

Ing. Vladimír K r á l , VÚHU

Elektronicky řízené pohony velkostrojů v SHD

1. Úvod

Přechod na intenzivní formy rozvoje je hlavním úkolem naší ekonomiky v soudobé etapě rozvoje společnosti. Určujícím činitelem intenzifikace a zdrojem růstu produktivity práce je využití nejnovějších poznatků rozvoje vědy a techniky v praxi. Jednou z oblastí technického rozvoje, která může v příštím období rozhodujícím způsobem ovlivnit efektivnost naší ekonomiky, je elektronizace a robotizace výrobních procesů. V návaznosti na tuto strategickou linii byl v roce 1985 na základě usnesení předsednictva vlády ČSSR č. 32/1984 a Programu elektronizace resortu FMPE zpracován Projekt elektronizace koncernu SHD na období 8. a 9. pětiletky (1).

Seznam 50 aplikací tohoto projektu obsahuje rovněž úkoly z oblasti tyristorové techniky, a to zejména pro použití u elektronicky řízených pohonů.

2. Charakter elektrických pohonů v SHD

Severočeský hnědouhelný revír je svojí roční těžbou 70 mil. tun uhlí rozhodující palivoenergetickou základnou ČSSR. Přitom sám je však velkým spotřebitelem elektrické energie, jejíž odběr ročně přesahuje 1500 GWh (2). Rozhodující část této energie, slouží k elektromechanické přeměně pro vyvození technologických pohybů především mechanismů povrchových dolů a úpraven.

Zásadní úlohou hospodárného využívání elektrické energie v koncernu SHD Most je tedy racionální využití elektrických

pohonů. Zde se jedná především o velké pohony dobývacích orgánů rýpadel, dopravních cest, rýpadel a zakladačů, dálkové pásové dopravy atd., realizované indukčními kroužkovými motory. Do této oblasti je již řadu let upřena pozornost oddělení racionalizace energetické náročnosti technologických celků odboru rozpojování nadloží VÚHU Most (3, 4, 5).

Poněkud stranou však dosud zůstávala oblast elektrických regulačních pohonů. Přitom jsou použity u pohonů otáčení horní stavby všech kolesových rýpadel, k pohonu pojezdu, zdvihu a výsuvu některých kolesových rýpadel, otáčení zakladačů s kráčivým podvozkem, pojezdu kolejových zakladačů, pojezdu a otáčení skládkových strojů, v neposlední řadě u kola rýpadla KU 800/10 apod. (6, 7). Jejich realizace donedávna spočívala na použití stejnosměrných motorů napájených z rotačních Leonardových měničů. Celkem oprávněné obavy o spolehlivý chod tyristorových měničů na rýpadlech a zakladačích vlivem rázů, chvění, prašnosti, nepříznivých klimatických podmínek apod. byly důvodem poměrně pozdního nasazení těchto energeticky méně náročných měničů do provozních podmínek povrchových dolů.

V současné době je vedle rotačních Leonardových měničů pro napájení stejnosměrných motorů používáno stále více statických polovodičových měničů, a to pro malé výkony kombinovaných měničů diodových a tyristorových (otoč rýpadel K 300 a KU 300), u větších výkonů výhradně měničů tyristorových.

V posledních letech začínají i do SHD pronikat moderní elektronicky řízené pohony se střídavými motory (pojezd a otoč skládkového stroje USSK, pohon vynášecího dopravníku drtiče DS PH, pohon kola rýpadla KU 800/10).

3. Tyristorové měniče typu ARBO

3.1 Kolesové rýpadlo K 300

Dynamicky nejméně náročným řízeným pohonem kolesových rýpadel je pohon otoče horní stavby.

U většiny typů rýpadel K 300 byl v letech 1972 až 1978 nahrazen rotační měnič, sloužící k napájení dvou ss motorů (po 8 kW), pohánějících otoč horní stavby rýpadla. Jednofázový půlřízený můstkový usměrňovač napájí v sérii spojené kotvy, neřízený usměrňovač napájí paralelně spojená vinutí obou motorů. Reverzace je prováděna stykačovou záměnou polaritý budicího napětí.

Pro svoji jednoduchost se můstkový usměrňovač, vyrobený v Uničovských strojárnách pod názvem ARBO (analogový regulátor buzení a otoče) osvědčil a stal se základem pro vývoj ARBO rýpadla KU 300.

3.2 Kolesové rýpadlo KU 300

Analogovým regulátorem buzení a otoče byly postupně od roku 1975 nahrazeny i rotační měniče pohonu otoče rýpadel KU 300. Zde byl pro dva motory po 37 kW použit k napájení kotev půlřízený trojfázový můstkový usměrňovač a neřízený usměrňovač pro buzení.

Stejně jako v případě rýpadla K 300 se jedná o jednoduchý regulátor - výrobek Uničovských strojárn - který prokazuje dobrou spolehlivost. Případné závady jsou lokalizovány směnovými elektromechaniky rýpadla s minimálními časovými prostoji velkostroje.

4. Tyristorové měniče UNISTOR

4.1 Lopatové rýpadlo E 7/154

Dobré zkušenosti z provozu tyristorových měničů pro pohony otáčení horní stavby kolesových rýpadel K 300 a KU 300, nízká energetická účinnost a obrovský hluk ve strojovně i kabině řidiče lopatového rýpadla E 7 vedly k myšlence aplikovat polovodičové měniče i na tento stroj (8).

Všechny čtyři pohony uvedeného rýpadla jsou realizovány stejnosměrnými motory. Pro pohon pojezdu stroje a zdvihu lopaty se používá jeden motor 295 kW, 440 V, jehož mechanický výstup je spojkou přepínán vždy k jedinému pohonu, neboť není potřeba zároveň obou technologických pohybů rýpadla. Výsuv lopaty je poháněn motorem 110 kW, 440 V. K otáčení horní stavby rýpadla slouží dva motory po 56 kW, 220 V.

V klasickém provedení rýpadla jsou uvedené motory napájeny z Leonardova měniče, sestávajícího z indukčního motoru, tří dynam a společného budiče.

Ve vnitřní organizační jednotce (dále jen VOJ) SHD - Krušohorských strojírnách Komořany, bylo vyrobeno v roce 1978 rýpadlo E 7/154 s tyristorovými měniči typu UNISTOR. Rýpadlo je nasazeno od roku 1979 na VOJ DVIL Komořany.

Pro napájení obou motorů 56 kW otoče rýpadla je použit měnič typu UNISTOR B. Jeho nereverzační měnič kotvy je proveden jako plně řízený trojfázový můstek. Reverzace motorů je umožněna reverzačním antiparalelním usměrňovačem buzení.

Stejná koncepce je pohon výsuvu lopaty. I zde je pro napájení motoru 110 kW aplikován UNISTOR B.

Poněkud odlišně je uspořádán řízený usměrňovač napájející motor 295 kW, který pohání alternativně zdvih lopaty nebo pojezd rýpadla. UNISTOR B, který je též použit, neobsahuje výkonovou část řízeného usměrňovače kotvy. Tato je obsažena v UNISTORU C.

Po téměř desetiletém provozu lze tento stroj klasifikovat následovně:

Vibrace rýpadla byly záměnou Leonardova měniče zcela eliminovány.

Velký hluk byl potlačen, avšak nebyl zcela vyloučen, neboť čtyři ventilátory jednotlivých měničů jsou nečekaně rovněž velmi hlučné.

Energetická účinnost rýpadla E 7/154 vzrostla ve srovnání s klasickým rýpadlem E 7 vybaveným rotačním měničem o více než 50 % (9).

Největší obavy před uvedením rýpadla do provozu byly ze spolehlivosti velmi složitého zařízení, aplikovaného do nejtvrdějších podmínek (vysoké dynamické požadavky na pohony, zejména na pohon zdvihu, rázy, prašnost, klimatické podmínky atd.). Zpočátku muselo dojít k poměrně složitým úpravám vyplývajícím z dosavadního provozu, zvláště u pohonu zdvihu (dodatečná montáž rychlovypínače, snížení doby reverzace přibližně pětinasobným krátkodobým přebuzením atd.). Po odstranění zásadních a drobnějších nedostatků v průběhu prvního roku provozu rýpadla vykazuje stroj již devět let uspokojivě spolehlivý provoz.

Zásadní nevýhodou je, že obsluha rýpadla není schopna opravovat zařízení a tak sebemenší porucha znamená několika-hodinový prostoj rýpadla, způsobený čekáním na zásah kvalifikované údržby. Především se to týká regulátoru REGISTOR.

Několikaletý provoz prvního lopatového rýpadla s plně tyristorizovanými pohony na světě prokázal životaschopnost složitých polovodičových zařízení i v tak extrémních podmínkách, jakým jsou na lopatovém rýpadle vystavena. To byl zásadní argument pro zavedení tyristorových měničů u dalších regulačních pohonů v SH.D.

4.2 Zakladač A₂RsB 8800

Také u pohonu otoče vykládacího výložníku zakladače A₂RsB 8800 (výrobek NDR), nasazeného na VOJ DJF v Bílině, byl původně použit Leonardův měnič, Tento sloužil k napáje-

ní tří ss cize buzených motorů.

V roce 1980 byl zde rovněž aplikován systém UNISTOR B. Pro napájení sériově spojených vinutí kotvy všech tří motorů 13 kW slouží nereverzační plně řízený trojfázový usměrňovač. Budicí vinutí všech tří motorů jsou napájena z plně řízeného reverzačního trojfázového můstku.

Zařízení je po odstranění počátečních poruch spolehlivé, směnoví elektromechanici odstraňují většinu vzniklých poruch s minimálními prostoji rýpadla.

5. Tyristorové měniče ČKD 2300 s regulátorem SERVOSTOR

5.1 Kolesové rýpadlo K 1000/29

V roce 1980 byla na kolesovém rýpadle K 1000/29, nasazeném ve VOJ DVIL Komořany, provedena rekonstrukce pohonu zdvihu kolesového výložníku. Původní indukční kroužkový motor 95 kW byl za účelem možnosti selektivního dobývání nahrazen ss motorem 160 kW, k jehož napájení je použito řízeného usměrňovače ČKD 2300. Tento obsahuje reverzační antiparalelní měnič buzení (dva plně řízené trojfázové můstky) a nereverzační měnič kotvy.

Zařízení se i přes své obvodově velmi složité řešení ukazuje jako spolehlivé. Výhodou je dvojitý regulátor umožňující provoz pohonu při případné poruše do okamžiku zásahu odborné údržby. Menší problémy jsou s udržováním čistoty filtrů pro nasávání chladicího vzduchu, umístěných ve dvou otvorech spodní části zadní stěny skříně měniče.

5.2 Těžní stroj Dolu Centrum

Pro úplnost je uváděna rovněž aplikace měniče ČKD 2300 s regulátorem SERVOSTOR pro napájení těžního stroje Dolu Centrum. Tato akce technického rozvoje byla zahájena již v roce 1984.

Protože se nepodařilo tyristorový měnič uvést do provozu, byl koncem roku 1987 starý typ regulátoru (SERVOSTOR) tyristorového měniče zaměněn za modernější typ PŘEV (překryvná varianta mezi regulátory ČKD Polovodiče typu SERVOSTOR a MARK). Od dubna 1988 je zařízení ve zkušebním provozu.

6. Tyristorové měniče řady ČKD 2000/84

6.1 Zakladač ZD 2100/73

Rotační měnič pro napájení 12 ss motorů (po 18 kW) pohonu pojezdu kolejového zakladače ZD 2100/73 (VOJ DVIL Komořany) byl v rámci úkolu technického rozvoje Voj DVIL Komořany v roce 1985 nahrazen moderním tyristorovým měničem typu ČKD 2300-PŘEV a měničem ČKD 2400.

Šest paralelně spojených kotevních párů v sérii je napájeno z reverzačního plně řízeného trojfázového můstkového usměrňovače, 12 paralelně spojených budicích vinutí motorů je napájeno z plně řízeného nereverzačního můstku. Ve srovnání s klasickým provedením Z 2100 činí úspory elektrické energie přibližně 30 % (10).

Zařízení, které je již tři roky v provozu, je velmi spolehlivé, vlastní měniče měly dosud minimum poruch. V takovém případě zasahuje kvalifikovaná údržba, centralizovaná ve Voj DVIL Komořany.

6.2 Rýpadlo K 1000/27

Koncem roku 1986 bylo po rekonstrukci a generální opravě uvedeno ve Voj DVIL Komořany do provozu rýpadlo K 1000/27. Regulační pohony zdvihu, otoče i pojezdu kolesového rýpadla jsou vybaveny ss motory napájenými moderními měniči typu ČKD 2300-PŘEV.

Pro napájení 4 motorů pojezdu (záměrně předimenzovaných o výkonu 110 kW) slouží 2 měniče ČKD 2300-PŘEV, které vždy napájí 2 sériově spojené kotvy. Jeden z měničů ČKD 2300-PŘEV pak dále napájí 4 paralelně spojená budicí vinutí všech motorů.

Napájení dvou motorů otoče (2 x 32 kW), kotvy v sérii, buzení paralelně, je z třetího měniče ČKD 2300-PŘEV.

Konečně čtvrtý měnič ČKD 2300-PŘEV slouží k napájení ss motoru zdvihu (110 kW).

U všech čtyř měničů je provedena reverzace v kotvě (plně řízený antiparaleními můstkový usměrňovač).

Jedná se o první kolesové rýpadlo s plně tyristorizovanými regulačními pohony v SHD.

Úspory energie vlivem tyristorizace činí 20 - 30 %. (11).

6.3 Zakladač Z 2000/78

V rámci generální opravy byl v roce 1987 nahrazen na zakladači Z 2000/78 VOJ DVIL Komořany rotační měnič pro napájení 12 ss motorů po 18 kW tyristorovým měničem ČKD 2300-PŘEV.

Antiparalelní trojfázový můstek napájí šest paralelně spojených sériových párů kotev, nereverzační měnič pak 12 paralelně spojených budicích vinutí.

Měření efektivnosti tyristorizace bude na tomto stroji provedeno v letošním roce.

Zařízení pracuje zatím velmi spolehlivě.

6.4 Kolesové rýpadlo K 2000

Ve VOJ DJF Bílina bylo v roce 1987 uvedeno do zkušebního provozu moderní čs. kolesové rýpadlo K 2000. Veškeré regulační pohony, tj. pohon pojezdu stroje, pohon pojezdu podpěrného vozu, pohon otoče a pohon zdvihu jsou realizovány stejnosměrnými motory napájenými tyristorovými měniči ČKD 2300-PŘEV a ČKD 2400.

Pohon pojezdu K 2000 zajišťuje 6 motorů po 112 kW, 200 V. Kotevní vinutí vždy tří motorů (3 vnější a 3 vnitřní motory) jsou spojena v sérii a napájena z dvojice měničů ČKD 2300-PŘEV a ČKD 2400. Pohon pojezdu stroje tudíž obstarávají 2 měniče ČKD 2300-PŘEV, pracující v režimu master-slave a 2 měniče ČKD 2400. Dále jsou použity 2 rychlovypínače. Reverzace je prováděna antiparalelním můstkovým usměrňovačem kotvy. Buzení je zajištěno z každé skříně ČKD 2300-PŘEV vždy pro 3 paralelně spojená vinutí motorů.

Pohon pojezdu podpěrného vozu je uspořádán analogicky. Sestává ze tří motorů 112 kW, 200 V, měniče ČKD 2300-PŘEV, měniče ČKD 2400 a rychlovypínače.

Pohon otoče sestává opět ze dvou trojic motorů po 35 kW, 200 V (kotvy v sérii, buzení paralelně), dvou měničů ČKD 2300-PŘEV, dvou měničů ČKD 2400 a dvou skříní ČKD 2700 (tlumivka, AR jistič).

Pohon zdvihu je realizován dvěma motory po 960 kW, 600 V. Každý z nich je napájen z měniče ČKD 2300-PŘEV a měniče ČKD 2400. Je rovněž použit rychlovypínač.

U všech pohonů, kde jsou použity dvojice měničů ČKD 2300-PŘEV, tj. u pojezdu stroje, otoče a zdvihu, pracují tyto měniče v režimu master - slave.

Po oživení vykazovalo zařízení vysokou poruchovost způsobenou zahořováním velkého počtu elektronických součástí. Tato poruchovost však v průběhu zkušebního provozu postupně klesá, což dokazuje i zatím úspěšný zkušební provoz nového rýpadla.

6.5 Rýpadlo K 300/43

U rýpadla K 300/43 VOJ DJF Bílina, vybaveného jako u jediného v SHD do roku 1987 rotačním měničem pro napájení dvou motorů otoče po 8 kW, byla provedena v rámci GO záměna tohoto měniče za tyristorový měnič ČKD 2300-PŘEV.

Zařízení pracuje dosud velmi spolehlivě.

7. Ostatní měniče pro ss pohony

7.1 Rýpadlo SRs 2000

V roce 1984 byl na Dole Jan Šverma VOJ DVIL Komořany uveden do provozu technologický celek s kolesovým rýpadlem SRs 2000 (NDR).

Pojezd a otoč tohoto stroje jsou vybaveny regulačními pohony, realizovanými ss motory a tyristorovými měniči (NDR).

Pojezd rýpadla zajišťuje 6 motorů po 76 kW. Kotevní vinutí vždy dvou motorů jsou spojena v sérii a napájena z nereverzačního tyristorového měniče. Celkem jsou tedy použity tři měniče kotvy. Všech šest budicích vinutí je spojeno paralelně a napájeno z reverzačního, plně řízeného trojfázového můstku.

Pohon otoče je realizován třemi motory 62 kW, 400 V. Kotvy jsou napájeny třemi (!) samostatnými reverzačními měniči, tři paralelně spojená budicí vinutí pak z jediného nereverzačního plně řízeného můstku.

Zařízení je velmi spolehlivé i navzdory relativně složitému obvodovému řešení regulace, zejména otoče.

7.2 Zakladač ZP 6600/96

U nového zakladače ZP 6600 uvedeného na VOJ DJF Bílina v roce 1987 do zkušebního provozu, je pohon otoče realizován dvěma ss motory po 21 kW.

Sériově spojená kotevní vinutí jsou napájena z nereverzačního tyristorového měniče 3TM3 (ZPA Prešov). Paralelně spojená budicí vinutí pak z reverzačního antiparalelního můstku.

Zařízení zatím vykazuje vyšší poruchovost, servis ze ZPA Prešov není uspokojivý.

8. Střídavé pohony s tyristorovými měniči

8.1 Skládkový stroj USSK

Univerzální skládkový stroj kolesový, výrobek VOJ KSK Komořany, je prvním zařízením v SHD, kde byly aplikovány střídavé regulační pohony, a to pro pohon pojezdu a pro pohon otoče. V obou případech je použit tyristorový měnič kmitočtu typu S 50 (ČKD Polovodiče) a motory o výkonu 5,5 kW.

Pohon pojezdu sestává ze dvou měničů S 50, pracujících v režimu master - slave. Každý měnič napájí 8 paralelně spojených motorů 5,5 kW, 3 x 380 V. Celkem je tedy použito 16 motorů o souhrnném výkonu 88 kW.

Pohon otoče je realizován šesti motory, rovněž 5,5 kW, 3 x 380 V, napájenými z měniče S 50.

Oba dosud vyrobené skládkové stroje nasazené na VOJ DLM (od r. 1985) a na homogenizační drtírně VOJ DVIL Komořany (od r. 1986) pracují s tímto zařízením naprosto spolehlivě.

8.2 Vyhrnovací vůz úpravny uhlí

V rámci úkolu technického rozvoje VOJ DVIL Komořany byl v roce 1987 na závodě Generála Ludvíka Svobody, Úpravna uhlí Komořany, uveden do provozu rekonstruovaný pohon vyhrnovacího vozu (22).

Pohon sestávající z motoru 25 kW, 3 x 500 V, je napájen z měniče kmitočtu S 50.

Po odstranění počátečních problémů zejména s falešným hlášením výpadku pojistky a s tím spojeným častým výpadkem měniče, pracuje zařízení spolehlivě.

8.3 Regulační pohon kola KU 800/10

Na Dole 5. květen Chabařovice, VOJ PKAZ Ústí nad Labem, byl v rámci úkolu technického rozvoje koncem roku 1987 realizován regulační pohon kola rýpadla KU 800/10.

Původní pohon sestávající ze dvou kroužkových motorů 630 kW (nebo alternativně 800 kW) byl doplněn dvěma tyristorovými měniči typu RETYRUS (ČKD Elektrotechnika), pracujícími v invertorovém režimu a tvořící tak spolu s motory podsynchronní kaskádu.

Zařízení dosud nevykázalo očekávané přínosy, zejména z důvodu vysoké poruchovosti regulátoru tyristorových měničů.

8.4 Drtič skrývky DS PH

Ve VOJ KSK Komořany byl vyvinut a vyroben drtič skrývky pojízdný, housenicový (DS PH) a nasazen v roce 1986 na VOJ DJF Bílina.

Vynášecí dopravník je osazen dvěma indukčními motory nakrátko po 75 kW, 3 x 380 V, napájenými z tyristorového měniče kmitočtu ČKD 2800 (ČKD Polovodiče), subsystém S 200. Rozsah regulace je 5 až 55 Hz. Zařízení bylo v létě roku 1986 uvedeno do provozu, po krátké době byl však drtič odstaven, takže spolehlivost měniče v těchto podmínkách nelze zatím klasifikovat.

Stejně je vybaven rovněž druhý drtič DS PH, který byl koncem roku 1987 zprovozněn pracovníky VOJ KSK Komořany v Řecku. Pro rychlý zákrok při eventuální poruše měniče se testovacího provozu zúčastnil i pracovník ČKD Polovodiče, který též měnič na místě doladil dle skutečných provozních parametrů. Měnič až na mechanickou poruchovost jističe, pracuje ve zkušebním provozu spolehlivě.

9. Ostatní zařízení výkonné elektroniky v SHD

9.1 Statický měnič kmitočtu pro důlní vrtačky

Na Dole Vítězný únor, VOJ DVÚZ, byl jako realizační výstup úkolu technického rozvoje v roce 1980 nasazen do zkušebního provozu statický tyristorový měnič kmitočtu, s 3 x 380 V,

50 Hz na 3 x 125 V/200 Hz pro napájení důlních vrtaček (12). V této době to bylo zařízení s prvním tyristorovým měničem v ČSSR nasazeným do provozních podmínek v hlubinných dolech.

Po úspěšném zkušebním provozu byla vyrobena nultá série 5 kusů měničů. K rozšíření těchto měničů, nedošlo z důvodu složitější manipulace s oddělenými celky transformátor-měnič oproti monobloku rotačního měniče, dále z nemožnosti připojit druhou motorovou jednotku a zejména pak z důvodu téměř pětinašobně vyšší ceny tyristorového měniče než je cena původního rotačního měniče.

9.2 Těžní stroj na Dole Jan Žižka

V roce 1978 byl na Dole Jan Žižka, VOJ DVÚZ, nahrazen rotační měnič pro napájení těžního stroje tyristorovým měničem UNISTOR (ČKD Elektrotechnika).

V kontrastu s řešením pohonu těžního stroje Dolu Centrum (čl. 5.2) se jedná o naprosto spolehlivé zařízení.

10. Závěr

Z předloženého shrnutí aplikace elektronicky řízených pohonů v podmínkách SHD vyplývá, že v této oblasti byla realizována řada moderních elektrických pohonů, zejména u velkostrojů pro povrchové dobývání.

Vzhledem k době prvních realizací lze zvláště vysoko klasifikovat první aplikace polovodičové techniky u pohonů otoče K 300 a KU 300, kompletní tyristorizaci lopatového rýpadla E 7 (ve stejné době bylo rovněž vybaveno prvně měniči SIMOVERT - fa Siemens - lopatové rýpadlo pro dobývání černého uhlí v Arizoně), aplikaci měniče nové generace u rýpadla K 1000/29, první použití střídavých regulačních pohonů v SHD (USSK) a právě realizovaný regulační pohon kola rýpadla KU 800 (první aplikace podsynchronní kaskády v revíru).

Dosavadní zkušenosti s provozem zařízení výkonové elektroniky v provozech koncernu SHD dokazují životaschopnost těchto moderních prvků pohonů i ve složitých podmínkách povrchových dolů.

Ve většině případů jsou vykázány významné energetické úspory (9, 10, 11) z titulu záměny klasických rotačních měničů za polovodičové, převážně tyristorové. Dynamické vlastnosti pohonů s tyristorovými měniči, které lze snadno nastavit optimálně pro daný pohon, jsou jednoznačně lepší ve srovnání s pohony vybavenými Leonardovými měniči. Podstatně klesá hluk, neexistují vibrace a chvění způsobované rotačními měniči. Téměř vymizely opotřebovávající se součásti.

Diskutabilní je otázka spolehlivosti a údržby. Porucha rotačního měniče znamená dlouhodobé vyřazení pohonu a tím i velkoustroje z pracovního procesu, vyžaduje zdvihací, příp. transportní zařízení.

Naproti tomu oprava tyristorových měničů vyžaduje rychlý zásah velmi kvalifikované a technicky náročně vybavené údržby.

Nejsložitější je ekonomická otázka. U většiny strojů vychází ekonomická návratnost záměny rotačních měničů polovodičovými pod 10 let. S ohledem na relativně nízkou cenu elektrické energie a navzdory všem prognózám dosavadní vysokou cenu polovodičových měničů však převyšuje ekonomická návratnost u některých zařízení stanovenou hranici (13). S ohledem na celospolečenskou spotřebu elektrické energie tak dochází ke střetu, který je obvykle řešen ve prospěch energetických úspor. Tyto úspory jsou nepřímo úměrné časovému využití běžících rotačních měničů.

Rozhodující roli v zavádění tyristorové techniky do provozů SHD sehráli pracovníci Vývojového závodu mechanizace a automatizace VOJ KSK Komořany a Výzkumného ústavu pro hnědé uhlí v Mostě (3, 4, 9, 10, 11, 12, 14, 15).

Zde byla rovněž vypracována řada podkladových prací pro další zavádění tyristorové techniky v SHD (16 až 21). Jedná se

Přehled aplikací tyristorových měničů v SHR

Tab. 1

	Rýpadla							Zakladače			Ostatní zařízení					Celkový počet kmitočtů
	E7	K 300	K 1000	KU 300	KU 800	K 2000	SRs 2000	A ₂ RsB 8800	Kolej. zakladače řady Z a ZD	ZP 6600	Sklád. stroje USSK	Drtiče skrývky DS-PH	Měniče kmitočtu pro důlní vrtačky	Vyhrn. vozy úpraven	Těžní stroje	
Počet strojů / SHR celkem	12	12	9	28	13	1	1	1	8	12	2	1	148	12	7	
Z toho vybavených tyrist. měniči	1	12	2	26	1	1	1	1	2	1	2	1	5	1	2	

P o č e t m ě n i č ů

Typ tyristorového měniče																
Uničov - ARBO 1 fáze		11														11
Uničov - ARBO 3 fáze				26												26
ČKD - UNIS-TOR B	3							1								4
ČKD - UNIS-TOR C	1															1
ČKD 2300 - SERVOSTOR			1													1
ČKD 2300/84		1	4				7		2						1	15
ČKD 2400							7		1							8
ČKD 2800												1				1
ČKD S 50											6			1		7
ČKD SATYRUS															1	1
ČKD RETYRUS						2										2
NDR - SRs								6								6
VZMA - SMK80													5			5
ZPA - 3TM3										1						1

zejména o rýpadlo KU 300, KU 800, SRs 1500 a K 800 N. Stávající vybavení zařízení provozu SHD tyristorovými měniči, jak bylo výše uváděno v textu, je přehledně uspořádáno v tab. 1.

V současné době je namístě zabývat se otázkou zpětných vlivů měničů na síť. Zatím se v energetických rozvodech dolů s vysokou koncentrací tyristorových měničů (Důl Jan Šverma, VOJ DVIL Komořany, Velkolom Maxim Gorkij, VOJ DJF Bílina) tento aspekt výrazně neprojevil. Nepochybně je však žádoucí tuto problematiku exaktně posoudit a navrhnout případná opatření. Jedná se zcela jistě o oblasti, kterou nemůže VOJ VÚHU Most, konkrétně oddělení racionalizace energetické náročnosti, zanechat bez povšimnutí.

Jak bylo popsáno, v revíru je poměrně dost druhů tyristorových měničů, které se zde vyskytují s výjimkou ARBO KU 300 a ČKD 2300-PŘEV v nevelkých počtech. Řadu měničů bude v nejbližších letech nutno nahradit novými. Bude nutné se otázkou unifikace tyristorových měničů zabývat poněkud konkrétněji a vážněji, než tomu je doposud.

S h r n u t í

Příspěvek pojednává o elektrických regulačních pohonech s polovodičovými měniči. Zabývá se použitím těchto zařízení u mechanismů pro povrchové dobývání a klasifikuje dosavadní zkušenosti z provozu tyristorových měničů nasazených ve složitých podmínkách Severočeských hnědouhelných dolů.