

## Problémy kompatibility kolejových obvodů u ČD

Klíčová slova: zabezpečovací zařízení, kolejový obvod, rušení, kompatibilita, počítač náprav

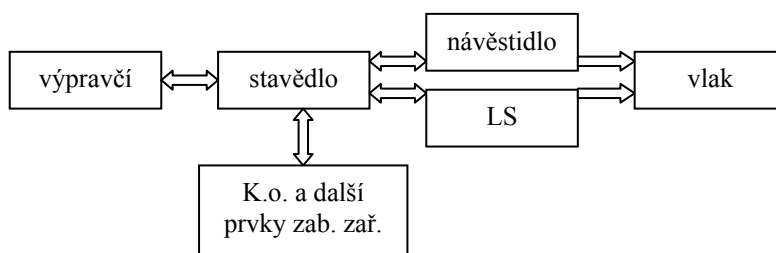
### 1. Úvod

V následujícím textu jsou shrnuty informace, které umožňují učinit si vlastní názor na potřebu prostředků pro detekci kolejových vozidel v nových zabezpečovacích systémech (přesněji systémech pro řízení a zabezpečení kolejové dopravy), vlastnosti stávajících kolejových obvodů a možnosti jejich úprav ve vztahu k problémům s kompatibilitou těchto zařízení a nových hnacích vozidel.

### 2. Potřeba prostředků pro zjišťování volnosti v systémech řízení a zabezpečení kolejové dopravy

Prostředky pro detekci kolejových vozidel souvisí úzce s použitými technologickými celky pro zabezpečení a řízení dopravy. Z tohoto hlediska lze u nynějších a budoucích zařízení u ČD rozlišit následující případy hlavního toku dat a zdrojů informací:

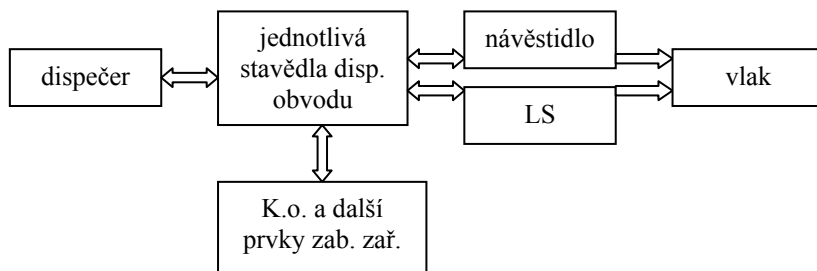
- místní řízení (dnešní stav) :



Informace pro vozidla zpracovává stavědlo na základě pokynu výpravčího a informací od vnějších prvků zabezpečovacího zařízení, tedy i od klasických prvků pro detekci vozidel (obecně kolejové obvody nebo počítače náprav). Informace na vozidlo se předává pomocí návěstidel a paralelně prostřednictvím vlakového zabezpečovače LS (tedy kolejovými obvody), který hlídá bdělost strojvedoucího.

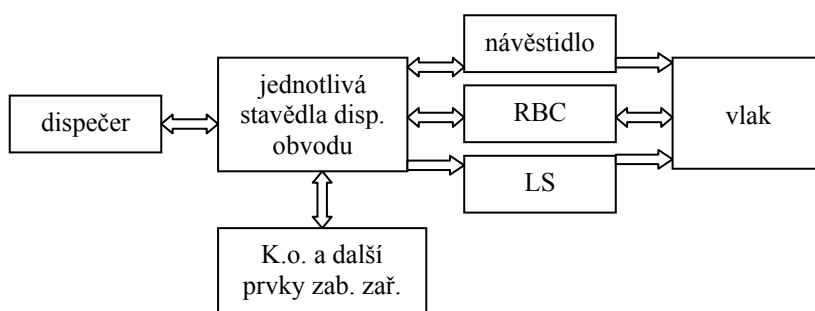
<sup>1</sup> Ing. Václav Chudáček, CSc., nar. 1943, absolvent VŠD 1965, obor bloky a spoje, pracovník oblasti sdělovací a zabezpečovací techniky VÚŽ.

- dálkové (úsekové) ovládání (dnešní stav) :



Proti předchozímu případu se pouze zvětšuje oblast, kterou dopravní zaměstnanec ovládá, přičemž se zvětšuje i rozsah jeho informací o dopravní situaci.

- dálkové ovládání se systémem ETCS 2 (připravovaný stav):

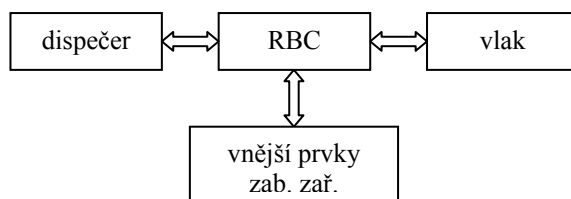


Základní informace pro vlak je stejně jako v předchozích případech vytvořena ve stavědle a je postoupena do radioblokové ústředny RBC. V RBC je tato informace doplněna všemi dalšími náležitostmi ETCS a odtud, prostřednictvím Eurorádia (GSM-R), je dopravena na vozidlo. Výsledkem je pak u vozidel vybavených mobilní částí ETCS úplný dohled nad skutečnou rychlostí vlaku, včetně stavebních omezení atd. Základní informací o poloze vlaku (i jednotlivých vozidel) pro systém zůstávají informace získané stavědlem z klasických prvků detekce vozidel. Informace o poloze vlaku získané na základě vozidlové odometrie a systému balíz jsou přidavné informace pro RBC a vozidlo, kde jsou využity jen pro dílčí funkce (související zejména s formováním a odesláním zpráv na vozidlo a kontrolou vozidla).

Zachování návěstidel a systému LS je důležité pro přechodovou fázi, kdy se na trati budou pohybovat i vozidla nevybavená ETCS. Při uvážení reálné délky přechodové fáze je z hlediska bezpečnosti potřeba zachování LS neoddiskutovatelná (jinak by došlo ke snížení stávající úrovně bezpečnosti) a z ní pak vyplývá další jednoznačná orientace na kolejové obvody na koridorech.

Po dovybavení všech vozidel pohybujících se v daném úseku tratě mobilní částí systému ETCS, může být systém LS a část návěstidel (zejména oddílová) odstraněn. Hlavní návěstidla (zejména vjezdová) je účelné zachovat i nadále, protože tvoří vhodný záložní systém pro řízení dopravy i v případě úplného výpadku systému ETCS. Kolejové obvody budou dále sloužit jako nezbytný prostředek základní detekce vozidel pro vlastní funkci stavědel. Jejich náhrada jiným druhem detekčního prostředku (např. počítačem náprav + přidavnými opatřeními pro detekci lomu koleje) by sice byla v této fázi již možná, ale o smyslu a účelnosti takové náhrady lze s úspěchem pochybovat.

- dálkové ovládání se systémem ETCS 2+ (3) (předpokládaný další vývoj systému):



Podstatná část dnešní logiky stavědel bude přesunuta do RBC (který tak ztratí dnešní charakter pouhého tlumočnicka informací pro vozidlo), kde bude možné šířeji využít informace o poloze vlaku získané na základě vozidlové odometrie a systému balíz. Předpokladem pro jejich plné využití je existence prakticky použitelného zařízení kontroly integrity vlaku a 100% vybavenost všech hnacích vozidel, pravidelně se pohybujících po dané trati. Přesto i v takovém případě bude užitečný klasický prostředek zjišťování volnosti - ve stanici např. pro přesnější řešení problému posunu a odstavených souprav, na trati (alespoň s přesností na jeden mezistaniční úsek) i ve stanicích jako záložní systém, nouzový systém pro bezpečné ukončení mimořádné jízdy nevybaveného vozidla, systém pro zajištění kontroly lomu koleje a systém, který umožní bezpečný restart ETCS po jeho případném kolapsu.

Shrneme-li předchozí úvahy, potřeba klasických prostředků pro detekci vozidel by se mohla v budoucnu snížit, ale z hlavních tratí ani výhledově zcela nezmizí, přičemž výhody kolejového obvodu na hlavních tratích stále nad ostatními prostředky převažují (viz dále). Pro stávající etapu budování systému ETCS u ČD by opuštění kolejových obvodů a LS znamenalo podstatné snížení poskytované bezpečnosti.

### 3. Vlastnosti prostředků pro zjišťování volnosti

Sériový kolejový obvod nebo detektor kola může být sám o sobě prostředkem pro zjištění, že vlak dorazil do určeného bodu, paralelní kolejový obvod nebo počítač náprav může být prostředkem pro zjištění, že určitý úsek tratě je volný. Pro dokonalejší systémy řízení a zabezpečení jízdy vlaku (např. ETCS) je však problém detekce vlaku širší. Obecně jde o informaci, která popisuje místo a pohyb vlaku; je zde třeba znát přesnou polohu, ale také směr pohybu, rychlost pohybu a pokud možno i zrychlení nebo zpomalení a to u všech vlaků ve sledované oblasti. Kolejové obvody nebo bodové prostředky (typu detektor kola, počítač náprav, vozidlová smyčka) jako detekční prostředky postačují pouze u nejjednodušších systémů řízení. U složitějších systémů lze některé doplňkové informace odvodit od posloupnosti činnosti více kolejových obvodů nebo několika bodových prostředků. Nejsložitější systémy nevystačí ale ani s tím a je třeba dalších přidavných zařízení jak na trati, tak i na vozidle.

Nabízí se tedy otázka, zda by tyto klasické detekční prostředky nebylo možné vůbec nahradit jinými zařízeními. Přitom se zdůrazňují zejména nevýhody kolejových obvodů :

- problémy s elektrickou kompatibilitou plynoucí ze současného vedení trakčního proudu kolejnicemi, ukolejňování, elektrických interferencí atd.,
- závislost na dobrém elektrickém kontaktu kolo-kolejnice,
- malá přesnost v detekci polohy,
- vysoké investiční i provozní náklady,

a nevýhody počítačů náprav :

- problémy s nastavením a životností kolových snímačů,
- problémy s aktivací systému po poruše,
- problémy kompatibility s novými druhy brzd,
- vysoké investiční i provozní náklady.

Jako alternativa se uvádí systémy právě zaváděné v souvislosti s moderními vlakovými zabezpečovači: traťové majáky + odometrie na vozidle, radiobloky, kabelové smyčky, popř. radionavigační systémy. Problém ale zatím spočívá v tom, že systémy, které

více méně úspěšně řeší nové požadavky, nezvládají základní problém detekce, totiž získání bezpečné informace o volnosti traťového úseku pokud připustíme možnost rozdělení vlaku (roztržení, ale i posun), či poruchy zařízení na vlaku. K získání informace o celistvosti vlaku je třeba přídavných zařízení na vlaku, která doposud stále jsou jen ve stadiu výzkumu. Pokud pak bude otázka volnosti úseku v systému zodpovádána pouze na základě znalostí, kde vlaky skutečně jsou a kterým směrem a jak rychle se pohybují, pak nemůže být dostatečně zodpovězena v okamžiku, kdy nebude známa poloha jednoho jediného vlaku. Taková situace je pro železnici těžko provozně přijatelná. Kromě toho je tu základní problém : aktivace systému po výpadku.

Zatímním výsledkem je, že (s výjimkou mimořádně jednoduchých provozních poměrů) se i nejnověji budované tratě v Evropě vybavují klasickými detekčními systémy a nové požadavky se plní přídavnými zařízeními. I když lze předpokládat, že existující problémy u nových systémů se během času podaří zvládnout či alespoň omezit, bude pro železniční provoz na hlavních tratích s vysokou pravděpodobností nadále třeba klasické prostředky využívat minimálně jako záložní systém pro udržení provozu v případě poruch na hlavním řídicím systému. Je tedy nezbytné se těmito prvky i nadále věnovat.

Starý spor mezi kolejovými obvody a počítači náprav je téměř zapomenut, protože se z hlediska nových požadavků příliš neliší. Je však třeba si uvědomovat, že paralelní kolejový obvod jako jediný z detekčních prostředků :

- nemá problémy při aktivaci systému (po poruše, výpadku napájení atd.) a je okamžitě bez dalšího schopen správné a bezpečné činnosti,
- je schopen kontrolovat elektrickou vodivost a tím tedy alespoň částečně mechanickou celistvost kolejnic,
- přitom je schopen tvořit liniový přenosový kanál pro předávání informací mezi tratí a vozidlem (přes problémy s kapacitou přenosu pro složité systémy řízení),

a že počítač náprav :

- nejvýhodněji překlene mnohakilometrový úsek,
- problém s jeho bezpečnou aktivací po výpadku je přijatelnější na málo zatížených tratích.

#### **4. Problémy elektrické kompatibility kolejových obvodů**

Kolejnice železničního svršku jsou sdíleny řadou elektrických systémů - trakčním napájecím systémem, systémy elektrického vytápění osobních vozů vlakových souprav, systémy centrálního napájení vozů elektrickou energií, systémy kolejových obvodů atd. Jejich vzájemné ovlivňování plyne především z galvanického propojení zmíněných systémů. Nesouměřitelnost přenášených výkonů znevýhodňuje kolejové obvody. Obecně lze podle důsledku dělit vlivy na nebezpečné (při nichž vznikají napětí a proudy nebezpečné pro údržbu, popř. připojená zařízení), rušivé (jejichž účinkem vznikají napětí a proudy, které zhoršují jakost přenášených signálů) a ohrožující (které svými druhotnými účinky mohou způsobit stav ohrožení osob a zařízení). V případě kolejových obvodů jsou nejzávažnější ohrožující vlivy, které se, na rozdíl od vlivů rušivých, nemusí projevit znemožněním funkce navazujících systémů (určitou funkci – např. přenos signálu - naopak mohou podporovat) ale přitom znemožní bezpečné vyhodnocení šuntovaného stavu. Tyto vlivy jsou v provozu těžko identifikovatelné a proto je nutné jim předcházet.

S kolejnicemi, jako se zpětným vodičem trakčního systému, se z důvodu ochrany před nebezpečným dotykovým napětím nebo pro omezení negativních vlivů bludných proudů,

spojují (tzv. ukolejňují) další zařízení či konstrukce. Veškerá tato připojení mohou být zdrojem dalších cizích elektrických galvanických vlivů. Pokud však tato připojení mají nízký odpor k zemi, mohou na kolejový obvod působit i pasivně - změnou impedančních poměrů v kolejovém obvodu či v celém systému kolejových obvodů. Právě tyto faktory ale rozhodujícím způsobem určují míru, s níž se cizí elektrické vlivy mohou v kolejovém obvodu uplatnit. Opět obecně lze tedy rozlišovat mechanismus vlivů aktivních a vlivů pasivních.

Kromě toho všechna vedení kolejového obvodu (vlastní kolejové vedení, vedení k napájecímu a přijímacímu konci kolejového obvodu, případné vedení mezi zdrojem referenčního napětí a fázově citlivým přijímačem) jsou vystavena indukčním vlivům elektromagnetických polí. Zde stojí za pozornost zejména veškerá s tratí více či méně souběžná elektroenergetická vedení, ale také ostatní elektromagnetická pole vyskytující se v blízkosti kolejového obvodu nebo jeho částí (např. trakční spotřebiče zejména hnacích vozidel).

Veškeré vlivy, charakteristiky rušivých zdrojů a hodnocení vlivů jsou podrobně diskutovány např. v [1].

## 5. Analýza limitů ovlivnění kolejových obvodů

Limit 100 mA dovoleného ovlivnění kolejových obvodů cizími vlivy je u ČD používán dlouhodobě. Nejdříve se uplatnil při řešení problému vlivu stejnosměrné trakční soustavy na kolejové obvody 50 Hz (cca 60tá léta, v době, kdy většina zahraničních správ neměla ani tušení, že by nějaký limit měly mít). Později byl aplikován při tyristorové regulaci hnacích vozidel na střídavé trakci a při pulzní regulaci stejnosměrných trakčních pohonů (cca 70 a 80 léta), kdy byly pro ČD, spoluprací výrobců lokomotiv a zabezpečovacích odborníků, vybrány pouze určité typy regulace, zajišťující dodržení tohoto limitu. Opatření byla v těchto případech zaměřena na nepřipuštění těch typů regulace, které využívají jako pracovní frekvence (včetně harmonických složek) frekvence shodné se signálním kmitočtem kolejových obvodů (75 a 275 Hz).

Obdobná situace se opakuje dnes při řešení asynchronních pohonů. Zde ale je fyzikálně obtížné omezit se pouze na úzké oblasti frekvenční regulace pohonu - jde o spojitou oblast cca 0 -200 Hz, včetně harmonických složek. Situace se dále komplikuje kaskádním řazením více měničů, kde vznikají různé intermodulace. Dosavadní zkušenosti z měření asynchronních pohonů (i větších výkonů než jsou doposud provozované u ČD) ve VÚŽ ukazují, že i zde existují řešení, která, sice s obtížemi, ale přece jen stávající limit ČD dokáží splnit.

Při srovnání s limity, používanými u jiných železnic, je nutné konstatovat, že limit použitý u ČD patří k nejnižším. Důvodem je zejména okolnost, že u ČD jsou kolejové obvody využívány až na hranici jejich možností (svod kolejového lože, kontrola lomu koleje, dosažitelná technická délka), tedy priority při řešení kolejových obvodů byly nastaveny v souladu s minulými potřebami ČD poněkud jinak, než v ostatní Evropě. Nezanedbatelná není ani okolnost, že potřeba plného využití vlastností kolejových obvodů vedla u ČD k podrobným analýzám a tedy i schopnosti exaktněji definovat meze cizího vlivu, než jak činí např. EN 50 238 [3].

Je třeba konstatovat, že díky dosavadnímu striktnímu dodržování stanoveného limitu, se ČD vyhnulo provozním problémům v oblasti kompatibility zabezpečovacích systémů a hnacích vozidel, které od zavedení bezodporové regulace provázely jiné železniční správy.

### 5.1 Možnosti zvýšení limitu

Jak bylo uvedeno v předchozím, výši limitu v klasických dvoupasových obvodech, téměř zásadně u ČD užívaných, ovlivňuje zejména :

- výše rezervy šuntové citlivosti a citlivosti k lomu koleje v daném typu kolejového obvodu,
- konfigurace kritického stavu kolejového obvodu, uvažovaná při stanovení vlivu
- a samozřejmě také úroveň užitečného signálu v kolejích.

Rezervu je možné u stávajících obvodů zvýšit změnou regulace na úkor stávajících parametrů kolejových obvodů, tj. zejména maximálně přípustného svodu v kolejovém obvodu, snížením nároku na šuntovou citlivost a vyhodnocení havarijního stavu, zkrácením technické délky kolejového obvodu. Snížení šuntové citlivosti nepřichází v úvahu, naopak je nutné do budoucna eliminovat obvody s nižší šuntovou citlivostí než 0,1 Ohm, změna technické délky znamená u stávajícího zařízení potřebu dodatečné kabelizace, potřebu umístit nové prvky v zabezpečovacích ústřednách a další montážní práce - tak rozsáhlé změny nepřicházejí na právě dobudovávaných koridorech v úvahu. Naproti tomu, změna v oblasti maximálně přípustného svodu je na koridorech v zásadě možná. ČD měly do devadesátých let normovanu hodnotu 1 S/km, přičemž v provozu, vzhledem k "zamourovaným" tratím byly i speciální obvody pro hodnotu až 10 S/km. Od roku 1998 je normována hodnota 0,67 S/km, protože však tomuto stavu nemohly okamžitě vyhovovat všechny kolejové úseky, je regulace kolejových obvodů doposud prováděna podle regulačních tabulek pro 1S/km. Výjimkou je obvod KO 3103, kde je od roku 1999 používána regulace pro 0,67 S/km. Na nově vybudovaném koridoru, s novým typem kolejového svršku, je možné odhadnout, že kolejové obvody mohou být regulovány pro svod cca 0,4 S/km (tedy na hodnotu obvyklou u zahraničních správ). Změnou regulace v tomto smyslu lze dosáhnout větší rezervy pro cizí vlivy. Výsledkem bude ovšem pouze povolení zvýšeného cizího ovlivnění pouze na konkrétní trati, což může vyvolat problémy při mimořádnostech, vyžadujících jízdu rušící soupravy po jiných tratích než koridorových.

Další možností jak zvýšit rezervu v kolejových obvodech je jejich rekonstrukce změnou konstrukčních prvků, případně i při změně regulace podle předchozího odstavce. V úvahu přichází použití výhodnějších stykových transformátorů nebo přijímače s vyšším koeficientem vypnutí (viz dále).

Jako kritickou konfiguraci dvoupasového obvodu při hodnocení cizích vlivů uvažujeme nesymetrii 100%. Předcházení této úplné nesymetrii jinými prostředky by umožnilo snížit působení cizího vlivu na kolejový obvod. Jediné nám známé technické řešení (administrativní nepovažujeme pro ČD za vhodné) je použito u FS. Toto řešení je však závislé na celkovém řešení ochrany na trakční soustavě (sací transformátory, zemní lana atd.) a je tedy bez podstatných komplikací nepřenositelné. Po zvážení všech okolností rychlé řešení problému tímto směrem nedoporučujeme, protože obsahuje příliš velké riziko neúspěchu při vynaložení velkého úsilí a tedy i velkých nákladů v málo probádané oblasti mezi energetikou a zabezpečovací technikou.

Úroveň užitečného signálu v kolejích je zdola limitována zejména normou předepsaným fritovacím napětím (minimální napětí mezi kolejovými pasy ve volném stavu) a potřebnou zakončovací impedancí kolejového obvodu (optimalizovanou z hlediska šuntovaného a havarijního stavu) a nezbytně požadovaným příkonem pro kolejovou fázi přijímače. V této oblasti není příliš mnoho prostoru pro volbu a tak rozhodující roli zde hrají (v klasických dvoupasových obvodech) vlastnosti stykového transformátoru. Zhora je pak

omezení dáno nároky na příkon kolejového obvodu. Prosté zvýšení užitečné úrovně signálu v koleji (samozřejmě při současném zatlumení přijímače) by mělo za následek úměrný vzrůst potřebného příkonu kolejového obvodu s druhou mocninou.

## 5.2 Výsledky analýzy

Při analýze problému cizího vlivu byl zkoumán vliv různých parametrů na rezervu v šuntové citlivosti jednotlivých typů kolejových obvodů. Výsledky ukazují, že optimálně navržené :

- klasické dvoupasové obvody s dvoufázovým reléovým přijímačem ( $k_v=0,5$ ) pro autoblokové tratě, splňující požadavky ČD (svod kolejového lože 1 S/km, technická délka 1,5 - 2,0 km, kontrola lomu koleje, šuntová citlivost 0,1 Ohm, signální kmitočet 75 Hz) nemohou mít prokazatelnou rezervu pro cizí vlivy větší než cca 100 mA. Totéž se týká kolejových obvodů pro stanice (svod kolejového lože 1 S/km, technická délka 1,0 km, kontrola lomu koleje, šuntová citlivost 0,1 Ohm, signální kmitočet 275 Hz),
- tytéž obvody při změně požadavku na maximální svod z 1 S/km na cca 0,5 S/km (změnou regulace, tedy novými regulačními tabulkami) mohou dosáhnout rezervy pro cizí vliv cca 200 mA,
- dalšího zvýšení odolnosti proti cizím vlivům je možné dosáhnout při použití přijímače s podstatně lepšími parametry, tedy elektronického přijímače.

V případě kolejových obvodů provozovaných u ČD je možné výše uvedené závěry vztáhnout na kolejové obvody KO 3400, KO 3500, KO 4300, KO 3600. U kolejových obvodů KO 3102 a 3103 je situace poněkud jiná. U těchto obvodů byla dána přednost tomu, aby používaly stejné stykové transformátory jako kolejové obvody 275 Hz (DT 075). Vývoji tohoto typu stykového transformátoru věnoval výrobce (AŽD) velkou pozornost, takže vznikl kompaktní transformátor bez oleje, uložený v plastové skříni. S parametry tohoto transformátoru je ovšem možné dosáhnout při frekvenci 75 Hz rezervy pro cizí vlivy cca 200 mA pouze při zachování jejich dnešní nízké (ale českým normám zatím vyhovující) šuntové citlivosti 0,06 Ohm. Obdobný závěr platí i pro starší obvody typu KO 3100 a 3200 (KAV/FID).

Dále analýza ukazuje, že při optimálním návrhu kolejového obvodu, s optimálním stykovým transformátorem a s elektronickým přijímačem (s koeficientem vypnutí  $\geq 0,7$ ) lze realizovat kolejové obvody s šuntovou citlivostí lepší než 0,1 Ohm, i při maximálním svodu 1 S/km a přípustném rušení na signální frekvenci 75 Hz v úrovni cca 500 mA, na signální frekvenci 275Hz v úrovni cca 300 mA.

V následujících tabulkách jsou shrnuty výsledky analýzy. Jsou zde uvedeny rozhodující parametry stávajících obvodů a obvodů navržených s novým elektronickým přijímačem.



## Kolejové obvody 75 Hz

Označení obvodu	75 Hz									
	3102	3103	3110	3111	3500	3510	3511	3600	3610	3611
Typ přijímače	DSS-P	DSS-P	EFCP	EFCP	DSS-P	EFCP	EFCP	DSS-P	EFCP	EFCP
Trakce	st./ss.	st./ss.	st./ss.	st./ss.	ss.	ss.	ss.	st.	st.	st.
Techn. délka [km]	1,5	1,6/1,5	1,6	1,6	1,5	1,5	1,6	1,5	1,5	1,6
Odpor přívodů nap./rel.	50/100	50/150	50/100	100/200	100/100	100/100	100/200	200/200	200/200	200/200
Šuntová citlivost	0,06	0,06	0,1	0,1	0,1/0,08	0,1	0,1	0,1/0,08	0,1	0,1
Max. svod k.o. [S/km]	1	0,67	0,67	0,67	1	1	0,67	1	1	0,67
Dvoufázový nap. systém s fáz. posunem	-	90°	90°	90°	135°	45°	45°	135°	45°	45°
Příkon kol. fáze při max. délce [VA]	200	112	116	253	61	60	87	46	30	25
Limit rušení [A]	0,1	0,1	0,5	0,5	0,1	0,6	0,6	0,1	0,4	0,4
Typ styk. trafo	DT-0,75	DT-0,75	DT-0,75	DT-0,75	DT-0,2	DT-0,2	DT-0,2	DT 1-150	DT 1-150	DT 1-150
Rok schválení	1981	1999	2004?	2004?	1978	2004?	2004?	1981	2004?	2004?

## Komentář:

- je patrné, že problém s nízkou šuntovou citlivostí a nízkou odolností proti rušivým signálům je nový přijímač EFCP schopen velmi dobře vyřešit,
- problém vysoké spotřeby a nízkých odporů vedení pro vzdálení výstroje nemůže nový přijímač podstatně ovlivnit, protože příčina tkví v nevhodném stykovém transformátoru DT 0,75 pro frekvenci 75 Hz,
- problém vysoké spotřeby a nízkých odporů vedení pro vzdálení výstroje dobře řeší použití stykových transformátorů DT 0,2 -1000 na stejnosměrné trakci (KO3500) a DT 1 - 150 na střídavé trakci (KO3600). Jejich použitím se příkon redukuje na cca polovinu, a současně se redukuje potřeba sdrůžování žil (u KO 3102/3103 až šestinásobně),
- pokud bude použit s těmito stykovými transformátory přijímač EFCP, zvýší se šuntová citlivost a zvýší se odolnost kolejových obvodů k rušivým proudům. Použitím KO3511 a KO3611 se dále redukuje potřeba sdrůžování žil vedení,
- obvody KO3110/3111 byly úspěšně provozně ověřeny v žst. Č. Třebová (Parník) a žst. Adamov.

## Kolejové obvody 275 Hz

Označení obvodu	275 Hz				
	4300	4310	4311	4320	4321
Typ přijímače	DSS-S	EFCP	EFCP	EFCP	EFCP
Trakce	st./ss.	st./ss.	st./ss.	st./ss.	st./ss.
Techn. délka [km]	1,2	1	1,2	1	1,2
Odpor přívodů nap./rel.	50/100	50/100	50/100	50/100	100/150
Šuntová citlivost	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Max. svod k.o. [S/km]	1	1	0,67	1	0,67
Dvoufázový nap. systém s fáz. posunem	90°	90°	90°	45°	45°
Příkon při max. délce [VA]	160	61	63	37	42
Limit rušení [A]	0,1	0,2	0,3	0,3	0,3
Typ styk. trafo	DT-0,75	DT-0,75	DT-0,75	DT-0,75	DT-0,75
Rok schválení	1982	2004?	2004?	2004?	2004?



## Komentář:

- nově navržené obvody KO4310/4311 s přijímačem EFCP kromě snížení příkonu (cca na třetinu) zjednodušují výstroj - odpadá transformátor u relé a duplicitní napájecí transformátory pro delší obvody,
- při změně převodu stykového transformátoru z 1:21 na 1:42 (přepnutím odbočky na stávajícím stykovém transformátoru) a optimalizací fázových poměrů lze dosáhnout dalšího snížení příkonu při zvětšení odporů přívodu, takže ani ve větších stanicích by nebylo třeba používat sdružování kabelových žil (KO4320/4321),
- obvody KO 4310/4311 byly úspěšně provozně ověřeny v žst. Č. Třebová (Parník) a žst. Adamov.

## 6. Stanovení technických specifikací nové generace KO respektující vyšší rezervu pro cizí vlivy

Na základě výše uvedených (částečných) analýz se jeví (předběžně) jako reálné požadovat od kolejových obvodů následující rozhodující parametry :

- $R_s \geq 0,1 \Omega$ ,
- $y < 0,67 \text{ S/km}$ , ale pro náhrady stávajících obvodů (bez rekonstrukce svršku) nebo doplnění obvodů na stávajícím svršku uvažovat i svod  $y = 1,0 \text{ S/km}$ ,
- technická délka :
  - pro traťové obvody  $\geq 1,6 \text{ km}$ ,
  - pro staniční obvody  $\geq 1,0 (1,2) \text{ km}$ ,
- cizí vlivy :
  - $\Sigma 0,3 \text{ A}$  ve vyhrazených pásmech (75, 275 Hz) :
    - jednotlivé hnací vozidlo nebo jednotka (souprava) - max. 0,2 A,
    - jednotlivý vůz max. 0,01 A,
    - ostatní zdroje přispívající do zpětného trakčního vedení max. 0,05 A,
- přenos kódu pro LVZ,
- dvoufázový napájecí systém s opatřeními proti cizím vlivům a bezpečný při poruchách (např. BZB, EZ, BZS).

Nepovažujeme za rozumné obětovat všechny rezervy v nově navržených kolejových obvodech na abnormální zvýšení limitu pro cizí vlivy. Měření provedená ve VÚŽ na řadě domácích i cizích vozidel hnacích vozidel ukazují, že s odpovídající technologií na hnacím vozidle je poměrně snadno dosažitelné omezení vlivu pod hodnotu 0,2 A. Současně je třeba pamatovat i na ostatní zdroje rušení a proto je třeba celkový limit rozdělit na limity dílčí.

Tyto základní parametry by měly být doplněny o další možnosti, které nabízejí řešení nekonvenčními kolejovými obvody (s přihlédnutím k specifickým potřebám ČD). K tomu je však třeba kompetentně provést řadu dalších analýz, studií a laboratorních a poloprovozních ověření.

## 7. Závěr

Představa, že kolejové obvody na hlavních tratích bude možné s výhodou u ČD v brzké budoucnosti nahrazovat počítači náprav, je zcela mylná. Kromě důvodů souvisejících s přechodovým obdobím výstavby ETCS (viz výše), tomu odporují ekonomické analýzy SUDOPu [4], které ukazují, že občas uváděné ekonomické (investiční) výhody na straně počítačů náprav jsou zejména pro hlavní tratě chybné, i zpráva IRSE [5], která uvádí

všeobecně nedobré zkušenosti s počítači náprav ve stanicích, kde je třeba uvažovat s rozsáhlejším posunem.

Na objednávku ČD-O12 a SUDOP byly ve VÚŽ v loňském roce provedeny z různých pohledů analýzy stávajících kolejových obvodů a byla navržena změna regulace stávajících kolejových obvodů 75 a 275 Hz na koridorech (pro KO 4300 a 3103 objednáno v AŽD) a způsob náhrady přežívajících kolejových obvodů 50 Hz na koridorech tak, aby bylo možné zvýšení limitu rušení pro tyto tratě z hodnoty 100 mA na hodnotu 200 mA. Toto řešení je k dispozici zhruba od poloviny loňského roku, je realizovatelné (s výjimkou míst, kde při modernizaci koridorů nebyly vyměněny kolejové obvody 50 Hz) se zanedbatelnými náklady a v krátké době. Nedostatkem tohoto řešení je skutečnost, kromě jiného, že řeší pohyb vozidel (s úrovní rušení do 200 mA) pouze na koridorech, bez možnosti globálního využití na objízdných trasách (v případě CDT 680 by byl možný pohyb jen po koridorech a jen v ss trakci).

Na základě objednávky fy STARMON byly v loňském roce navrženy nové kolejové obvody vhodně využívající vlastnosti nového elektronického fázově citlivého přijímače EFCP, zavedeného do výroby firmou SignalMont Hradec Králové. Tak byly navrženy přímé obvody KO 3110/3111 a KO 4310/4311, které s určitými minimálními úpravami mohou nahradit stávající obvody 3103 a 4300 (100% náhrada EFCP za DSŠ 12 nebyla realizována, protože obvody 3103 a 4300 nejsou navrženy optimálně a stejně by byla nutná úprava regulace). V porovnání se stávajícími obvody KO 3103 (o 3102/310 nemluvě) bylo dosaženo vyšší šuntové citlivosti a citlivosti k lomu koleje, vyšší odolnosti proti rušivým vlivům, možnost zvýšení odporů přívodů a tedy výrazně menší potřeby sdružování žil v napájecím a přijímačovém vedení. V porovnání se stávajícími obvody KO 4300 bylo kromě toho dosaženo podstatného snížení potřebného výkonu zdroje. KO 3110/3111 a KO 4310/4311 byly úspěšně provozně ověřeny a technicky schváleny v březnu 2005 a od té doby je, v případě zájmu ČD, možné jejich masivní nasazení. Z hlediska klasických kolejových obvodů přijímač EFCP dosahuje parametry, které jsou pro šuntovou citlivost, odolnost proti lomu koleje, odolnost proti rušení atd. velmi blízké parametrům optimálním. Další "zlepšování" parametrů přijímače nemůže již mít na tyto vlastnosti obvodů podstatný vliv [3].

Kromě toho byly ve VÚŽ, opět na objednávku STARMON, připraveny obvody KO 3510/3511 a KO 3610/3611, které kromě výše uvedených předností výrazně snižují i spotřebu kolejových obvodů 75 Hz. Dále byly připraveny rozvětvené obvody 275 Hz (RKO 4310/4311), které opět kromě předností výše uvedených umožňují proti stávajícímu stavu zvětšení technických délek a kontrolu celistvosti odbočné větve je možné variantně řešit zakončením pasivním prvkem, bez nutnosti zřizovat celou přijímačovou výstroj včetně kabelizace. Pasivní zakončení je možné ve dvou variantách, které umožňuje buď zřídít odvod zpětného trakčního proudu, nebo naopak, v místech, kde odvod trakčního proudu není třeba, ušetřit i stykový transformátor. Část přínosů těchto nových řešení se projeví v investiční výstavbě, část v úsporách při provozu.

Na celé záležitosti je zarážející pouze malý zájem ČD-O14. Tato řešení a další zcela nezbytné práce v oblasti kolejových obvodů nabízí VÚŽ pro ČD již řadu let, bohužel bez odezvy. Alespoň část těchto prací bylo možné provést až nyní, zejména díky finanční i morální podpoře fy STARMON. Nezdá se však, že by to ČD ocenily – jak jinak si vysvětlit překážky, které ČD O14 staví do cesty v okamžiku, kdy se firma pokusila informovat o dosažených výsledcích odbornou veřejnost ČD.

ČD (přesněji SŽDC) se musí jednoznačně rozhodnout, zda jsou obecně ochotny upravit infrastrukturu tak, aby umožnila vyšší hodnoty rušení hnacích vozidel než 100 mA, nebo zda budou trvat na stávajících limitech pro všechna vozidla. V prvním případě se úpravy

musí týkat postupně všech kolejových obvodů minimálně na elektrifikovaných tratích. V každém případě by se však ČD měly zajímat o všechna možná řešení. V této souvislosti je třeba připomenout, že je třeba očekávat i další tlaky na vlastnosti provozovaných kolejových obvodů, např. (ať již ze strany TSI nebo reálných vlastností nových kolejových vozidel) na to, aby naše kolejové obvody měly standardně šuntovou citlivost minimálně 0,1 Ohm. Dodnes i na nových koridorech provozované KO 3100/3200 (KAV-FID) a stále ještě budované kolejové obvody KO3102/3103 této hodnoty nedosahují.

Obecně řečeno, je nezbytné se kolejovými obvody dále a fundovaně zabývat, protože se po výstavbě nových koridorů změnila vnější podmínky jejich činnosti a vstupují v platnost nová opatření pro interoperabilitu, přičemž s novými technologiemi jsou možná i další netradiční řešení. Vůbec není třeba, aby ČD setrvaly ve stavu, který byl charakteristický pro 70tá a 80tá léta. VÚŽ má k tomu nejen potřebné znalosti a vybavení, ale i ochotu, dostatek nápadů a soudnosti. Víme například, že použití procesoru ve stávající struktuře kolejových obvodů nepřinese (na rozdíl od aplikace EFCP) pro ČD žádné další podstatné výhody, zato podstatné zvýšení investičních nákladů (návrh procesorového řešení byl ve VÚŽ připraven již před řadou let), ale víme, jak ještě modernější technologii využít tak, aby byla k užitku ČD. K tomu ovšem musí ČD do nového programu investovat, nebo alespoň přestat mu bránit.

### **Literatura**

- [1] Problémy elektrické kompatibility kolejových obvodů. Sborník ČD č. 14, VÚŽ, Praha 2002
- [2] Analýza limitů ovlivnění kolejových obvodů. Zpráva VÚŽ, Praha 2004
- [3] Detekce kolejových vozidel. ČD-VÚŽ, Praha 1997
- [4] Koncepce vybavení tratí III. a IV. koridoru a dalších tratí zařazených do evropského konvenčního železničního systému technickými prostředky pro zjišťování volnosti a obsazenosti kolejových úseků a systémem vlakového zabezpečovače. Studie SUDOP, Praha listopad 2004
- [5] International Technical Committee Report No. 7, "Quality of services in railway traffic management systems", IRSE, 2004

Praha, březen 2005

Lektoroval: Ing. Vladislav Kyjovský