

Ing. Vladimír Král, VÚHU

PROBLEMATIKA NEGATIVNÍCH VLIVŮ TYRISTOROVÝCH MĚNIČŮ NA ELEKTRIZAČNÍ SOUSTAVU

Úvod

Rozvoj elektroniky, zvláště mikroprocesorové techniky, podstatně mění koncepci a způsoby použití elektronických zařízení a radikálně zvyšuje nároky na jejich instalaci a stanoviště.

Přenos informace, automatické zpracování a záznam dat v podmínkách průmyslového podniku, je vystaven působení rušivých vlivů produkovaných rozličnými zdroji rušení, jako jsou např. výkonové spínače, stykače, relé, obloukové pece, vf ohřev, komutátorové stroje a zejména pak výkonové polovodičové měniče.

Rušivý vliv prostředí, projevující se nežádoucími vazbami, interferenčním šumem a rezonančními a přechodovými stavy, může způsobit nejen nesprávnou funkci elektronických zařízení či zkreslení až znehodnocení přenosu a záznamu dat, ale v extrémních případech může způsobit destrukci citlivých elektronických obvodů a součástek. Proto omezení rušení na jedné straně, zvyšování odolnosti elektronických systémů a zajištění jejich elektromagnetické kompatibility s okolím na druhé straně, se v současné době stává jedním z rozhodujících faktorů pro zavádění elektronizace a komputelizace.

Ve světě, ČSFR nevyjímaje, vznikla již řada selhání funkce anebo došlo k řadě havárií zařízení v důsledku rušení nebo odborněji klasifikováno v důsledku nedostatečné elektromagnetické kompatibility (EMC) jednotlivých zařízení a systémů.

Jako typické lze v ČSFR uvést:

- havárie systému HDO na Náchodsku vlivem připojení tyristorového měniče těžního stroje (3, 4 MW) na Dole Z. Nejedlého
- havarijní stav v důsledku velké poruchovosti a výpadků tyristorových pohonů odstředivek v cukrovaru Mělník (celkem výkon 200 kW) - v důsledku kolísání a deformací napájecího napětí nastal skupinový výpadek měničů ochranou "ztráty napětí"
- ztráta radiového spojení mezi vysílači a přijímači na lodích (remorkérech) Labské plavby z důvodu intenzivního rušení vlivem mikroprocesorového řídicího systému s tranzistorovými výkonovými napájecími
- ztráta funkce automatického havarijního vypínání kombajnů v OKD, způsobená tyristorovým střídačem pohonu kombajnu (50 kW).

Je tedy zřejmé, že nejzávažnějším zdrojem rušení se stává provoz tyristorových měničů. Přitom důsledky, jak je uvedeno, jsou velmi rozmanité a nelze předeem vyloučit žádnou z oblastí, tj. v síti i přenosových cestách včetně radiových.

V samotném SHD se tedy může jednat o negativní vlivy ve vlastní napájecí síti, a to vn i nn, ale i v sítích s kabelovými přenosovými trasami, zejména tedy řídicí a přenosový systém DIAMO a konečně radiové rušení fónických stanic i bezdrátového přenosového systému RADOM.

V práci je proto analyzováno použití tyristorových měničů u pohonů technologických zařízení v SHD se zvláštním zřetelem na jeho možné důsledky.

Situace v SHD

Průmyslová elektrická síť SHD se vyznačuje velkou koncentrací vysokovýkonných, elektrických zařízení, především elektrických pohonů, instalovaných na relativně malých plochách.

Vysoké procento těchto zařízení má řadu pozitivních účinků, ale také negativní vliv na napájecí síť. K těmto negativním zpětným vlivům se počítá kolísání napětí způsobené proměnlivým odběrem činného a jalového výkonu, nesymetrií napětí, vyvolanou nesymetrickým odběrem výkonu v jednotlivých fázích napětového systému a konečně zkreslení síťového napětí vlivem generace vyšších harmonických proudů, vyvolávající na předřazených impedancích sítě příslušné úbytky napětí, které zkreslují sinusový průběh základní harmonické.

Zatímco první dva jmenované negativní vlivy jsou dosud v SHD eliminovány na přijatelné úrovni, zkreslení sítě vlivem generace vyšších harmonických, jak je zřejmé z mnoha namátkových osciloskopických a oscilografických snímků napětí sítě, začíná být vážným problémem, a to zejména v místech soustředění tyristorových, fázově řízených měničů.

Ze zkušeností jiných podniků, kde je koncentrován větší výkon tyristorově řízených pohonů vyplývá, že provoz zařízení způsobuje další zvýšení ztrát v jednotlivých prvcích elektrizačního rozvodu, klesá jejich využití, je složitější regulace napětí, kolísá intenzita osvětlení (tzv. Flicker efekt), dochází k rušení sdělovacích a regulačních zařízení.

Aby uvedené nepříznivé důsledky byly omezeny na únosnou míru, byly stanoveny meze jednotlivých zpětných vlivů, definované zejména ČSN 33 3430 "Požadavky na elektrická zařízení z hlediska vlivu na elektrizační soustavu".

Jak je dále uvedeno, dosahuje již koncentrace tyristorově řízených pohonů na některých lokalitách SHD relativně velké úrovně. Z tohoto důvodu byl v září 1988 dán tehdejší VP VTR VÚHU podnět k orientaci činnosti VÚHU rovněž na oblast elektromagnetické kompatibility. Bylo poukázáno na vhodnost spolupráce se špičkovým tuzemským pracovištěm v této oblasti - laboratoří AMC při VÚSE Běchovice a doporučeno zařadit řešení této problematiky do tehdy připravovaného úkolu RVT H-50-125-018 "Výzkum využití optimálních pohonů a optimálního režimu jejich zatěžování".

V současné době je v provozech úpraven a povrchových dolů SHR nasazeno 63 tyristorových měničů. Jedná se o 9 druhů měničů s výkony od 5,5 kW do 480 kW, jak přehledně ukazují následující tabulky.

Tyristorové měniče na s.p. DÚK

Tabulka 1

Pořadí	Počet	Typ	Výrobce	Zařízení	Pohon	Počet motorů	Výkon (kW)
1	1	ARBO	UNEX	KU 300.12	otoč	2	37
2	1	ARBO	UNEX	KU 300.17	otoč	2	37
3	1	ARBO	UNEX	KU 300.23	otoč	2	37
4	1	ARBO	UNEX	KU 300.24	otoč	2	37
5	1	ARBO	UNEX	KU 300.32	otoč	2	37
6	1	ARBO	UNEX	KU 300.34	otoč	2	37
7	1	ARBO	UNEX	KU 300.7	otoč	2	37
8	1	ARBO	UNEX	KU 300.11	otoč	2	37,5
9	1	2300	ČKD-N	K 1000.29	zdvih	1	110
10	1	2300	ČKD-N	ZD 2100.73	pojezd	12	18
11	2	2300	ČKD-N	K 1000.27	pojezd	4	56
12	1	2300	ČKD-N	K 1000.27	otoč	2	32
13	1	2300	ČKD-N	K 1000.27	zdvih	1	110
14	1	2300	ČKD-N	Z 2000.78	pojezd	8	18
15	3	2300	ČKD-N	K 800.3	pojezd	6	110
16	1	2300	ČKD-N	K 800.3	otoč	2	36
17	1	2300	ČKD-N	K 800.3	zdvih	1	148
18	2	2300	ČKD-N	K 800.12	pojezd	6	110
19	1	2300	ČKD-N	K 800.12	otoč	2	26
20	1	2300	ČKD-N	K 800.12	zdvih	1	110
21	1	S-50	ČKD-N	USSK	otoč	6	5,5
22	2	S-50	ČKD-N	USSK	pojezd	16	5,5
23	1	S-50	ČKD-N	Hlub.zásob	vyhr. vůz	1	18
24	1		NDR	SRs 2000	otoč	3	62
25	3		NDR	SRs 2000	pojezd	6	76

Tyristorové měniče na s.p. Doly Ležáky Most

Tabulka 2

Pořadí	Počet	Typ	Výrobce	Zařízení	Pohon	Počet motorů	Výkon (kW)
1	1	ARBO	UNEX	K 300.1	otoč	2	8
2	1	ARBO	UNEX	K 300.34	otoč	2	8
3	1	ARBO	UNEX	KU 300.19	otoč	2	37
4	1	ARBO	UNEX	KU 300.26	otoč	2	37
5	1	ARBO	UNEX	KU 300.28	otoč	2	37
6	1	ARBO	UNEX	KU 300.38	otoč	2	37
7	1	ARBO	UNEX	KU 300.42	otoč	2	37
8	1	ARBO	UNEX	KU 300.6	otoč	2	37
9	1	S-50	ČKD-N	USSK	otoč	6	5,5
10	2	S-50	ČKD-N	USSK	pojezd	16	5,5

Tyristorové měniče na s. p. Doly Bílina

Tabulka 3

Pořadí	Počet	Typ	Výrobce	Zařízení	Pohon	Počet motorů	Výkon (kW)
1	1	ARBO	UNEX	KU 300.13	otoč	2	37
2	1	ARBO	UNEX	KU 300.30	otoč	2	37
3	1	ARBO	UNEX	KU 300.8	otoč	2	37
4	1	ARBO	UNEX	KU 300.16	otoč	2	37
5	1	ARBO	UNEX	KU 300.40	otoč	2	37
6	1	3TM3	ZPA	ZP 6600.96	otoč	2	21
7	1	UNI-STOR	ČKD-N	A ₂ R _S B 8800	otoč	3	13
8	1	2300	ČKD-N	K 300.18	otoč	2	8
9	2	2300	ČKD-N	K 2000	pojezd	6	112
10	1	2300	ČKD-N	K 2000	poj.podp. vozu	3	112
11	2	2300	ČKD-N	K 2000	otoč	6	35
12	2	2300	ČKD-N	K 2000	zdvih	2	960
13	1	2800	ČKD-N	DS-PH	dopravník	2	75
14	1	DAN-FOS	Dánsko	Rozdr. vana	hrablo	2	5,5

Tyristorové měniče na s. p. Palivový kombinát Ústí nad Labem

Tabulka 4

Pořadí	Počet	Typ	Výrobce	Zařízení	Pohon	Počet motorů	Výkon (kW)
1	1	ARBO	UNEX	KU 300.2	otoč	2	37
2	1	ARBO	UNEX	KU 300.21	otoč	2	37
3	2	RETY RUS	ČKD-E	KU 800.10	koleso	2	800

Tyristorové měniče na s. p. Doly Nástup Tušimice

Tabulka 5

Pořadí	Počet	Typ	Výrobce	Zařízení	Pohon	Počet motorů	Výkon (kW)
1	1	ARBO	MEZ	KU 300.15	otoč	2	37
2	1	ARBO	MEZ	KU 300.27	otoč	2	37
3	1	ARBO	MEZ	KU 300.29	otoč	2	37
4	1	ARBO	MEZ	KU 300.9	otoč	2	37
5	1	ARBO	MEZ	KU 300.1	otoč	2	75
6	3	2300	ČKD-N	K 800 N.1	pojezd	6	110
7	1	2300	ČKD-N	K 800 N.1	otoč	2	26
8	1	2300	ČKD-N	K 800 N.1	zdvih	1	110
9	3	2300	ČKD-N	K 800 N.2	pojezd	6	110
10	1	2300	ČKD-N	K 800 N.2	otoč	2	26
11	1	2300	ČKD-N	K 800 N.2	zdvih	1	110

Na hlubinných dolech SHD jsou pak použity tyristorové měniče u dvou těžních strojů (tab. 6)

Tyristorové měniče na s. p. DHL

Tabulka 6

Pořadí	Počet	Typ	Výrobce	Zařízení	Počet motorů	Výkon (kW)
1	1	UNIS	ČKD-N	Těžní stroj	1	350
2	1	TOR 2300	ČKD-N	J.Žižka Těžní stroj Centrum		
					1	820

Výsledky dosavadních měření zpětných vlivů tyristorových měničů na síť v SHD

V průběhu let 1989 a 1990 byla v rámci řešení úkolu RVT H-50-125-018 provedena řada měření v jednotlivých těžebních podnicích SHD na uzlech vytypovaných pracovníky OPZF případně OTR těchto podniků.

Byly získány grafické záznamy o výskytu vyšších harmonických, grafické informace o pozadí, tj. kvalitě vlastní napájecí sítě, průběhy činných a jalových příkonů včetně průběhu účinníku, a o výskytu a velikosti impulzního rušení sítě /2,3/.

Mimo sledování negativních vlivů tyristorových měničů na síť bylo v uvedené době požadováno posouzení stavu sítě pro napájení významných elektronických zařízení, zejména systémy DIAMO na DB a DUK /2/ a DLM /4/ a systémy výpočetní techniky na DHL /5/.

Dále jsou uvedeny nejzajímavější výsledky sledování sítě na jednotlivých podnicích.

DOLY A ÚPRAVNY KOMOŘANY

Na tomto podniku je koncentrace nasazení tyristorových měničů největší (tab. 1).

Výsledky měření poukazují na výskyt vyšších harmonických na hranici přípustné dle ČSN 33 3430 u rýpadla K 2000/27, osazeného tyristorovými měniči u všech regulačních pohonů a u zakladačů ZD 2100.73 s relativně velkým, tyristorově řízeným pohonem pojezdu.

DOLY LEŽÁKY MOST

Zde je použití moderních tyristorových měničů malé. Kromě regulace otoče rýpadel KU 300 položeným můstkem ARBO je použito tyristorových střídačů pro pohon otoče a pojezdu skládkového stroje (tab. 2).

Měření na velkostrojích požadována nebyla. Byla však provedena analýza sítě na rekonstruované stanici PS 211 s řídicím systémem DIAMO-S /4/. Dle předpokladu bylo zjištěno, že se zde nevyskytují ve zvýšené míře vyšší harmonické složky napětí. Byly však naměřeny vysoké krátkodobé (řádově mikrosekundy) a menší dlouhodobé (desítky mikrosekund) špičky napětí.

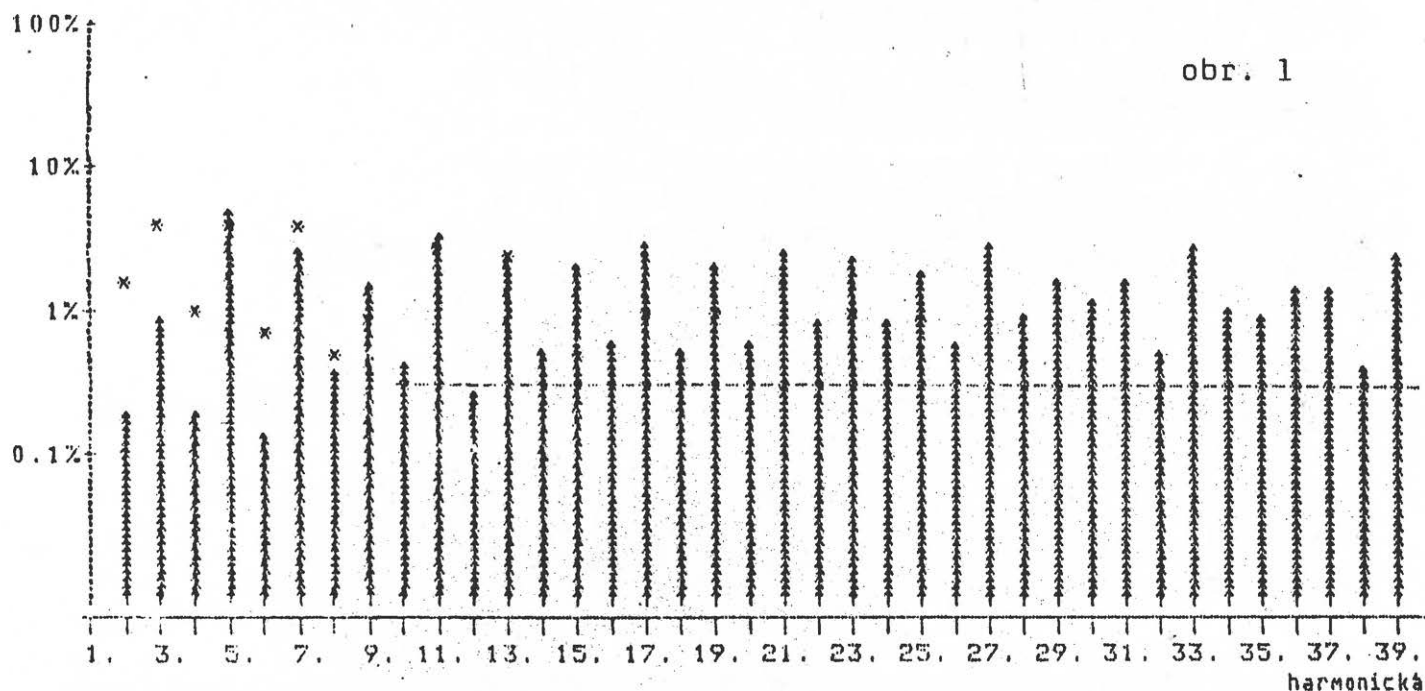
DOLY BÍLINA

Největší soustředění tyristorových měničů na tomto podniku je na rýpadle K 2000 (tab. 3). Zde byla provedena rozsáhlá měření /2,3/, která prokázala, že výskyt vyšších harmonických na tomto rýpadle převyšuje hodnoty povolené ČSN.

Zvýšené výsledky ukázala rovněž měření sítě pro napájení systému DIAMO na 5. TC2, kde byl opět potvrzen výskyt výrazných napětových špiček /2/.

PALIVOVÝ KOMBINÁT ÚSTÍ NAD LABEM

Hlavním předmětem zájmu na tomto podniku bylo rýpadlo KU 800.10, na němž je aplikována podsynchronní kaskáda pro regulaci rychlosti otáčení kola (tab. 4). Výsledky měření ukazují na vysoké překročení hranice obsahu vyšších harmonických povolené normou a to zejména od 9. harmonické výše. Výsledky měření demonstruje obr. 1.

DOLY NÁSTUP TUŠIMICE

Zde jsou tyristorovými měniči ve vyšší sféře vybavena rýpadla K 800 N (tab. 5). Měření provedená na K 800 N.1 poukazují na zvýšený výskyt 3., 5. a 7. harmonické. /3/.

DOLY HLUBINA LITVÍNOV

Zde je nejdůležitějším objektem tyristorový měnič těžného stroje Dolu Centrum (tab. 6). Měření prokázala zvýšený obsah 3. a 7. harmonické a zejména pak 5. harmonické, která výrazně převyšuje hranici povolenou ČSN 33 3430 /3/.

Závěr

Výsledky krátkodobých měření prokázaly, že ve většině sledovaných případů převyšuje úroveň rušení sítě tyristorovými měniči hranice povolené ČSN 33 3430.

Z toho důvodu je v rámci úkolu RVT č. 7.0 "Výzkum, sledování a eliminace negativních vlivů na energetickou síť" prováděna v současné době řada dlouhodobých měření rušení sítě pomocí registračního přístroje DRANETZ 626 zejména v místech, kde krátkodobá měření prokázala nejhorší stav. Současně je sledována hodnota účinnosti. Protože rozhodujícím místem pro posouzení zpětného vlivu spotřebičů na síť je styk sítě SHD s rozvodnou sítí SČE, je rovněž prováděno měření uvedených parametrů na jednotlivých rozvodech vn a vvn.

Výsledky měření, které budou známy ve 2. pololetí 1991, budou exaktním podkladem pro eliminaci negativních vlivů na síť v jednotlivých státních podnicích SHD.

Použitá literatura:

1. Vaculíková, P. - Elektromagnetická kompatibilita elektronických systémů. Elektrotechnický obzor č. 11/1987.
2. Bláha, F. - Zpětné vlivy tyristorových měničů na elektrotechnická zařízení Výzkumná zpráva VÚHU Most, 1990.
3. Bláha, F.,
Preiss, J.,
Podymák, J. - Elektromagnetická kompatibilita v elektrizační síti SHD. Výzkumná zpráva VÚHU Most, 1990.
4. Teska, O.,
Pail, Č.,
Preiss, J. - Posouzení parametrů PD 211 na DLM závod Vršany. Protokol o měření. VÚHU Most, 1990.
5. Preiss, J. - Protokol z měření parametrů napájecí sítě k.p. Hlubina. Posudek VÚHU Most, 1990.