). V prostředí, ve kterém byly tyto rozváděče instalovány, byl náročný průmyslový provoz, v němž se i svařovalo (minimální požadavek na krytí je IP54).

Každý rozváděč obsahoval jeden měnič frekvence pro elektromotor 18,5 kW, dva měniče frekvence pro elektromotor 11 kW (obr. 2) a jeden aktivní filtr (obr. 3). Výrobce měničů frekvence uváděl tyto ztrátové výkony:

- měnič frekvence pro elektromotor 18,5 kW má při vytížení 100 % ztrátový výkon 975 W, při vytížení 70 % ztrátový výkon 698 W,
- měnič frekvence pro elektromotor 11 kW má při vytížení 100 % ztrátový výkon 600 W, při vytížení 70 % ztrátový výkon 435 W.

Firma stanovila, že se tyto přídatné rozváděče mají čistit s týdenní periodicitou. Při těchto činnostech bylo mj. zjištěno, že:

- mířky výstupního vzduchu jsou částečně zdeformovány (nataveny) nadměrnou teplotou (obr. 4),



Obr. 1. Celkový pohled zepředu a z boku

- vnitřní prostor rozváděče nelze již pro spečenou nečistotu čistit (uvnitř to vypadá jako po deseti letech provozu),
- při teplotě okolí 22 °C se teplota uvnitř rozváděčů pohybuje okolo 50 °C, ačkoliv předepsaná provozní teplota je pro měniče frekvence maximálně 40 °C,
- motorová vedení nejsou stíněna.

Otázky

Na základě uvedených provozních situací formuloval elektrotechnik tyto dotazy:

1. Existují nějaká pravidla s ohledem na velikost rozváděčů s vestavěnými měniči frekvence, popř. dalšími přístroji s extrémním ztrátovým výkonem?
2. Existují nějaké požadavky z hlediska elektromagnetické kompatibility?
3. Odpovídá velikost skříní u popsaného vybavení uznávaným pravidlům techniky?
4. Co se stane při výpadku některého větráku?
5. Je možné navrhovat rozváděč s tím, že systémem sledování teploty při příliš velké vnitř-

ni teplotě odpojím původce této nadměrné teploty?

Odpověď na uvedenou provozní situaci

U popsaných nedostatků a nepochybných známek opotřebení je patrné, že zde něco není zcela v pořádku. Protože rozváděč s měničem frekvence musí pracovat bezpečně a bezporuchově, zdá se, že v tomto případě nebylo dostatečně dbáno na obecná pravidla techniky.

Ztrátový výkon měničů frekvence je zčásti značný. Tento výkon se zpravidla mění na teplo, takže v mnoha průmyslových zařízeních není možné udržet kontrolu nad teplotou v rozváděči jinak než použitím chladicích agregátů. Popsaný stav větráků dává tušit, že



Obr. 2. Pohled do vnitřku se třemi měniči frekvence

systémy odvodu vzduchu jsou zcela přetížené. Toto může mít obecně různé příčiny. Některé z nich jsou popsány v dalším textu.

- Je možné, že větráky byly poddimenzovány. To znamená, že na základě nedostatečného odvětrání dochází v rozváděči k vývinu nadměrného tepla. To má za následek příliš časté zapínání větráku.
- Rovněž je možné, že rozváděč je díky třídě krytí tak těsný, že dovnitř proudí příliš málo vnějšího vzduchu. Větrák v tomto případě nebude schopen odsávat z rozváděče dostatečné množství teplého vzduchu (a to ani kdyby byl správně dimenzován, nebo dokonce i předdimenzován). Nepřípustné oteplení by mělo obávaný negativní následek.
- Další možností by mohlo být ucpání případného vzduchového filtru systému větráku v důsledku jeho velkého znečištění, což by mělo stejný následek jako v předchozím domnělém případě.

Tab. 1. Mezní hodnoty pro vysokofrekvenční rušivá pole

Frekvence rušivého pole f (MHz)	Maximální dovolená elektrická intenzita (rušivého) pole ($V \cdot m^{-1}$)	Maximální dovolená magnetická intenzita (rušivého) pole ($A \cdot m^{-1}$)
10 až 400	27,5	0,073
400 až 2 000	$1,375 \cdot \sqrt{f}$	$0,0037 \cdot \sqrt{f}$
2 000 až 300 000	61	0,16

Tab. 2. Mezní hodnoty pro nízkofrekvenční rušivá pole

Frekvence rušivého pole f (Hz)	Maximální dovolená elektrická intenzita (rušivého) pole ($kV \cdot m^{-1}$)	Maximální dovolená magnetická (rušivá) indukce (μT)
50	5	100
16-2/3	10	300

Je-li znečištění příliš velké, doporučuje se zkusit provoz rozváděče s přetlakem. To znamená, že větrák vzduch z rozváděče nevysává, ale naopak ho do něj vhání. Větráky, které vzduch z rozváděče vyfukují ven, se nepřímo a bezděčně starají o to, že se s nasávaným vzduchem z okolí dostávají dovnitř nečistoty a prach. Vhání-li ale naopak větrák do rozváděče vzduch, je vzduch z rozváděče vytlačován ven. Díky tomu nedochází k nasávání částic prachu a jiných nečistot. Předpokladem ovšem je vybavení větráku filtrem, popř. filtrační soustavou, kde se vzduch nasávaný z okolí čistí. Takovýto filtr je však třeba pravidelně čistit, popř. měnit. Tento účinek lze ještě zesílit tím, že se pro vzduch proudící ven z rozváděče vytvoří cílené otvory. Ty by



Obr. 3. Aktivní větrák ve dveřích rozváděče

měly být vytvořeny na více místech, aby nebyl proud vzduchu v rozváděči příliš soustředěn do jednoho místa (centra).

Nejlepší možností je však přímé chlazení chladicím agregátem. Nevýhodou zde ovšem zůstává finanční náročnost tohoto řešení, neboť chladicí agregát vyjde zpravidla draž než samotný větrák. Naproti tomu tím odpadne pravděpodobně stálé a nepochybně také značně nepříjemné čištění vnitřního prostoru rozváděče.

To, že je větrák přetěžován takovýmto způsobem, dává spíše tušit, že spínač nadměrné teploty měniče frekvence nedostatečně zvládá riziko přehřátí (zde je možné pochybovat také o věrohodnosti výrobce, jde-li o uvedené technické parametry).

Odpověď na otázku ad 1

Samozřejmě existují normy k tzv. kombinaci spínacích přístrojů nízkého napětí (což je technicky správné označení z hlediska normy). Nejdůležitější norma k tomuto tématu je EN 60439-1 ed. 2 (Rozváděče nn – Část 1: Typově zkoušené a částečně typově zkoušené rozváděče). V odst. 7.3 je popsána zkouška oteplení. Tab. 2 tohoto odstavce uvádí dovolené oteplení jednotlivých součástí v rozváděči. Popis zkoušky samotné se nachází v odst. 8.2.1 této normy. Ve zmíněné tab. 2 se s ohledem na elektrická zařízení umístěná v rozváděči (např. spínací a elektronické přístroje, regulátory napájecích jednotek nebo také přístroje, jako jsou měniče frekvence s filtrací) uvádí: „Podle platných ustanovení produktových norem, která platí pro jednotlivé přístroje, nebo podle údajů výrobce těchto

přístrojů, s ohledem na vnitřní teplotu kombinace spínacích přístrojů.“

Výrobce měniče frekvence musí tedy u svých výrobků stanovit hodnotu maximální teploty skříně. Údaje o teplem stavu rozváděče lze získat měřením teplot (např. termografickým měřicím přístrojem). Udává-li výrobce namísto toho maximální teplotu prostředí, je třeba brát zřetel i na tento údaj. Výrobce rozváděče může k tomu uvést, jak velké mohou být tepelné ztráty při daném rozdílu teplot, tj. mezi teplotou v rozváděči a teplotou okolí. Tento údaj sice ještě nemá požadovanou vypovídací schopnost, protože nejde o obecnou (aktuální) teplotu uvnitř rozváděče, ale o provozní, popř. mezní teplotu podle tab. 2 zmíněné normy. Nicméně již z tohoto údaje lze přibližně odvodit, zda zde budou předpokládány elektrické přístroje v bezpečí s ohledem na oteplení. (Za poněkud nejistý je však třeba v tomto smyslu považovat výsledek v případě použití nuceného větrání, resp. odvětrání.)

Odpověď na otázku ad 2

Neméně významný faktor, se kterým je nutné počítat, je elektromagnetická kompatibilita (EMC, Electro-Magnetic Compatibility). Přítom je třeba rozlišovat mezi EMC v rozváděči a v ostatních elektrických zařízeních. Jde-li o rozváděč, není asi možné stanovit paušální vymezení. Kompatibilita v tomto smyslu obecně znamená, že různá elektrická zařízení a přístroje budou v daném prostředí fungovat bezpečně. Přítom záleží na intenzitě rušivého vyzářování obvyklých zdrojů rušení (kam patří např. také měnič frekvence), jakož i na míře odolnosti proti tomuto rušení jednotlivých elektrických zařízení a přístrojů, které na tato rušení potenciálně reagují (regulátory, ochrany apod.) – tzv. rušené spotřebiče. Mezní hodnoty pro hladiny rušivého vyzářování, resp. odolnosti proti rušení, jsou popsány např. v normách EN 61000 (Elektromagnetická kompatibilita), EN 55014 (Elektromagnetická kompatibilita – Požadavky na spotřebiče pro domácnost, elektrické nářadí a podobné přístroje) a EN 55015 ed. 2 (Meze a metody měření charakteristik rádiového rušení způsobeného elektrickými svítilny a podobným zařízením). Elektrické přístroje v rozváděči musí být z tohoto důvodu voleny tak, aby nerušily ostatní přístroje a aby předpokládaný přístroj sám mohl bezporuchově fungovat. V krajním případě je třeba učinit dodatečná opatření, např. pospojování, stínění nebo odstup. Pro rušivý účinek rozváděče se všemi jeho vestavěnými prvky směrem ven existují zákonné předpisy, např. v Německu je to BImSchV (Bundes-Immissionsschutzverordnung, spolkové nařízení o ochraně před imisemi). Zvláště je třeba zde zmínit 26. nařízení (26. BImSchV) k provádění spolkového zákona o ochraně před imisemi pod názvem Nařízení o elektromagnetických polích. Jde-li o měniče frekvence, lze kromě toho najít důležitá upozornění v normě EN 61800-3 (Systémy elektrických vý-

konových pohonů s nastavitelnou rychlostí – Část 3: EMC-norma výrobku zahrnující specifické zkušební metody). Zda jsou splněny požadavky 26. BImSchV, popř. EN 61800-3, lze zjistit pouze měřením přímo v místě instalace (tab. 1 a tab. 2).

To, že elektrický přívod k motoru za měničem frekvence není proveden jako stíněný, ještě a priori neznámá nedodržení požadavků EMC (např. mohlo být dostatečné stínění přívodu k motoru vytvořeno sinusovým filtrem, který byl instalován za měničem frekvence).

Odpověď na otázku ad 3

Jsou-li dodrženy mezní teploty – viz ad 2, není žádný důvod ke kritice. Existují samozřejmě i jiné důvody hovořící pro dostatečně velký vnitřní prostor. Jeden z nich je ten, že musí být umožněna bezpečnost práce (např. při připojování dalších přístrojů nebo při vykonávání oprav). Má-li bezpečně fungovat nucené větrání, resp. odvětrání, musí být k dispozici také dostatečně velký prostor, aby byly vytvořeny podmínky pro ochlazování přístrojů proudem vzduchu, aniž by se i přes zapnutý větrák vytvářela tepelná centra.

Odpověď na otázku ad 4

Protože větrák přebírá úlohu hlídače nadměrných teplot, je zde třeba počítat s úplným výpadkem zařízení. V extrémním přípa-



Obr. 4. Deforovaná výstupní mřížka

dě může díky tomu vzniknout požár, který by vyšel z rozváděče (a určitě by to nebyl první požár, jehož příčinou byl vypadlý větrák). Aby bylo možné takovýmto katastrofickým scénářům zabránit, je třeba předem naplánovat u tepelně citlivých zařízení v rozváděči příslušné kontrolní mechanismy.

Odpověď na otázku ad 5

Systém sledování teploty nepřebírá kontrolu, zda je dodržována mezní teplota. Tím by toto bezpečnostní zařízení bylo degradováno na dvoupolohový regulátor, který by měl udržovat celé zařízení na určité teplotní hladině. To by ovšem také znamenalo, že je třeba vždy počítat (totiž v případě překročení mezní teploty) s úplným výpadkem provozu měniče frekvence. Tento systém sledování teploty musí naopak začít fungovat – jak je uvedeno v odpovědi ad 4, vypadne-li např. větrák.

☒