

Nový pohon pro kolesová rýpadla a dálkovou pásovou dopravu

Neuer Antrieb für Schaufelradbagger und Gurtbandförderung

Der Artikel beschreibt neue moderne in unseren Bedingungen einsetzbare Antriebe, z. B. für Schaufelrad- oder Förderbandantrieb. In der Einleitung ist angeführt, aus welchen Gründen begannen wir in VÚHU a.s., sich mit der Problematik neuer Antriebe zu beschäftigen. In den Nachbarstaaten werden diese Antriebe für die in der Einleitung angegebenen Technologie häufig genutzt. Im 2. Kapitel ist den gegenwärtigen Stand des Schaufelradantriebes der in Nordböhmischem Braunkohlenrevier eingesetzten Großgeräte dargestellt. Der 3. Kapitel zeigt schon einen modernen, langsam laufenden Antrieb mit einem vom Zyklokonvertor gespeistem Synchron-elektromotor, dessen Dokumentation wurde in VÚHU in 1999 – 2002 erarbeitet. Ein konkretes Projekt dieses Antriebes für Schaufelradbagger KU 800 ist im Kapitel 4 angeführt. Weil dieser Antrieb höheres Gewicht hat sowie auch die Kosten höher sind, wurde dieser Antrieb für keine Technologieanlage realisiert. In VÚHU a.s. beschäftigten wir uns mit dieser Problematik weiter und im Kapitel 5 ist ein weiterer neuer Typ des langsam laufenden Gerätes des direkten Antriebes sog. geschalteten Reluktanzelektromotors, dessen Vorteile zum Schluss dieses Kapitels genannt sind. Im 6. Kapitel wird begründet, warum dieser Antrieb auf dem Schaufelradbagger TC 1 KU 300 einzusetzen ist. In der Anlage ist eine Liste einschl. Standortes aller Bagger Typ KU 300 im Nordböhmischem Revier angeführt.

New drive for bucket wheel excavators and distant belt-conveyor transportation

The article describes new modern drives usable under our conditions, e.g. for driving a wheel or belt conveyor. In the article

introduction, there are described reasons leading us in VÚHU a.s. to start dealing with the problems of new drives. In surrounding countries, these drives have been already commonly used, e.g. for technologies presented in the introduction. In the Chapter 2, there is described an existing condition of a wheel drive of big-scale machines used by mining companies in the North-Bohemian Mining District. The third chapter describes a modern, slow-running drive with a synchronous electro-motor supplied from a cyclo-converter, the documentation of which was compiled in VÚHU a.s. within the years 1999-2002. A detailed and specific project of this drive for the KU 800 excavators presented in the Chapter 4. For the reason of increased weight of this drive and higher costs, we continued dealing with these problems and in the Chapter 5, there is further presented a new type of a slow-running machine with a direct drive, so-called switched reluctant electro-motor, the benefits of which are presented at the end of this chapter. In the Chapter 6, there is justified the use of this drive for a bucket wheel excavator of TC 1 KU 300. In the attachment, there is presented a list and location of use of all excavators of the KU 300 type in the North-Bohemian Mining District.

Новый привод для роторных экскаваторов и магистрального конвейерного транспорта

Авторы статьи описывают новые, современные приводы используемые в условиях чешских буроугольных разрезов – например для движения роторного колеса экскаватора или ленточного конвейера. Приводятся причины, почему институт ВУГУ начал заниматься проблематикой новых приводов, которые в соседних государствах уже для таких целей нормально используются. В главе 2

описывается актуальное состояние привода ротора крупных экскаваторов, работающих в Северочешском бурогольном бассейне. Глава 3 приносит описание современного привода медленного хода с синхронным электродвигателем, питание которого обеспечивает циклоконвертор (документация была разработана институтом ВУГУ в 1999 – 2002 гг.). Конкретный проект этого привода для роторного экскаватора КУ-800 приводится в главе 4. Проект не был осуществлен на практике из-за значительного веса привода и высоких расходов, однако институт ВУГУ продолжал заниматься данной проблематикой. В главе 5 говорится о новом типе механизма медленного хода для прямого привода, так наз. коммутированного релуктационного электродвигателя, преимущества которого приводятся в заключении главы. В главе 6 дается обоснование применения данного типа привода для роторного экскаватора КУ-300 (ТК 1). Приложение статьи представляет список и место работы всех экскаваторов КУ-300 в Северочешском бурогольном бассейне.

Nový pohon pro kolesová rýpadla a dálkovou pásovou dopravu

Článek popisuje nové moderní pohony použitelné v našich podmínkách např. pro pohon kola nebo pásového dopravníku. V úvodu článku je popsáno z jakého důvodu jsme se ve VÚHU a.s. začali problematikou nových pohonů zabývat. V okolních státech se tyto pohony již běžně využívají např. pro technologie uvedené v úvodu. Ve 2. kapitole je popsán stávající stav pohonu kola velkostrojů používaných těžebními společnostmi v severočeském hnědouhelném revíru. Třetí kapitola již popisuje moderní, pomaluběžný pohon se synchronním elektromotorem napájeným z cyklokonvertoru, jehož dokumentace byla ve VÚHU a. s. zpracována v letech 1999-2002. Konkrétní projekt tohoto pohonu na rýpadlo KU 800 je uveden v kapitole 4. Z důvodu zvýšené hmotnosti tohoto pohonu a vyšších nákladů však nebyl tento pohon realizován na žádné technologii. Ve VÚHU a.s. jsme se však touto problematikou zabývali dále a v kapitole 5 je uveden nový typ pomaluběžného stroje přímého pohonu tzv. spínaného reluktančního elektromotoru, jehož přínosy jsou uvedeny v závěru této kapitoly. V 6. kapitole je zdůvodněno proč použít tento pohon na kolesové rýpadlo TC 1 KU 300. V příloze je uveden seznam a místo nasazení všech rýpadel typu KU 300 v severočeském hnědouhelném revíru.

1. Úvod

Při řešení projektu „Centrum špičkových technologií pro hnědouhelné hornictví“ v letech 1999 – 2002 pro MPO ČR byl mimo jiné řešen nový dobývací orgán kolesového rýpadla KU 800. V rámci řešení tohoto projektu byl zpracován netradiční projekt přímého pohonu kola vícepólovým pomaluběžným synchronním elektromotorem a přímým měničem kmitočtu cyklokonvertorem.

V současné době se ve všech vyspělých zemích prosazují střídavé regulační pohony, které představují perspektivní směr ve vývoji elektrických regulačních pohonů v souvislosti se značnými úsporami elektrické energie a snížením nákladů na údržbu. Střídavé regulační pohony vyžadují náročné řízení, které již dnes lze realizovat s využitím moderních řídicích systémů.

Mezi perspektivní metody řízení střídavých pohonů patří mimo jiné tzv. vektorové řízení s adaptací parametrů regulované soustavy. V současnosti jsou předmětem zájmu mnoha předních zahraničních výzkumných pracovišť různé varianty vektorového řízení, které se především liší ve vyhodnocení tzv. orientujících veličin,

v adaptaci parametrů regulované soustavy statorových proudů a ve způsobu vyhodnocení rychlosti otáčení rotoru různých typů indukčních elektromotorů.

Nové řešení pohonu kola, tzv. přímý pohon, představuje nahrazení dosavadního běžného pohonu, tvořeného asynchronními elektromotory a kombinovanou převodovou skříní, přímým pohonem, sestaveným ze silnoproudé elektroniky (cyklokonvertoru) a synchronního pomaloběžného stroje bez převodovky. Takové přímé pohony se již s úspěchem používají v ocelářském průmyslu a válcovnách, jakož i při dobývání kamenného uhlí (dobývací zařízení) a při úpravě rud (prstencové elektromotory). Rovněž některé zahraniční těžební společnosti využívají „přímý pohon“ pro pohon turasu korečkových rýpadel. Výhody tohoto typu pohonu na korečkových rýpadlech jsou značné a nesporné.

Realizace tohoto typu pohonu představuje zcela odlišnou koncepci než jsou doposud využívané pohony na velkostrojích tohoto typu v hnědouhelných revírech nejen u nás, ale i v zahraničí.

Procesem mezi zeminou a dobývacím orgánem se účinek mechanické síly projevuje jako výsledek setrvačné síly a způsobuje zvýšené opotřebení dobývacího orgánu a jeho nosné konstrukce. Účinky těchto sil nemohou být již dále redukovány pomocí mechanických řešení. Jako řešení se v tomto případě nabízí použití přímého pohonu, který lze dále optimalizovat tak, aby se na základě technické specifikace parametrů řídicího systému a praktických zkoušek mohlo zjistit a snížit mechanické opotřebení strojních součástí (dobývacích orgánů, převodovek, hřídelí), kterých se to týká.

2. Popis stávajícího stavu pohonu kola

V současné době jsou pro pohon kola nejčastěji využívány vysokonapětové kroužkové asynchronní elektromotory; většinou 6-pólové nebo 4-pólové, se synchronními otáčkami 1000 nebo 1500 ot.min⁻¹. Převod počtu otáček do pomala na jmenovitý počet otáček kola je realizován pomocí převodovek. Pro nutné opravy s ještě nižšími otáčkami je třeba použít dodatečný pomocný pohon. Takto realizovaný pohon je zbytečně složitý a náročný na údržbu. Rozběh kola je nejčastěji realizován pomocí různých typů rotorových spouštěčů (odporových, indukčních apod.). Tento rotorový spouštěč se používá pouze k omezení záběrového proudu a zvýšení záběrového momentu elektromotoru. Na regulaci otáček nelze tyto spouštěče používat pro jejich malou trvalou zatížitelnost. Při rozběhu se tedy v těchto rotorových spouštěcích maří energie, což při velikosti jmenovitého výkonu (až 1600 kW) celého pohonu je poměrně značná hodnota. Konkrétní velikost této energie závisí na časovém průběhu spínání, velikosti odporníků a zatížení pohonu.

Nevýhody tohoto pohonu jsou nemožnost regulovat otáčky, nízká celková účinnost a taktéž poměrně nízký účinník, a to zejména při chodu naprázdno, při nízkém zatížení pohonu.

3. Pomaluběžný pohon se synchronním elektromotorem napájeným z cyklokonvertoru

Toto řešení odstraňuje všechny výše uvedené nevýhody stávajícího pohonu. Vlastnosti pohonu s pomaluběžným synchronním elektromotorem a cyklokonvertorem:

- možnost plynulé změny rychlosti (v rozsahu frekvencí 0 až 16 Hz)
- vysoká dynamika pohonu v případě vektorového řízení
- vysoká krátkodobá momentová přetížitelnost
- čtyřkvadrantový provoz
- dobrá celková účinnost pohonu
- možnost řízení účinníku
- nízké vzduchové odpory snižující náklady na větrání a chlazení stroje
- vysoká provozní spolehlivost.

Navíc se u tohoto přímého bezpřevodového pohonu promítají výhody spojené s tímto provedením:

- odpadají investice na samotné převodovky
- odpadá údržba převodovek včetně nutnosti měnit dle harmonogramu olejovou náplň
- menší opotřebení zařízení při provozu v nízkých otáčkách a tedy i nižší náklady na údržbu
- snížení hlučnosti.

Vzhledem k výše uvedeným technologickým požadavkům na pohon kola bude vhodné použít vektorového řízení realizovaného dostatečně výkonným řídícím systémem. Synchronní elektromotor je třeba vybavit vhodným čidlem otáček resp. polohy, nejlépe inkrementálního typu.

U nových pohonů se provádí regulace otáček elektronickým způsobem pomocí proměnného kmitočtu. Tímto řešením lze poprvé u zařízení pro povrchovou těžbu vypustit převodovku, která představuje prvek náročný na údržbu a investice. Jelikož změna kmitočtu napájecího napětí synchronních elektromotorů je plynulá, může se vypustit i pomocný pohon. Tím se pohon dobývacího orgánu stává ještě jednodušší. Pomaluběžný synchronní elektromotor je spojen napevno s novým, nyní již jednodílným hnacím hřídelem. Jmenovité otáčky tohoto hřídele činí 3 až 5,6 ot.min⁻¹.

Zavedení přímého pohonu a první praktické výsledky odůvodnily tvrzení, že vývoj velkých rýpadel již dosáhl kritických mezí s ohledem na vysoké setrvačné síly elektromotoru a převodovky (nebo převodovek) pro pohon dobývacího orgánu, jehož bezpečnost nemůže být již nadále spolehlivě řešena pomocí mechanických bezpečnostních přístrojů. Tento poznatek lze aplikovat právě na velká kolesová rýpadla, u nichž jsou setrvačné síly pohonu dobývacího orgánu značné.

U nového pohonu je pamatováno i na ochranu technického zařízení velkstroje. Například bezpečnostní spojka, která u původního pohonu slouží pro omezení točivého momentu, ale která zároveň vykazuje značnou prodlevu, byla nahrazena elektronickým

omezením točivého momentu, které nyní reaguje během několika milisekund. Pomocí vestavěných technologických funkcí, jako například snímače rozběhu a zatížení, bylo dosaženo toho, že potřebné urychlovací momenty se nastaví tak, aby se minimalizovalo opotřebení, ale aby zařízení přesto splňovalo technické parametry. Důkladně konstruovaný diagnostický systém pomáhá v případě poruchy lokalizovat poruchový stav, čímž se podstatně zkracuje doba výluky.

Přímý měnič kmitočtu cyklokonvertor využívá vnější síťové komutace bez přídavných komutačních obvodů. Pro jeho realizaci mohou být použity běžné tyristory bez zvláštních nároků na vypínací dobu. Cyklokonvertor tedy představuje neekonomičtější akční člen pro frekvenční řízení indukčních elektromotorů v oblasti velkých výkonů.

4. Konkrétní projekt na rýpadlo KU 800

V minulých letech byl v rámci úkolu ČST zpracován projekt přímého pohonu pomocí pomaluběžného synchronního stroje již pro konkrétní typ kolesového rýpadla KU 800.

Původních 15 kusů korečků užitečného objemu $1\,300\text{ dm}^3$ bylo nahrazeno 21 kusy korečků užitečného objemu 890 dm^3 . Původní komorové těleso kola bylo nahrazeno jednostěnným bezkomorovým kolem. Původní pohon sestávající z centrální převodovky, 4 periferních převodovek, spojek a 4 elektromotorů byl nahrazen pomaluběžným třífázovým synchronním elektromotorem a přímým měničem kmitočtu cyklokonvertorem.

Původní otočná osa kola byla nahrazena neotočnou dutou osou upnutou v ramenech kolesového výložníku, otěrový prstenec je nový, liší se od původního jiným úhlem kuželu kola.

Bezkomorové kolo s kuželovou skluzovou plochou nenakloněné a nenatočené v kolesovém výložníku je tvořeno prstencem, na kterém jsou uchycovací oka pro korečky. Kuželovou skluzovou plochou je těžený materiál odváděn násypkou do předního kolesového pásu. Těleso kola je pomocí šroubového spojení uloženo na otočném statoru pomaluběžného synchronního elektromotoru.

Stator elektromotoru je uložen na jednom naklápěcím soudečkovém ložisku 240/1120CA/W33, kterým jsou zachycovány jak radiální, tak axiální síly působící na kolo. Druhé ložisko statoru elektromotoru je speciální velkorozměrové kuličkové ložisko o $\varnothing 3\,700\text{ mm}$ a zachycuje pouze radiální síly. Reakční moment elektromotoru je zachycen reakčním ramenem, uchyceným pomocí táhla na příčníku kolesového výložníku.

Nově navržené korečky s hrotovými břity zabezpečují dokonalé upnutí korečků na kolo. Uchycení hrotových břitů na korečku pomocí šroubů a klínu snižuje nároky na údržbu a umožňuje stálý provoz s optimálně ostrými břity.

Toto řešení přímého pohonu pomocí pomaluběžného třífázového synchronního elektromotoru a přímého měniče kmitočtu cyklokonvertoru však zvyšuje hmotnost oproti stávajícímu provedení o téměř $12\,000\text{ kg}$. Náklad na realizaci by činil přibližně 90 mil. Kč .

Z důvodu nárůstu hmotnosti na špičce kolesového výložníku a rovněž tak z důvodu poměrně vyšších nákladů na realizaci než na běžnou GO nebylo toto řešení v rámci úkolu ČST realizováno.

Při použití tohoto typu pohonu pro pohon DPD 800 s elektromotory 2 x 500 kW měl přímý pohon s měničem kmitočtu cyklokonvertorem vyšší hmotnost oproti stávajícímu provedení o 5 100 kg. Náklad na realizaci činil pro pohon 2 x 500 kW 16 mil. Kč oproti původnímu řešení 11 mil. Kč.

Tento pohon DPD nebyl z obdobných důvodů jako pohon kola kolesového rýpadla KU 800 realizován.

5. Přímý pohon spínaným reluktančním elektromotorem

Aby bylo možné využít prokazatelných předností přímého pohonu, byly hledány cesty ke snížení hmotnosti tohoto pohonu a tím i k dosažení příznivější ceny. Byl navázán kontakt s autorem patentu č. 286373 nového principu spínaného reluktančního elektromotoru bez reduktoru.

Tento vynález nového spínaného reluktančního elektromotoru využívá pro svou činnost axiální magnetický tok na rozdíl od klasických elektromotorů, které využívají radiální a tangenciální magnetický tok. Tento radiální a tangenciální tok neumožňuje další zvýšení využití aktivních částí, tzn. neumožňuje zvýšení výkonu v poměru k hmotnosti.

Reluktanční elektromotory dle vynálezu mají větší měrný výkon při výrazném snížení hmotnosti.

Příkladně, synchronní elektromotor pro pohon kola KU 800 o výkonu 1 600 kW, s otáčkami 2 až 5,6 min.⁻¹ by měl hmotnost 143 000 kg. Elektromotor dle výše uvedeného vynálezu má hmotnost pouze cca 48 000 kg.

Pro rýpadlo KU 300 má stávající pohon 400 kW hmotnost 25 000 kg (elektromotor + převodovka). Hmotnost nového pohonu dle uvedeného vynálezu by činila pouze 13 000 kg.

Kvalitu spínaného reluktančního elektromotoru ovlivňuje zejména schopnost jeho konstrukce dodržet axiální vzduchovou mezeru. Naštěstí se v elektromotoru nevyskytují axiální ani radiální síly, takže lze tuto podmínku dobře splnit. Na příklad při zmenšení axiální vzduchové mezery ze 2 mm na polovinu, se sníží celková hmotnost stroje asi o 30 %. Záleží jen na kvalitě ložisek a na eliminaci vnějších axiálních sil. Účinnost pohonu je srovnatelná nebo i vyšší než u převodového pohonu. Např. u velkostroje KU 800 je účinnost kolem 93 %, počítáno od svorek sítě až po obvod kola.

Bezproblémová regulace otáček nevyžadující žádné přídatné zařízení dovoluje nastavit otáčky kola podle tvrdosti těženého materiálu, a tím snížit opotřebení břitů korečků. Regulace momentu nastavením proudu umožňuje vyprostit koleso ze záběru v případě „zakousnutí“ korečku do těženého materiálu bez nutnosti odsunutí kola ze záběru.

Z uvedeného je zřejmá výhodnost použití spínaného reluktančního elektromotoru dle výše uvedeného patentu. Protože však návrh tohoto elektromotoru byl

zpracován pouze na základě teoretických vztahů a počítačového modelu, je nutné dle takto vypracovaného návrhu ověřit platnost odvozených vztahů a získat příslušné korekční činitele na modelu tohoto elektromotoru s výkonem cca 20 až 30 kW při max. přizpůsobení sériově vyráběných elektronických komponentů pro jeho řízení. Na sestrojení tohoto modelu dle návrhu a za účasti autora patentu by se podíleli rovněž spolurealizátoři úkolu.

Ověření a zkoušky tohoto modelu předpokládáme uskutečnit v laboratoři ČVUT nebo v jiné dobře vybavené zkušebně elektrických strojů.

Na základě takto získaných empirických vztahů bude potom vyprojektována úprava špičky kola a zkonstruován skutečný elektromotor pro vybraný velkostroj. Dále bude provedena úprava elektrické instalace včetně konstrukce potřebného elektronického regulátoru (měniče).

Ověřením vlastností tohoto nového elektrického stroje vzniknou i podmínky pro jeho využití v jiných oblastech, kde se vyžadují vysoké výkony při minimálních setrvačných silách a přesné nastavení momentu a polohy, eventuálně max. momentu při nulové rychlosti. Např. pecní vozíky koksáren, válcovací stolice, jeřábové pohony aj.

Jednou z dalších možných aplikací je i pohon dálkových pásových dopravníků.

Přínosy

Snížení dynamického namáhání jak vlastního rypného orgánu stroje, tak i ocelové konstrukce stroje, zejména kolesového výložníku a jeho vetknutí do nosné konstrukce.

Protože tento elektromotor je relativně snadno regulovatelný a s ohledem na absenci rychloběžné části na něj působí minimální setrvačné síly, lze jednoduchým způsobem v regulační elektronice omezit maximální momenty vyvolané nehomogenitou těžené partie, respektive přizpůsobit rychlost otáčení kola proměnlivému, na rychlosti nelineárně závislému rozpojovacímu odporu těžené zeminy. V důsledku toho lze oprávněně očekávat nižší opotřebení zubů a břitů koreček a prodloužení jejich životnosti.

Elektromotor s polovodičovým regulátorem (měničem) umožňuje neomezenou četnost spínání, pomalé a polohově přesné otáčení kola pro servisní účely a to oběma směry a manipulaci s tvrdými proplásky nacházejícími se v těžném bloku.

Snížením hmotnosti na špičce kolesového výložníku a dále díky nižšímu dynamickému namáhání mechanických uzlů, je možné uvažovat se zvýšením výkonnosti rýpadla a se zvýšením rypné síly bez negativního vlivu na ocelovou konstrukci velkostroje.

6. Přímý pohon kola rýpadla KU 300

Realizaci nového pohonu pro technologický celek TC-1, využívající nový princip spínání reluktančního elektromotoru bez reduktoru, by bylo nejvhodnější provést na kolesových rýpadlech typu KU 300 z důvodu nasazení jejich značného počtu (více než 40 kusů rýpadel), dále z důvodu, že jejich poslední modernizace pohonu

kolesa proběhla již před více než 20 lety a v neposlední řadě proto, že veškerou dokumentaci rýpadel KU 300 vlastní KSK. V rámci realizace nového pohonu by bylo vhodné provést i modernizaci rypných orgánů (korečky s břity).

V příloze 1 je uveden seznam uživatelů rýpadel KU 300. Z celkového počtu má MUS, a.s., 13 ks rýpadel, SD, a.s., 10 ks rýpadel, SU, a.s., 12 ks rýpadel. Z těchto počtů má ještě původní pohon (UNEX) 5 rýpadel MUS, a.s., 2 rýpadla SD, a.s., a 5 rýpadel SU, a.s. Ostatní rýpadla mají pohon realizovaný pomocí ozubeného věnce a pastorku (KSK).

Modernizace rýpadel KU 300 by byla v případě realizace modelu spínaného reluktančního elektromotoru možná v rámci GO jednotlivých rýpadel již od roku 2004.

Velkostroje pro povrchové doly jsou zpravidla nasazovány v trvalém provozu více jak 30 let. Není výjimkou ani 50letý provoz. Všeobecně je u těchto velkostrojů v závislosti na specifických podmínkách provozu pohonných systémů a elektrického vybavení po 20 letech provozu často naléhavá výměna těchto morálně i materiálně opotřebovaných skupin. Tato výměna je využita skoro vždy k tomu, aby velkostroje byly zmodernizovány a zefektivněny. U kolesových rýpadel má pohonný systém kola rýpadla rozhodující význam.

Dokládají to příklady předních světových výrobců kolesových rýpadel, kdy je ekonomické provést po cca 20 letech provozu modernizaci mechanických a elektro systémů při zachování stávající ocelové konstrukce, jejíž životnost dosahuje až 50 let.

Pro řešení projektu společného zájmu důlních společností předpokládáme účast důlních společností MUS, a.s., Most, SD, a.s., Chomutov, SU, a.s., Sokolov, společností v jejich vlivu KSK, a.s., Most, První elektro, a.s., Chomutov a VÚHU, a.s., Most spolu s VŠB – TU Ostrava a ČVUT Praha.

Seznam uživatelů rýpadel KU 300

		Provoz od	G.O.	Původ. pohon UNEX
K 49 - KU 300/1	SD – DNT /zrušeno/	1/65	1976	
K 57 - KU 300/2	PK Ústí n. L. /zrušeno/	1/69	1978 + REKO	
- KU 300/3	SU – Družba	1/69	1994	ANO
- KU 300/4	Bosna a Hercegovina	3/70		
K 62 - KU 300/6	MUS – Kopisty /zrušeno/	9/70		
K 63 - KU 300/7	MUS – Důl Šverma /zrušeno/	8/72		
K 68 - KU 300/8	SD – DB	4/74	1993	
K 64 - KU 300/9	SD – DNT	3/73	rep.přev.97	
K 66 - KU 300/10	SD – DNT	10/73		
K 67 - KU 300/11	MUS - Armáda /odstaveno/	12/73		
K 69 - KU 300/12	MUS - Šverma	12/73		ANO
K 71 - KU 300/13	SD – DB	6/75		
- KU 300/14	SU - Družba	10/74	1997	ANO
K 70 - KU 300/15	SD – DNT	1/76		
K 83 - KU 300/16	SD-DB	11/79	1997	
K 73 - KU 300/17	MUS - Armáda	5/77		
- KU 300/18	SU - Jiří	7/77		
K 80 - KU 300/19	MUS - Kopisty	7/79		
- KU 300/20	SU - Jiří	12/77		
K 78 - KU 300/21	PK Ústí n.L. nyní SU	11/78		
K 76 - KU 300/22	SD - DNT	12/77	1996	
K 82 - KU 300/23	MUS - Armáda	7/79		
K 86 - KU 300/24	MUS - Armáda	12/80		ANO
- KU 300/25	SU - Jiří	11/80	1997	
K 85 - KU 300/26	MUS - Hrabák	5/81		ANO
K 88 - KU 300/27	SD - DNT	12/81		
K 87 - KU 300/28	MUS - Kopisty	6/81		
K 89 - KU 300/29	SD - DNT	8/82		ANO
K 91 - KU 300/30	SD-DB	7/82	1999	
- KU 300/31	SU - Družba	10/82		
- KU 300/33	SU - Jiří	9/88		ANO
K 96 - KU 300/34	MUS - Šverma	9/83		ANO
- KU 300/35	SU - Jiří	11/83		ANO
- KU 300/37	SU - Družba	5/94		
K 95 - KU 300/38	MUS - Hrabák	6/84		
- KU 300/39	SU - Jiří	10/87		
K 102 - KU 300/40	SD-DB	5/86		ANO
- KU 300/41	SU - Jiří	4/89		ANO
K 97 - KU 300/42	MUS - Hrabák	9/85		ANO
- KU 300/43	Rusko	4/88		
- KU 300/44	Makedonie			
K 107- KU 300/46	MUS – Šverma	1/93		