

Napájecí systémy pro ČD a rekonstrukce MHD

Petr TILL

Ing. Petr TILL, ŽS Brno, a.s., závod EES, Světlá 5, Brno

Abstrakt

V tomto příspěvku je pojednáno o nových směrech ve vývoji měničenských technologií pro napájení trakce 3kV DC a 750V DC vyráběných v České republice firmou ŽS Brno, a.s., závodem EES. Zvláštní pozornost je věnována popisu optimalizace celého zařízení metodou LCC/RAM a jejímu přínosu pro koncové uživatele, jako je např. snížení provozních nákladů, zvýšení spolehlivosti, bezpečnosti atd.

1 Úvod

Přede dvěma lety se náš Závod energetické a ekologické stavitelství setkal s požadavkem uživatele na částečnou rekonstrukci 3kV DC rozváděče v rámci rekonstrukce měčírny Prosenice. Jednalo se zde nejprve pouze o rekonstrukci přívodních polí, v další fázi stavby pak vyvstala taktěž potřeba rekonstrukce vývodových polí, osazených stále ještě původními rychlo vypínači Alstom. Během této akce jsme nabídli uživateli mnohá inovativní řešení, např. nasazení nových kompaktních odpojovačů od firmy Alfa Union, rychlo vypínačů z řady N-RAPID domácí provenience MEPU Postřelmov nebo nové řešení propojení silových i ovládacích obvodů. V průběhu prací na této rekonstrukci jsme zjistili, že nabídka moderních technologií 3kV je velmi omezená, a rozhodli jsme se nabídnout uživateli moderní řešení pomocí kompaktního kovově krytého rozváděče vlastní výroby. Při vývoji tohoto rozváděče jsme využili nejen rozsáhlých zkušeností s realizací měčírny pro MHD (přes 15 realizací), širokých znalostí drážní problematiky (ČD jsou naším největším odběratelem), ale také výsledků detailně zpracované analýzy zařízení pomocí metodiky LCC/RAM, které přináší odběrateli nezanedbatelné úspory během celého funkčního života zařízení a mnohem vyšší transparentnost cen již ve fázi nabídkového řízení. Neopomenutelnou částí vývoje byla také úprava zařízení tzv. zákazníkovi na míru a zakomponování mnohaletých zkušeností našich odběratelů. Hlavním výhodám, které přináší využití tohoto nového, moderního prvku v řetězci napájecích technologií, se budeme věnovat dále.

2 Nové řešení napájecích technologií 3kV DC

2.1 Všeobecný popis skříňových rozváděčů typu SD

Jedná se o řadu kompaktně řešených kovově krytých rozváděčů určených pro použití ve vnitřních pevných zařízeních trakčních sítí se jmenovitým napětím 3kV. Sestávají ze tří základních typů s následující funkcí :

- přívodní pole – slouží k přivedení výkonu z usměrňovací jednotky
- vývodové pole – zajišťuje jištění, zapínání a vypínání jednotlivých napájecích úseků
- podélná spojka – umožňuje rozpojení dvou částí měčírny

Všechny tyto rozváděče jsou typově zkoušeny a vyrobeny ve shodě s ČSN EN 50 123 a normami souvisejícími. Všechny jednotlivé součásti zařízení namontované v rozváděči jsou navrženy, vyrobeny a jednotlivě zkoušeny dle odpovídajících částí ČSN EN 50 123 nebo, je-li to vhodné, dle jiných vhodných norem.

Rozváděče jsou navrženy tak, aby se normální provoz, prohlídka, údržba auzemnění připojených kabelů a přípojnic mohly provádět snadno a bezpečně. Všechny použité materiály jsou určeny pro práci v určených podmínkách, se zvláštním ohledem na odolnost proti vlhkosti a ohni, aby nebezpečí šíření požáru z jedné skříně nebo oddílu do dalších bylo minimální; stejně jako případná koroze způsobená atmosférickými a elektrolytickými vlivy.

Skříňové rozváděče typu SD se skládají z pevné a výsuvné části (vozíku), které spolu tvoří jeden kompaktní celek. Pevná část, tzv. skříň, je oceloplechové konstrukce s kvalitní povrchovou úpravou. Konstrukčně je vnitřní prostor skříně rozdělen do tří funkčních oddílů, a to :

1. oddíl přípojníc – v zadní části skříně, kde je umístěna hlavní a příp. i pomocná sběrnice a příp. také vývodní uzemňovače
2. oddíl rychlo vypínače nebo odpojovače – respektující v případě rychlo vypínače všechna doporučení výrobce ohledně vzdáleností od komory k izolační přepážce, příp. uzemněným částem
3. oddíl řídicích a ovládacích přístrojů – tzv. přístrojová nika, umístěná v prostoru nad vozíkem a za provozu volně přístupná z čelní strany skříně, obsahující veškeré nn prvky

Výsuvná část, tzv. vozík, umožňuje umístění rychlo vypínače nebo odpojovače a prvků pro měření přímo spojených s hlavním obvodem. Vysunutí vozíku je možno provést bez dalších pomocných prostředků; kolečka vozíku jezdí přímo po podlaze měřírny. Rozpojení kontaktů je usnadněno pomocí odnímatelné páky, jejíž koncová poloha je kontrolována koncovým spínačem. Po vysunutí vozíku dochází k automatickému uzavření otvorů sloužících k připojení hlavních kontaktů. Umístění technologie náročné na údržbu na výsuvném vozíku značně zjednodušuje provádění údržbových prací, nastavování a měření.

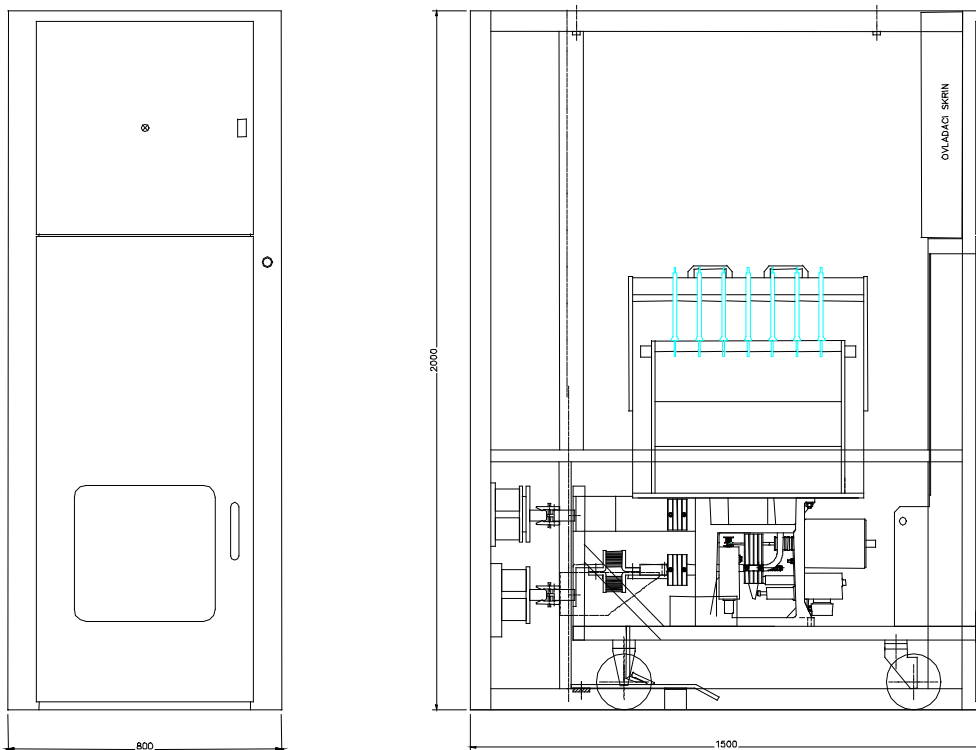
V **přístrojové nice** jsou umístěny pouze prvky nn, jako např. relé, stykače, jističe, svorky či příp. prvky distribuovaného řídicího systému. Všechny tyto přístroje jsou kdykoli přístupné bez narušení provozu měřírny.

Propojení ovládacích a signalizačních obvodů pevné a výsuvné části je zajištěno pomocí kvalitních modulárních konektorů Wieland sestavených dle dohody s uživatelem. Připojení silových částí je zajištěno pomocí kvalitních a osvědčených silových konektorů.

Pro usnadnění údržbových prací jsou ze zadní strany skříně umístěny uzamykatelné dveře (při kontrole spojů, příp. uzemňovače není nutno snímat izolační zákryt v přední části).

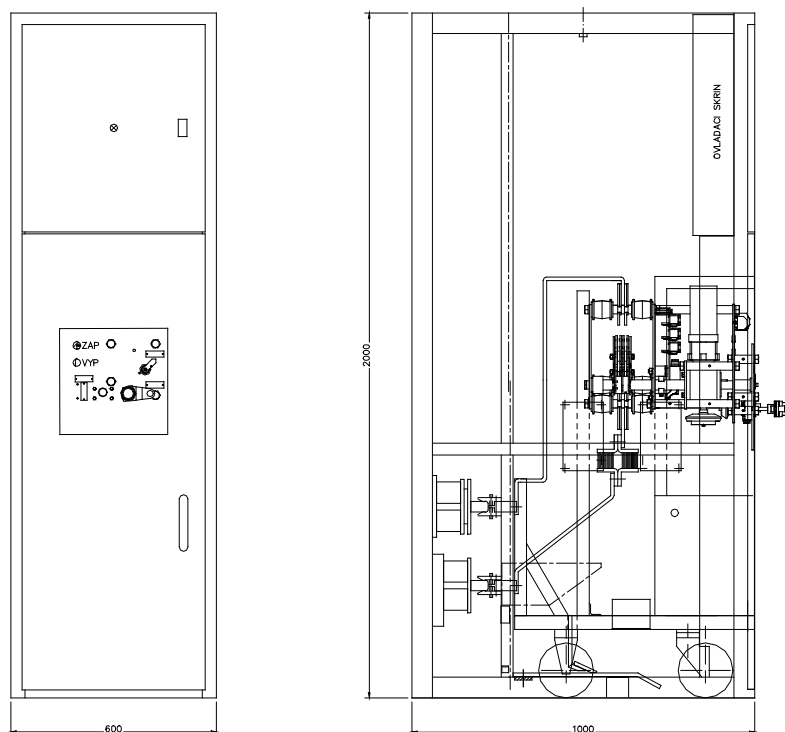
2.2 Napájecí pole

Na vozík je možno instalovat jak rychlo vypínač firmy Sécheron, typ UR36, tak i produkt domácího výrobce MEP Postřelmov, typ N3-RAPID. Na výsuvné části je umístěn také bočník, napěťový dělič a převodníky pro měření proudu a napětí. Ve dveřích niky je umístěn ukazatel stavu, příp. grafický zobrazovací a ovládací panel. Nastavení nadproudu pro vypnutí rychlo vypínače je možno realizovat buď nadproudovou spouští umístěnou ve dveřích niky, nebo přímo modulem distribuovaného řídicího systému umístěným v přístrojové nice.



2.3 Přívodní pole

Skříň přívodního pole je obdobné konstrukce jako skříň napáječe, avšak menších rozměrů. Odpojovač a prvky pro měření jsou umístěny na výsuvném vozíku, prvky nn pak analogicky v přístrojové nise na pevné části. Přívodní odpojovač je v normálním provozu ovládán motorickým pohonem, v nouzovém provozu pak ručně, z čela skříně.



2.4 Pole podélné spojky

Je řešeno podobně jako přívodní pole, ale v zadní, izolačně oddělené části jsou umístěny mimo přípojnic příp. i 2 ks uzemňovačů s elektromagnetickým blokováním vázaným na stav odpojovače a vysunutí všech výsuvných částí. Zapnutí rychlovypínačů je při sepnutém uzemňovači blokováno. Protože spojka bývá umístěna uprostřed řady napáječů, je její hloubka sjednocena s hloubkou napáječů.

3 Variabilitnost řešení, jmenovité parametry, realizované akce

3.1 Uživatelská koncepce

Při výrobě stejnosměrných napájecích rozváděčů typu SD je firmou ŽS Brno, závodem EES kladen důraz na vysokou míru využití standardizovaných prvků shodných nebo podobných pro více typů zde vyráběných napájecích technologií, což zvyšuje kvalitu výroby při současném snížení její finanční náročnosti a v neposlední řadě pak zvyšuje variabilitnost jednotlivých řešení.

V praxi to znamená, že má uživatel volnou ruku v definování svých potřeb a požadavků, a to nejen ve volbě rychlovypínače, jak již bylo uvedeno, ale např. také v řešení přívodních a vývodních kabelů (shora/spodem), v provedení s nebo bez pomocné sběrnice, s distribuovaným nebo centrálním řídicím systémem, s nebo bez vývodového uzemňovače a dále např. v provedení jednostranně nebo oboustranně přístupném. Každé toto řešení je realizováno s minimálními nároky na zastavěnou plochu a s ohledem na maximální snížení nároků na obsluhu a údržbu.



3.2 Základní jmenovité parametry

Nap. soustava	2-3000V DC/IT
Jm. proud	4 – 6 kA
Icc	40kA
Ovl. napětí	2-110V DC/IT
Krytí	IP 40 / shora IP 00
Rozměry (šxhxv)	SDN 800x1500x2000
	SDS 600x1000x2000
	SDU 600x100x2000



Nap. soustava

2-3000V DC/IT

3.3 Realizované akce

Jm. proud

4 – 6 kA

V průběhu roku 2001 realizovala naše firma ŽS Brno, a.s., závod EES dodávku dvou sestav stejnosměrných rozváděčů 3kV typu SD, a to pro měnárnu Hranice a Dětmárovice. Přestože jejich jmenovité parametry jsou shodné, lze na nich ilustrovat variabilitu navrženého systému a vstřícný přístup k požadavkům zákazníka.

	MR Hranice	MR Dětmárovice
Vývody/přívody	spodem	horem
Řídicí systém	distribuovaný	centrální
Použitý rychlovyvínač	UR36 – Sécheron	N3 – MEP Postřelmov
Nasazení výv. uzemňovačů	není	je
Pole podélného dělení	není	je
Kostra napáječů připojena na	pól	uzemnění měnárny



Obr. 2: ss rozváděč typ SD – MR Dětmorovice

V tomto roce probíhá realizace dodávky ss napájecí sestavy typu SD pro spínací stanici Bohumín, která je téměř shodná s technologií dodanou na NR Dětmorovice.

4. Hlavní přínosy optimalizace napájecích technologií metodou LCC/RAM

4.1 Snížení nároků na obsluhu a údržbu, zvýšení spolehlivosti a bezpečnosti

Při vývoji napájecích technologií typu SD jsme kladli maximální důraz na zvýšení spolehlivosti a bezpečnosti při současné minimalizaci nákladů nutných k zajištění obsluhy a nezbytné údržby. Ke splnění tohoto náročného cíle využívá náš závod již tradičně výsledky detailně zpracované analýzy nákladů na životní cyklus zařízení, tzv. analýzy LCC/RAM (Life Cycle Cost / Reliability, Availability, Maintainance), jejíž základní pravidla jsou zahrnuta v celé řadě mezinárodně platných norem.

Tato detailně zpracovaná analýza umožňuje uživateli zhodnotit vhodnost nabízeného řešení už ve fázi výběrového řízení nejen dle nabídkové ceny, ale také dle ostatních užitečných vlastností, jako jsou finanční nároky na náhradní díly, časové nároky a odborná náročnost provádění preventivní a korektivní údržby, střední doba do poruchy zařízení, ale také např. předpokládaná finanční náročnost ekologické likvidace zařízení po skončení jeho funkčního života.

Výrobci zařízení pak tato metoda umožňuje najít problematické body z hlediska vysokých nároků na údržbu, časových nebo finančních, a také z hlediska nedostatečné spolehlivosti či vysoké ekologické zátěže. Tyto problematické body je pak možno řešit ve spolupráci s dodavatelem jednotlivých komponentů už ve fázi prototypového řešení. Pro ilustraci níže uvádíme některé z praktických přínosů, které může odběratel ocenit na našich napájecích technologiích pro ČD a MHD. Optimalizace zařízení pomocí analýzy LCC/RAM již ve fázi prototypu patří ke standardním prostředkům užívaným ve firmě ŽS Brno, závodu EES.



4.2 Příklady praktických dopadů využití výsledků analýzy LCC/RAM

Snížení vozíku a jeho provedení bez vlastního zákrytu přináší výrazné usnadnění přístupu při provádění údržby na rychlovyjímači a dalších zde umístěných prvcích, celkové snížení hmotnosti a lepší manipulační vlastnosti.

- Úprava vlastního rychlovyjímače

- ve spolupráci s výrobcem RV N3-RAPID byla provedena jeho úprava, která spočívá v množství drobných změn, které výrazně snižují nároky na údržbu. Jde např. o nasazení konektorových připojení, vytvoření průhledu pro kontrolu stavu kontaktů, odstranění množství šroubových spojů, které je nutno uvolňovat při snímání krytů atd.

- Nasazení nově vyvinutých zařízení

- na našich napájecích technologiích je nasazeno množství nových prvků, které jsme vyvinuli v těsné spolupráci s výrobcí jednotlivých prvků. Z oblasti měření ČD je to např. nový typ univerzálního izolačního převodníku SP303, zemních kontaktů, uzemňovačů, odpojovačů atd.

- Možnost jednostranného provedení pole

- představuje velkou úsporu zastavěné plochy a nabízí velké výhody obzvláště na měnících v hustě zastavěných městských centrech či při kontejnerovém provedení měření.



- Úprava distribuovaného řídicího systému :

- optimalizací potřebných vstupů, výstupů a měření a následnou úpravou ŘS jsme dosáhli snížení počtu potřebných programovatelných automatů v poli ze dvou na jeden, a to bez omezení funkce či snížení komfortu obsluhy;

- analýza nákladů na údržbu poukázala na neúměrně vysoké časové nároky při případné výměně základní desky ŘS; z tohoto důvodu je na dodavateli požadováno osazování ŘS konektory namísto šroubových spojů (celkem cca 60 přípojných míst pro jeden ŘS).

- Nahrazení klasického ovládání digitálním modulem s grafickým displejem a kurzorovým ovládáním :

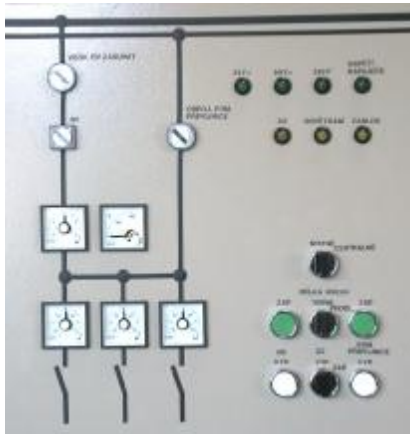
- ovládání všech prvků je realizováno kurzorem, zobrazování stavů je umožněno na několika různých obrazovkách;

- toto řešení zvyšuje adaptabilitu systému, umožňuje definovat obrazovky přesně dle požadavků odběratele;

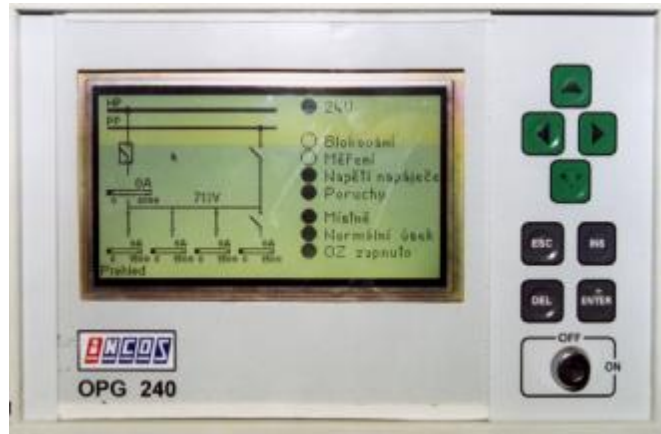
- dovoluje zobrazovat jak aktuální hodnoty měřených veličin, tak i stavy vypínačů, odpojovačů, vozíku atd.;

- nahrazuje větší počet klasických prvků, digitální modul je propojen komunikačním kabelem přímo s ŘS;

- v případě poruchy je možná výměna po povolení 4 ks šroubů a rozpojení 2 ks konektorů (max. 2 min.).



Obr. 5: Původní řešení prvků ovládání



Obr. 6: Inovované ovládání (displej, kurzorové ovládání)

- Snížení počtu prvků v poli na minimum (úpravou ŘS a systému ovládání) :
 - usnadňuje zapojovací práce při montáži;
 - zkracuje časy potřebné pro provádění údržby a případných oprav;
 - dovoluje zmenšit rozměry výsuvné části;
 - výrazně snižuje počet náhradních dílů nutných pro zabezpečení nepřerušného - napájení měničny-vyšší spolehlivost;
 - umožňuje umístit většinu přístrojů nesilové části do přístrojové niky nad - vozíkem, která je kdykoliv přístupná z čelní strany rozváděče-vyšší bezpečnost.
- Důsledné izolační oddělení jednotlivých funkčních částí :
 - zvyšuje bezpečnost obsluhy;
 - zvyšuje spolehlivost vlastního zařízení.

5 Další možnosti využití

Vzhledem k výše popsané vysoké míře standardizace a shodnosti mnoha prvků napájecích technologií pro napěťovou úroveň 3kV DC a 750V DC vyráběných firmou ŽS Brno, závodem EES se nabízí možnost vzájemné kombinace těchto prvků v rámci zvažovaných příměstských drah. Vzájemná provázanost systémů značně zjednodušuje řešení napájení a nejproblematictější bodem zůstává řešení vhodného trakčního vozidla.



FEED SYSTEMS FOR CORRIDORS OF CZECH RAILWAYS AND RECONSTRUCTION OF PUBLIC SERVICE TRANSPORT

In this paper, new trends in the technological development of converter stations made in the Czech republic by ŽS Brno a.s. ZEES for feeding 3 kV DC and 750 kV DC traction are dealt with. Special attention is paid to the description of the facility's optimisation by the LCC/RAM method and to its benefits for the users, such as cuts in operation costs, increased reliability, safety etc.