

Univerzita Pardubice

Dopravní fakulta Jana Pernera

Návrh rekonstrukce elektrické zdrojové soustavy motorového vozu řady M131.1

Michal Řihák

Bakalářská práce

2018

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Michal Řihák**  
Osobní číslo: **D15197**  
Studijní program: **B3709 Dopravní technologie a spoje**  
Studijní obor: **Elektrotechnické a elektronické systémy v dopravě**  
Název tématu: **Návrh rekonstrukce elektrické zdrojové soustavy motorového vozu řady M131.1**  
Zadávací katedra: **Katedra elektrotechniky, elektroniky a zabezpečovací techniky v dopravě**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

- 1/ Seznamte se se stávajícím stavem elektrické zdrojové soustavy motorového vozu řady M131.1
- 2/ Proveďte analýzu požadavků kladených na elektrickou zdrojovou soustavu
- 3/ Navrhněte varianty možné rekonstrukce zdrojové soustavy motorového vozu
- 4/ Proveďte technicko-ekonomické zhodnocení navržených variant, vyberte variantu vhodnou pro případnou realizaci

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

**1/ Dokumentace k motorovému vozu M131.1**

**2/ Augustin Uliarczyk: Elektrická schemata dielelektrických lokomotiv a motorových vozů**

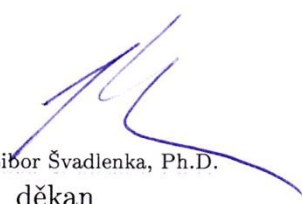
Vedoucí bakalářské práce:

**Ing. Petr Sýkora**


Katedra elektrotechniky, elektroniky a zabezpečovací  
techniky v dopravě

Datum zadání bakalářské práce: **21. února 2018**

Termín odevzdání bakalářské práce: **18. května 2018**

  
doc. Ing. Lišor Švadlenka, Ph.D.  
děkan

L.S.

  
Ing. Dušan Čermák, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 12. března 2018

## **Prohlášení autora**

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury. Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 9/2012, bude práce zveřejněna v Univerzitní knihovně a prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 15. 5. 2018

Michal Řihák

## **Poděkování**

Děkuji vedoucímu své bakalářské práce Ing. Petru Sýkorovi za poskytnutí množství odborné literatury, jakož i Ing. Martinu Šústalovi za předané četné cenné poznámky a zkušenosti z oblasti železničních kolejových vozidel.

## **Anotace**

Bakalářská práce se zabývá návrhem změn v elektrické výzbroji historického motorového vozu řady M131.1 ČSD. Nejdříve je popsán dosavadní stav elektrické výzbroje a stručně také její řešení na dalších železničních kolejových vozidlech provozovaných v České republice. Dále je provedena analýza především energetických požadavků, které by měla soustava splňovat.

## **Klíčová slova**

motorové vozy, historická železniční kolejová vozidla, dobíjení akumulátorů, generátory elektrické energie

## **Title**

Reconstruction Proposal of the Electric Source Power System for the Diesel Railcar Class M131.1

## **Annotation**

The bachelor thesis deals with the proposal of changes in the electrical equipment of the historical diesel railcar class M131.1 ČSD. First, there is described the up to now situation of the electrical equipment and shortly also its arrangement in other railway vehicles operated in the Czech Republic. Then the thesis contains the analysis of mainly energetic requirements, which will be met by the system.

## **Keywords**

diesel railcars, historical railway vehicles, charging the batteries, electric power generators

# OBSAH

Úvod.....	10
1 Dosavadní stav elektroinstalace.....	11
1.1 Stručný popis motorového vozu řady M131.1 ČSD.....	11
1.2 Původní elektrická výzbroj motorového vozu.....	12
1.2.1 Zdroj napětí pro dobíjení vozových akumulátorů.....	12
1.2.2 Regulátor dobíjení vozových akumulátorů.....	13
1.2.3 Vlastnosti a umístění vozových akumulátorů.....	16
1.2.4 Spouštění spalovacího motoru.....	17
1.2.5 Ostatní spotřebiče v elektrické výzbroji vozu.....	17
1.3 Současný stav elektrické výzbroje vozu M131.1454.....	17
1.3.1 Zdroj napětí pro dobíjení vozových akumulátorů.....	17
1.3.2 Elektronický regulátor dobíjení.....	18
1.3.3 Použité vozové akumulátory.....	20
1.3.4 Spouštění spalovacího motoru.....	21
1.3.5 Jednotka nezávislého naftového topení.....	23
1.3.6 Ostatní provozované spotřebiče.....	24
1.3.7 Možné problémy současné elektrické výzbroje.....	25
1.4 Řešení elektrické zdrojové soustavy na dalších vozidlech.....	28
1.4.1 Motorový vůz řady 810 ČD.....	28
1.4.2 Motorová jednotka řady 814 ČD.....	29
1.4.3 Motorový vůz řady 842 ČD.....	29
1.4.4 Motorová jednotka řady 844 ČD.....	30
1.4.5 Dieselelektrické lokomotivy ČKD.....	31
1.4.6 Vozidla elektrické trakce.....	32
2 Analýza kladených požadavků.....	33
2.1 Energetické požadavky současné elektrické výzbroje.....	33

2.1.1	Ustálený provozní stav motorového vozu .....	33
2.1.2	Nároky na energii při spouštění spalovacího motoru .....	35
2.1.3	Proudové špičky při spouštění spalovacího motoru .....	36
2.2	Energetické požadavky s ohledem na možná rozšíření.....	37
2.2.1	Doplnění dobíjení akumulátoru přípojného vozu .....	37
2.2.2	Doplnění zdroje pro napájení spotřebičů 230 V .....	39
2.2.3	Dosazení vozidlové radiostanice .....	41
2.3	Legislativní, finanční a další kritéria.....	42
3	Navrhované varianty rekonstrukce .....	44
3.1	Výměna dobíjecího dynama.....	44
3.1.1	Dostupnost derivačního dynama potřebných parametrů .....	44
3.1.2	Využití řešení z jiného vozidla .....	44
3.2	Výměna regulátoru dobíjení.....	45
3.3	Dosazení statického dobíječe .....	45
3.3.1	Měnič dobíječe využívaný u jiných motorových vozů.....	45
3.3.2	Využití automobilové nabíječky .....	46
3.4	Porovnání možných typů vozových akumulátorových baterií.....	46
3.4.1	Olověné akumulátory.....	46
3.4.2	Nikl-kadmiové akumulátory .....	47
4	Zhodnocení a výběr vhodné varianty.....	48
4.1	Ekonomická úvaha v souvislosti s možnou rekonstrukcí .....	48
4.2	Vliv případné rekonstrukce na provoz a údržbu motorového vozu .....	48
4.3	Snaha o udržení původního stavu historického vozidla.....	49
5	Závěr .....	50
6	Použitá literatura .....	51
7	Seznam obrázků.....	55
8	Seznam tabulek.....	56

9	Přílohy.....	57
---	--------------	----

## ÚVOD

V současné době se v osobní železniční dopravě klade důraz nejen na zvyšování cestovní rychlosti a vytváření taktového jízdního řádu. Při existenci konkurence získávají velký význam bonusové služby, které cestujícího přesvědčí o výhodách cesty po kolejích a nabídnou mu servis téměř jako doma na gauči. Zároveň se zainteresované společnosti z hlediska řádných hospodářů více či méně snaží o zvyšování efektivity svých činností. A tak u moderních lokomotiv vyrobených po roce 2000 není nic zvláštního, že ji vidáme v čele netrakovní jednotky pro expresní mezistátní dopravu, zatímco o několik málo dní později už bude její prací dopravit ucelenou soupravu samovysypných vozů ložených uhlím. Zkrátka se tu a tam projeví, že tak obdivuhodný stroj, jakými např. moderní univerzální elektrické lokomotivy jistě jsou, je příliš drahý a vzácný, než aby mohl jen tak stát.

Ve stínu zmíněných neuvěřitelných výkonů by se mohly šedesát, sto i více let staré stroje zdát jako zbytečné, nepotřebné, možná i vhodné k zahození. Budeme-li ale ctít historický vývoj, bez něhož bychom se dnešního komfortu jen těžko dočkali, nesmí nám být osud výtvorů našich předků lhostejný. A právě spojením jakési úcty k umu dnes nepředstavitelnému a nadšení k železnici a technice vůbec vznikají v člověku myšlenky na záchranu historických vozidel a péči o ně. Dále je třeba vzít v potaz, že úměrně s velikostí exponátu, o který má být postaráno, roste i potřeba vynaloženého času, a tedy i počtu zapojených osob. Na tomto základě funguje v několika koutech naší země řada zájmových skupin a spolků, jejichž činnost je věnována právě opravám a provozování železničních vozidel, která se řadí mezi nostalgická či historická.

Při činnostech spojených s onou péčí a opravami se občas objeví potřeba náhrady již zastaralého dílu či zařízení novější alternativou. Ať už jde o nutnost z hlediska legislativních požadavků, o snahu učinit vozidlo uživatelsky či zákaznický přívětivějším, nebo dokonce o odstranění nevhodné rekonstrukce, při řešení takovýchto výzev se může naskytnout nejedna potíž. Překážkou může být chybějící dokumentace nebo nedostatečná orientace v dané oblasti. A právě na popud takovýchto okolností, které zažívají i členové zapsaného spolku Kroměřížská dráha, jimž je nyní svěřen do opatrování motorový vůz M131.1454, začalo vznikat téma této práce. Jako celek by pak měla přinést shrnutí dosavadního stavu elektrické výzbroje vozu řady M131.1, přehled požadavků, které jsou po více než šedesáti letech od jeho výroby na tuto elektrickou soustavu kladeny, několik variant možné rekonstrukce a konečně závěrečné zhodnocení a zdůvodnění rozhodnutí pro případ konkrétního zmíněného vozu.

# 1 DOSAVADNÍ STAV ELEKTROINSTALACE

## 1.1 Stručný popis motorového vozu řady M131.1 ČSD

Motorový vůz řady M131.1 Československých státních drah je zástupcem první poválečné generace motorových vozů v Československu. Jeho výrobu zajišťovala v letech 1948 až 1956 dvojice severomoravských strojírenských závodů – kopřivnická Tatra, n. p., (jako autor pohonného agregátu) a Vagónka Tatra, n. p., ve Studénce-Butovicích (zajišťující výrobu vozové části a sestavení celku). Jejich dílem se na lokální tratě po celém Československu vydalo 549 těchto strojů. Staly se neodmyslitelnou součástí zdejší železniční osobní dopravy na přibližně 40 let, zatímco větší motorové vozy řady M262.0 z téhož období setrvaly v pravidelném provozu až do počátku 21. století. [1]

Osmiboká skříň vozu je uložena na dvou nápravách, z nichž jedna je hnaná. Půdorysně je vnitřní prostor rozdělen na stanoviště strojvedoucího (sloužící zároveň jako nástupní prostor) s buňkou WC, velkoprostorový oddíl pro cestující a stanoviště strojvedoucího (opět společně také pro nástup cestujících) s rozvaděčovou a služební skříň a palivovou nádrží. Salon poskytuje cestujícím 48 míst k sedění na dřevěných lavicích.

Zdrojem energie pro trakční účely i pomocné pohony je v motorovém voze vznětový motor typu Tatra T301. Jde o vzduchem chlazený atmosférický stojatý dvanáctiválec s válci do V. Tento je upravenou verzí rovněž dvanáctiválcového motoru nákladního automobilu Tatra 111. Další odvozené motory se 4, 5, 6, 8 nebo 18 válci poháněly řadu strojů válečné i modernější koncepce, mezi něž patřila i Praga V3S. Snad jen díky tomuto střednímu terénnímu automobilu, který si vydobyl povšimnutí hodnou pozici např. v armádní službě, je dodnes možné pro tuto generaci motorů Tatra pořídit náhradní díly. [2]

Přenos výkonu na jedinou hnanou nápravu zajišťuje lamelová třecí spojka, čtyřstupňová mechanická převodovka vzoru Mylius, kardanový hřídel a reverzační nápravová převodovka. Spojka i obě převodovky jsou ovládány pneumaticky. Vůz je vystrojen průběžnou samočinnou tlakovou brzdou s rozvaděčem Knorr a dvěma ručními zajišťovacími brzdami. Každé dvojkolí je brzděno oboustranně celkem čtyřmi litinovými špalíky.

Pro provoz s těmito motorovými vozy byly vagónkou ve Studénce vyráběny dvounápravové přívěsné vozy lehké stavby řad Clm a CDlm (později Blm, BDlm, BDFlm atd.). Vzhledově odpovídaly motorovým vozům a při sprážením do soupravy bylo umožněno

mezi vozy přecházet čelními dveřmi po sklápěcích můstcích se skládacím zábradlím. Elektrické propojení vozidel nebylo uvažováno. Zdrojem energie pro osvětlení přípojného vozu bylo dynamo s řemenovým pohonem od nápravy.



Obrázek 1 - Motorový vůz M131.1454 s přípojným vozem řady Clm. Autor fotografie: Filip Žlotíř

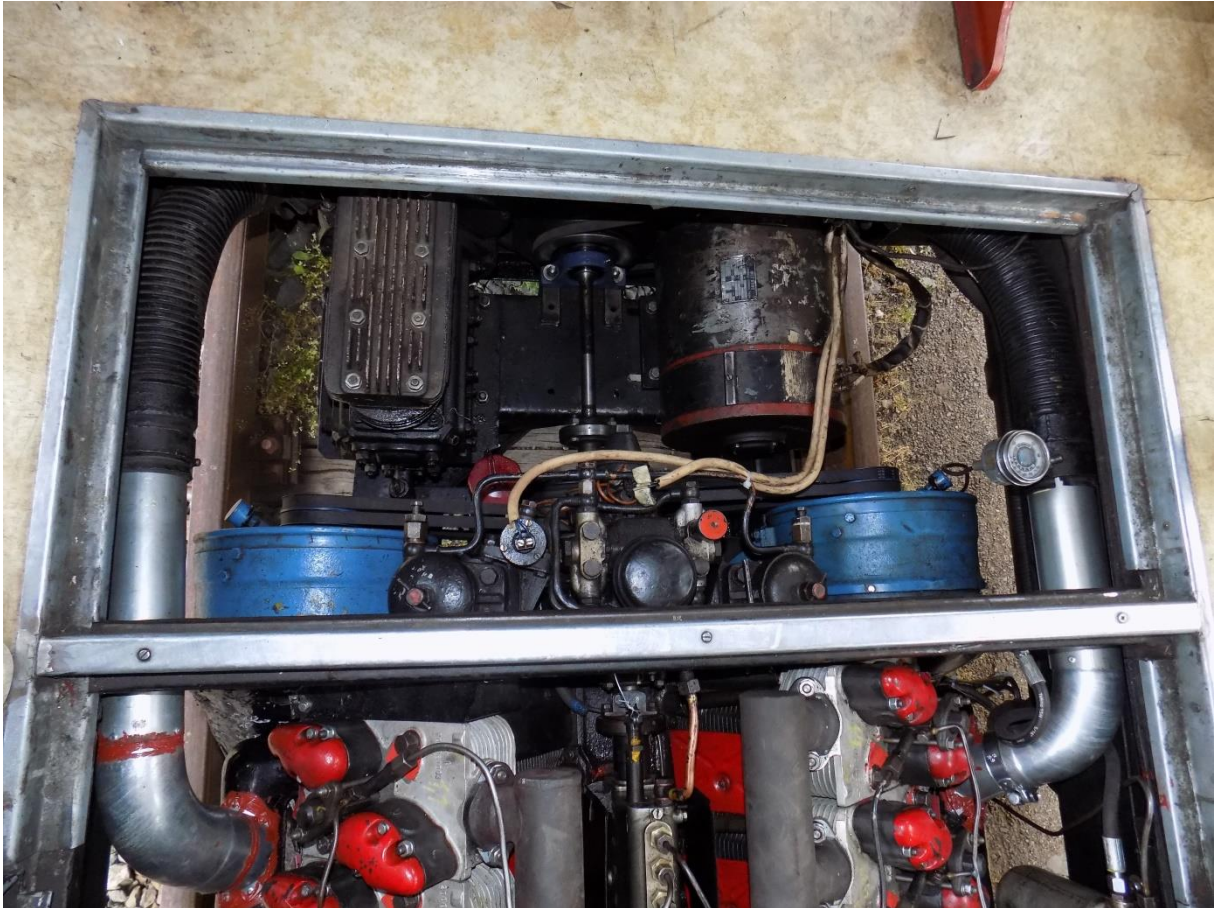
## 1.2 Původní elektrická výzbroj motorového vozu

### 1.2.1 Zdroj napětí pro dobíjení vozových akumulátorů

Strojní agregát, který je složen z převodovky, spojky, samotného spalovacího motoru a pomocných pohonů, je umístěn na pomocném rámu pod vozem. Kromě zajištění trakce vozu tedy klikový hřídel spalovacího motoru žene hřídel pomocných pohonů, na němž jsou umístěny řemenice pro klínové řemeny vedoucí k chladicím ventilátorům, ke kompresoru a dynamu. Před rokem 1950 šlo v Československu standardně o uzavřené derivační dynamo s napětím 24 až 30 V a výkonem 650, 1 000 nebo 1 500 W. [3]

Dynamo je připevněno na konec pomocného rámu. Před ním se nachází jímka vzduchu pro sání motoru, za ním jeden ze dvou chladicích ventilátorů a v jeho úrovni na

opačném boku kompresor. Bez demontáže dalších součástí se tento prostor jeví jako stísněný, což je obecně daň za umístění veškerého strojního vybavení pod vůz samotný. Přístup pro údržbu (mazání valivých součástí), případnou montáž a demontáž hřídele pomocných pohonů nebo např. dynamu je umožněn poklopem v podlaze nebo zpod vozu v montážním kanále.



Obrázek 2 - Přístup k pomocným pohonům v podlaze vozu M131.1. Autor fotografie: Jan Židlík

### 1.2.2 Regulátor dobíjení vozových akumulátorů

Byť se otáčky dynamu (stejně jako otáčky spalovacího motoru) během jízdy vozu mění, je nutné zajistit dodávání stále stejného napětí. V knize [4] se uvádí: „Výroba proudu nesmí být závislá na směru jízdy, napětí má být při různých rychlostech stejné a obsluha jednoduchá, aby ji mohli vykonávat i neodborníci. Soustava má být lehká a má zabírat málo místa při dostatečné zásobě baterií.“ Od konce 19. století bylo užíváno mnoho způsobů regulace dobíjení, např. s pomocí klouzání řemenu. S automatickými regulátory buzení se k československé filozofii snad přiblížily společnosti Siemens nebo BBC. U nás se však ve 30. letech 20. století stala standardem soustava ERA, tedy patent inženýra Antonína Junka. Ta je založena na regulaci napětí i proudu dynamu vibračním rychloregulátorem. Dále v sobě

kombinuje i vypínač osvětlení a automatický spínač dobíjení. Je tedy ošetřena nejenom úroveň napětí, ale i stav vypnuto / zapnuto, a tedy zabránění vybíjení baterie mařením energie ve vinutí dynama za klidu stroje. [3]

Schéma regulátoru ERA je uvedeno v závěru práce, vizte část označenou jako Příloha A na str. 58. Samotné zařízení se skládá z automatického spínače A (na jádře navinuta vinutí A-I a A-II, spíná kontakt AK3 a rozpíná kontakt AK4), regulátoru R (na jádře navinuta vinutí R-I, R-II a R-III, spíná kontakt RK2 a rozpíná kontakt RK1) a trojice relé P1 až P3 (s vinutími P1S1 až P3S3, P1D1 až P3D3 a kontakty P1k1 až P3k3). Jako V je označen vypínač obvodu žárovkového osvětlení Ž salonu vozu. Ve schématu je silnou čarou naznačena cesta proudu dobíjejícího baterii. Zbylé prvky, mezi které patří budicí vinutí dynama nebo relé P1 až P3, jsou z tohoto hlediska ke zdroji připojeny paralelně. Je na nich tedy napětí dynama (příp. baterie), ale neprotéká jimi dobíjecí proud. [3]

V základním stavu, kdy se dynamo neotáčí, na baterii je napětí 24 V a vypínač osvětlení je vypnut, jsou kontakty AK3 a RK1 silou pružin spojeny, zatímco zbylé AK4, RK2 a P1k1 až P3k3 jsou rozpojeny. Proud z baterie by mohl téci pouze do obvodu osvětlení, to ale závisí na poloze vypínače V (svítit za stání spalovacího motoru, příp. taženého vozu lze). Dosáhne-li napětí na dynamu hodnoty 25 V, účinek cívky A-II sepne kontakt AK4 a obvodem protéká proud, který z dynama dobíjí baterii. Na spínači se dále přičte účinek cívky A-I, kterým je silněji přitlačován kontakt AK4. Klesne-li rychlost a tím i napětí dynama pod 24 V, proud začne protékat opačným směrem (zdrojem je baterie) a vlivem cívky A-I je kontaktem AK4 baterie odpojena. [3]

Regulátor R a relé P1 až P3 ovládají napětí dynama připínáním vhodných rezistorů do obvodu jeho buzení. Při nejnižších rychlostech je obvod buzení uzavřen přes sepnutý kontakt RK1, vinutí P3S3 až P1S1 k samému budicímu vinutí stroje. Při zvyšující se rychlosti jsou účinkem cívek P3S3 až P1S1 spojeny kontakty P3k3 až P1k1, které zajišťují zkratování odporů  $r_4$  až  $r_2$ . Tak je dosaženo potřebného buzení pro napětí 30 V na rotoru dynama. V tomto případě, který odpovídá asi  $550 \text{ ot} \cdot \text{min}^{-1}$ , tah cívky R-II rozpojí kontakt RK1, a tak je budicí proud nucen protékat skrze  $r_1$ , sepnutý P1k1 a už zmíněné cívky P3S3 až P1S1. Vlivem zařazeného odporu  $r_1$  poklesne buzení i generované napětí, a oslabí tedy cívka R-II, načež je sepnut RK1. Tento proces je cyklicky opakován, vibrací RK1 je tedy zapojován a vyřazován odpor  $r_1$ , jakož i regulována střední hodnota budicího proudu a konečně i napětí na rotoru dynama. [3]

Při vyšších rychlostech klesá regulovaný budicí proud tak, že postupně oslabí účinky cívek P1S1 až P3S3 a ve třech stupních jsou rozepnutím kontaktů P1k1 až P3k3 do buzení vřazeny odpory  $r_2$ ,  $r_3$  a  $r_4$  (zajištění hrubé regulace). Při tom stále probíhá již popsaná vibrace na regulátoru R (zajištění jemné regulace), čímž je udržováno napětí 30 V na rotoru dynamu. V případě neúčinkování některé z cívek P1S1 až P3S3 stoupne napětí na cívce R-II a jejím účinkem je zapojen kontakt RK2. Jsou tak krátkodobě zapojeny cívky P1D1 až P3D3, které dále zeslabí účinek P1S1 až P3S3 a zajistí rozpojení potřebného kontaktu. [3]

Při rychlostech nad  $820 \text{ ot} \cdot \text{min}^{-1}$  jsou odpory  $r_1$  až  $r_4$  trvale vřazeny a regulace budicího proudu probíhá jen vibrací na RK1. Při dalším zrychlování (rozsah 1 200  $\text{ot} \cdot \text{min}^{-1}$  a výše) zůstane kontakt RK1 trvale rozpojen a k vibrační regulaci dochází na RK2. Ten připojuje do obvodu paralelně odpor cívek P1D1 až P3D3. Závity R-I zapůsobí pro oslabení buzení, protéká-li jimi vysoký proud (jakási nadproudová ochrana stroje). Závity R-III působí pro oslabení buzení při zapnutém osvětlení vozu (jakási ochrana proti přetížení dynamu současným nabíjením a svícením), kdy dojde k poklesu nabíjecího napětí na asi 27 V. [3]

Kontakt AK3 přemostňuje odpor L při vypnutém dobíjení. Pak jsou žárovky napájeny přímo z baterie a na svorkách  $\check{Z}^+$  /  $\check{Z}^-$  je stejné napětí jako na baterii. Pokud je dobíjení v provozu (kontakt AK4 sepnut), dojde k rozpojení AK3 a proud pro žárovky teče přes odpor L, kterým je sníženo napětí mezi  $\check{Z}^+$  a  $\check{Z}^-$  na 24 V. [3]

Ve výše popsaném základním provedení obsahuje skříň regulátoru ERA především tři jádra (jednak spínač, jednak regulátor, jednak relé) pro jednotlivá vinutí. Tak byly instalovány právě např. do motorových vozů řady M131.1, přičemž výrobcem byl národní podnik Křižík Praha-Smíchov.

Ve 40. letech 20. století byly do dvounápravových vozů ČSD tehdejší 2. a 3. třídy montovány regulátory rozšířené o další trojici jader pro cívky. V takovém případě jsou pod pojistkovou skříní umístěny rychloregulátor napětí a automatický spínač, v další řadě rychloregulátor proudu a stykač a v dolejší řadě relé pro vyřazování odporů v obvodu buzení a v obvodu osvětlení. Úplně dole je přístupný vypínač osvětlení interiéru vozu. [3] Dobrým příkladem takového zařízení může být velkoprostorový vůz 3. (a později 2.) vozové třídy z devítikusové série, který byl dodaný na přelomu let 1944 a 1945 strojírenskou společností Královopolská Otrokovicko-zlínsko-vizovické dráze. Po převodu k ČSD obdržel označení Ci4-4694 a dnešních dnů se dožil coby historické vozidlo pod správou Českých drah s domovskou stanicí ve Valašském Meziříčí. [5]



Obrázek 3 - Regulátor ERA ve voze č. Ci4-4694 ČSD.  
Fotografie: autor práce

### 1.2.3 Vlastnosti a umístění vozových akumulátorů

Motorový vůz M131.1 se, co se umístění vozových baterií týká, nevymykal zvyklostem své doby. Vzhledem k tomu, že téměř veškerý prostor nad podlahou skříně vozu je věnován cestujícím (nebo aspoň takovým zařízením, která lze ukrýt do dřevěných skříněk), baterie našly své místo v ocelové schráně zavěšené pod vozem. Jednalo se o olověné akumulátory o 12 člancích s celkovým napětím 24 V. Na tažených vozidlech, kde šlo jen o pokrytí spotřeby svítidel, měly tyto kapacitu 111 Ah. [3]

Baterie měly zajistit především spuštění spalovacího motoru. Napájení žárovkového osvětlení při zastaveném motoru (a tedy bez dobíjení) bylo samozřejmě prováděno z téhož zdroje. Tyto okolnosti kladly požadavky na jisté šetření s elektrickou energií a dodnes se v provozu nostalgických vlaků projevují. Obsluha tak musí dbát na přiměřenou dobu zapnutí osvětlení (např. při úklidu a čištění soupravy) po odstavení vozidla. Vzhledem k vlastnostem vibračního rychloregulátoru, jak jsou popsány v předcházejících odstavcích, nebyly obvody vybavovány odpojovačem baterie.

### **1.2.4 Spouštění spalovacího motoru**

Konstrukčně je spalovací motor Tatra T301 osazen dvěma startéry, které mohou roztáčet tentýž setrvačnický umístěný na straně spojky (pro převod na nápravu). Napájení zajišťuje samozřejmě akumulátorová baterie 24 V, přičemž právě spuštění motoru lze považovat na nejdůležitější krok v provozu celé elektrické výzbroje. Udávaný výkon startérů pro motory odvozené od automobilu Tatra 111 je 6 koní. [6]

V návodu pro obsluhu a řízení motorového vozu M131.1 je, co se startu motoru týká, kladen důraz na údržbu a sledování mechanických částí (zajištění přívodu paliva, kontrola tlakového mazání). Zvlášť je popsána nutnost manipulace s přesuvníkem vstříku při nízkých teplotách nebo po dlouhodobém odstavení. Elektrická část procesu je popsána jedinou větou: „Motor se spustí elektrickým spouštěčem.“ [7]

### **1.2.5 Ostatní spotřebiče v elektrické výzbroji vozu**

Mimo již popsaných nezbytných součástí obsahuje elektrická výzbroj další spotřebiče či doplňky, které zajišťují komfort cestujícím nebo usnadňují práci obsluze v motorovém voze. Za připomenutí však stojí, že v původním provedení nebyly vozy řady M131.1 vybaveny nezávislým topením, přičemž vytápění vnitřních prostor zajišťovalo pouze odpadní teplo spalovacího motoru. Pro tento účel je motor vybaven dvěma výfukovými potrubími (každé zvlášť pro jednu řadu válců). Ta se v tlumičích dále dělí, aby částečně interiérem a konečně na střechu vozu vedly celkem čtyři výfuky. [8]

Při bezvadném provozu motorového vozu zajišťují baterie napájení zařízení na stanovišti strojvedoucího – elektrického ohřevu čelního skla nebo kontrolních žárovek. Ty signalizují zpravidla pozitivní stav (např. zařazení směru nápravové převodovky či chod mazání motoru), a tedy svítí při spuštění motoru a dobíjení baterii. Vně skříně jsou umístěny návěsní svítilny (původně jen bílé [9]), zatímco v salonu vozu je instalováno žárovkové osvětlení pro cestující. Celá soustava je konstruována jako izolovaná, žádný pól baterie tedy není účinně spojen s kóstrou vozidla.

## **1.3 Současný stav elektrické výzbroje vozu M131.1454**

### **1.3.1 Zdroj napětí pro dobíjení vozových akumulátorů**

Část strojního vybavení motorového vozu M131.1454, která zajišťuje výrobu elektrické energie, nedoznala zásadních změn. Stále tedy platí, že klikový hřídel spalovacího motoru žene hřídel pomocných pohonů, na němž jsou umístěny řemenice, mimo jiných pro klínový řemen vedoucí k dynamu.

Přeměnu mechanické energie na elektrickou zajišťuje uzavřený stejnosměrný generátor s derivačním buzením typu EO 210, který v roce 1976 vyrobil nedvědický závod podniku MEZ Brno. Jde o stroj s výkonem 1 kW, udávaným svorkovým napětím 30 V a jmenovitým proudem 33,5 A. Stanovený provozní rozsah otáček je 400 až 2 000 ot.·min<sup>-1</sup>, tedy zhruba shodný s rozsahem spalovacího motoru při předpokládaném převodu 1:1. V rámci provozu, který s motorovým vozem obstarávají členové spolku Kroměřížská dráha, prošlo dynamo jednou opravou. Tu bylo nutné zajistit na podzim roku 2015, přičemž šlo o převinutí ve společnosti MEZOPRAVNA Vsetín.



Obrázek 4 - Dynamo a část hřídele pomocných pohonů v motorovém voze M131.1454.  
Autor fotografie: Jan Židlík

### 1.3.2 Elektronický regulátor dobíjení

Zatímco z výroby byly motorové vozy řady M131.1 vybaveny vibračním regulátorem soustavy ERA, jak je popsán v pododdílu 1.2.2, ve voze M131.1454 je v současnosti osazen elektronický regulátor označený jako YRN3. Tato rekonstrukce byla nejspíše spojena s etapou života vozu, kdy přestal být exemplářem na pomníku v Rumburku a navrátil se mezi

provoznoschopná vozidla. Proces návratu a s ním spojené opravy zajistila na přelomu tisíciletí krnovská společnost Olpas Moravia.

Schéma elektronického regulátoru dobíjení je uvedeno v závěru práce (Příloha B) na str. 59. Příloha C, tedy seznam prvků v zapojení, jejichž označení vychází z katalogu výrobce Tesla, následuje na str. 60. Samotný regulátor je elektronický bezkontaktní přístroj s polovodičovými prvky. Na jeho desce jsou v dolní části usazeny tranzistory VT2 a VT3 s chladiči. Deska plošných spojů dále obsahuje diskrétní součástky – rezistory, kondenzátory diody. Mezi nimi jsou osazeny také dva analogové integrované obvody z produkce československé Tesly – přesný stabilizátor napětí MAA723 a operační zesilovač MAA741.



**Obrázek 5 - Deska elektronického regulátoru dobíjení ve voze M131.1454. Autor fotografie: Jan Židlík**

Úkolem regulátoru nadále zůstává udržovat napětí na svorkách dynama i vozových baterií pro 24V palubní síť – ve stavu plného nabití tedy na asi 28 V. Tohoto je dosahováno opět regulací budicího proudu dynama, přičemž paralelní budicí vinutí stroje má být zapojeno mezi svorky A2 a B. Spínání mechanických prvků a vibrace kontaktů, které probíhaly u

regulátoru ERA, jsou zde nahrazeny polovodiči. Připnutí nebo odepnutí buzení tedy závisí na spínání tranzistorů VT2 a VT3.

V motorovém voze M131.1454 jsou součásti elektronického regulátoru zabudovány na místo původního vibračního zařízení. Níže následuje Obrázek 6, na němž je v pravé části patrná smaltovaná skříň. Ta obsahuje shora desku elektronického regulátoru (s víkem původního vibračního zařízení vč. výrobního štítku), přepínač osvětlení, pojistky kotvy dynamu, budicího vinutí a světel a konečně segment pro polovodičovou diodu (zabraňující toku energie z akumulátoru do dynamu) s voltmetrem pro napětí vozového akumulátoru.



Obrázek 6 - Skříň regulátoru dobíjení (vpravo) a termostat nezávislého topení (vlevo) na stanovišti strojvedoucího v motorovém voze M131.1454. Fotografie: autor práce

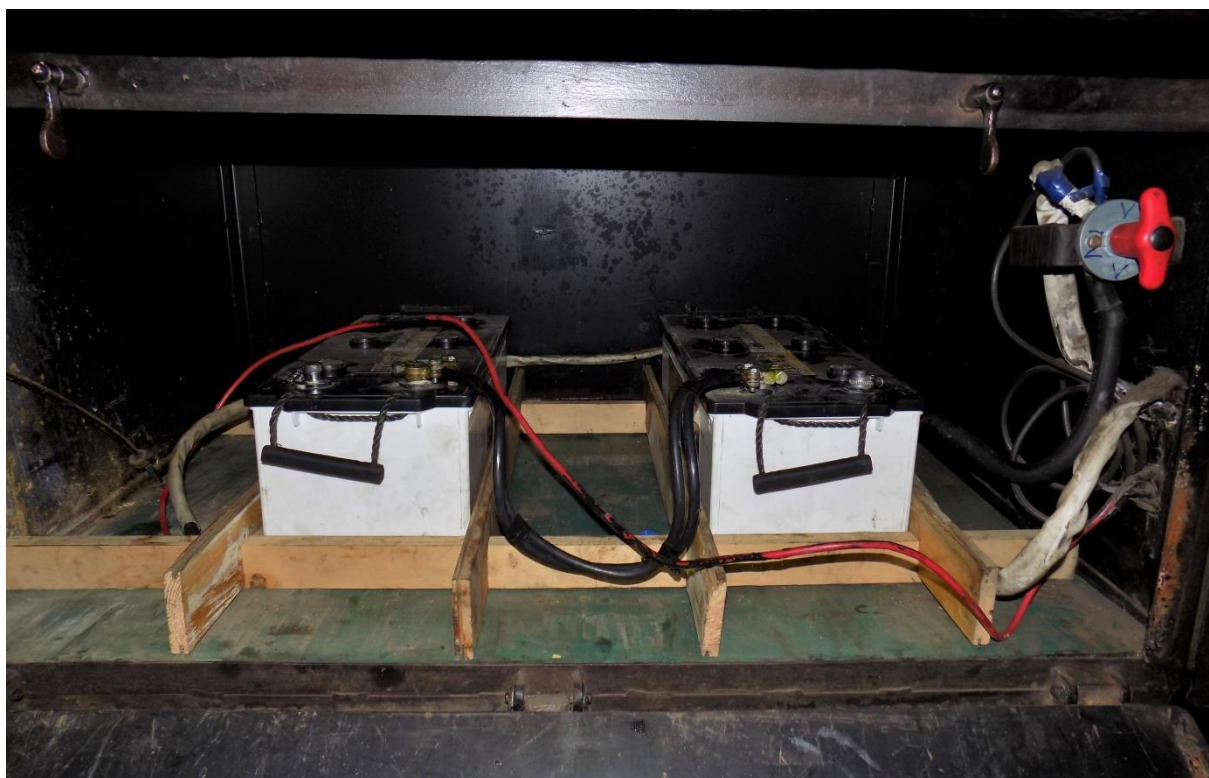
### 1.3.3 Použité vozové akumulátory

V ocelové skříni pod vozem je uložena dvojice do série propojených startovacích baterií s označením Autopart Galaxy Gold Super Heavy Duty 690-760. Jde o tzv. bezúdržbové olovené akumulátory, výrobcem udávaná kapacita každé jednotky je 190 Ah, přičemž lze odebírat proud nejvýše 1 100 A na napětí 12 V. Sériovým spojením je dosaženo

dvojnásobného napětí (tedy potřebných 24 V), kapacitní a proudové údaje zůstávají beze změny.

Rozměrově jsou současné baterie menší oproti původně určenému prostoru, každá jednotka má půdorysné rozměry 513 × 222 mm, na výšku 218 mm. [10] Pro zabránění jejich nežádoucímu pohybu či převrnutí, které může nastat v případě mimořádné události, byla zhotovena upevňovací dřevěná kostra.

S ohledem na možný výskyt parazitních odběrů a kvůli bezpečnému odpojení baterie při odstavení vozidla byl zároveň s elektronickým regulátorem dobíjení do vozu dosazen odpojovač baterie Magneton typu 443 815 432 020. Jedná se o mechanický otočný prvek s tělem z hliníkové slitiny a gumovou páčkou. [11] Určený je pro napětí 24 V a provozní proud 150 A, udané maximum je 2 000 A.



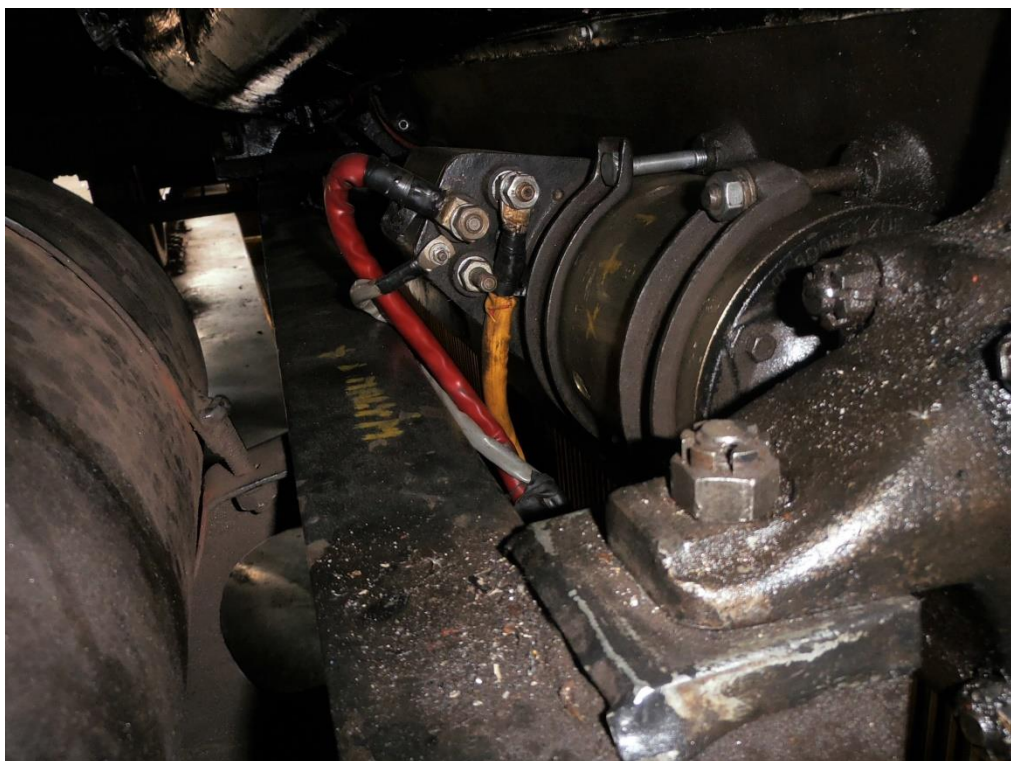
Obrázek 7 - Skříň s vozovými akumulátory motorového vozu M131.1454. Autor fotografie: Jan Židlík

### 1.3.4 Spouštění spalovacího motoru

I po provedení drobných změn zůstává postup startování spalovacího motoru ve voze M131.1454 v principu stejný. Po připojení akumulátorové baterie a provedení kontroly mechanických částí (palivová nádrž a filtry, mazání kluzných součástí) je možné přistoupit ke

startu. Na libovolném stanovišti strojvedoucího je nutné zasunout klíč do spínací skříňky řízení a otočným přepínačem zvolit spouštěč (levý, pravý, oba). Jsou-li strojní části řádně seřizeny, postačuje využití jednoho spouštěče. Při očekávání obtížného startu (mrazivé počasí, dlouhodobé odstavení vozu) se volí zapojení obou spouštěčů. Palivovou pákou je třeba nastavit palivo odpovídající rychlosti motoru přibližně  $1\,000\text{ ot}\cdot\text{min}^{-1}$  a tlačítkem START připojit spouštěč. Jakmile motor dosáhne  $500\text{ ot}\cdot\text{min}^{-1}$ , je žádoucí povolit startovací tlačítko a vzápětí také stáhnout palivo, aby motor držel jen volnoběžné otáčky (do  $610\text{ ot}\cdot\text{min}^{-1}$ ).

Ke spouštění spalovacího motoru slouží jeden nebo oba ze dvojice startérů Magneton PAL 09.9187.042. Tyto jsou konstruovány na již zmíněné napětí 24 V, udávaný výkon jednoho stroje činí 4,4 kW. Startéry (navzájem zapojeny paralelně) jsou silovými kabely stabilně propojeny s baterií, k přerušení obvodu dochází jen při odpojovací baterie ve stavu vypnuto. Po stisknutí startovací tlačítka se spínají silové elektromagnetické stykače přímo na tělese spouštěče. Následně dojde k roztáčení výsuvné kotvy, jejíž pastorek zabírá do ozubeného věnce na setrvačnicku spalovacího motoru. [12] Prostor, kde jsou spouštěče umístěny, je stísněný a přístupný pouze z montážního kanálu.



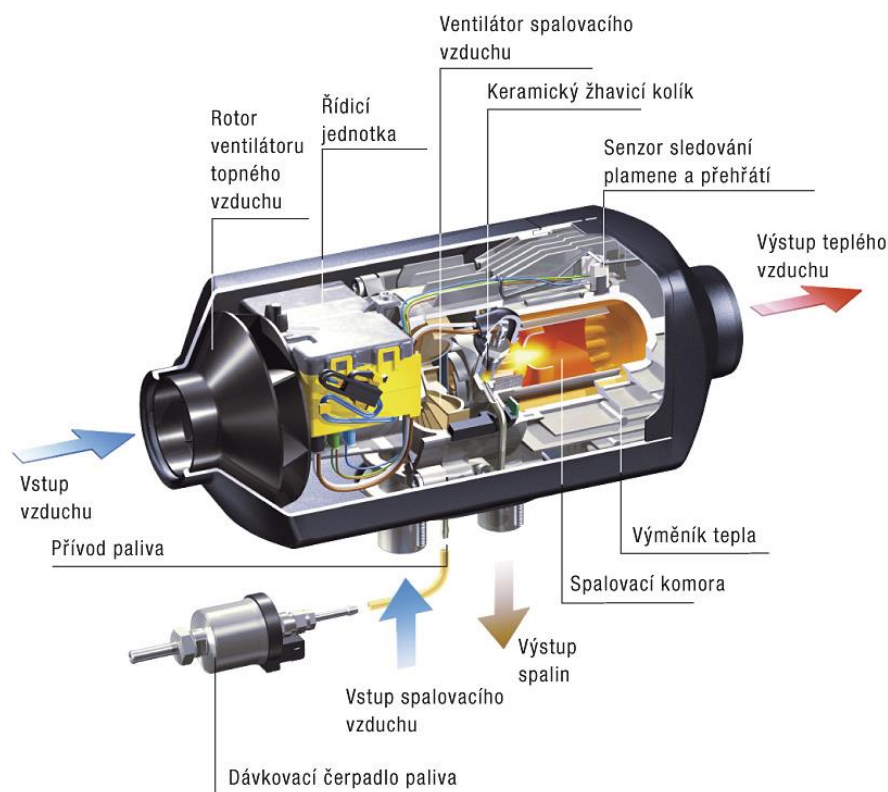
**Obrázek 8 - Startér a jeho připevnění ke spalovacímu motoru vozu M131.1454.  
Autor fotografie: Dominik Řihák**

### 1.3.5 Jednotka nezávislého naftového topení

Zařízením, které v původním vybavení motorových vozů řady M131.1 vůbec nefigurovalo, je jednotka nezávislého naftového topení. Její dosazení je vhodné zejména pro urychlení vytápění interiéru vozu v zimním období. Při teplotách kolem 0 °C trvá vyhřátí salonu pro cestující odpadním teplem spalovacího motoru přibližně 30 minut, a pro dosažení většího komfortu je tak dobré alespoň zpočátku vytápění podpořit. Při teplotách pod -10 °C jsou úniky tepla netěsnostmi ve voze tak značné, že je možné přitápnout nezávislou jednotkou po většinu času provozu.

Do vozidel československé výroby, jako byly motorové lokomotivy řady T211.0 až T212.1 (dnes 700 až 703) nebo automobily Tatra 148, bylo často instalováno naftové teplovzdušné topení typu PAL 6BON3. [12] To se vyznačovalo spotřebou paliva do 1,25 l·h<sup>-1</sup> při tepelném výkonu 7 kW. Bylo možné volit také snížený stupeň vytápění s výkonem do 4,6 kW a spotřebou nafty do 0,8 l·h<sup>-1</sup>. Objem dodávaného ohřátého vzduchu byl přibližně 250 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup> a potřebný elektrický příkon (při napájení 24 V) nejvýše 140 W. [13]

Při pracích na motorovém voze M131.1454 však byla zvolena modernější zahraniční varianta jednotky naftového teplovzdušného vytápění. Ve skříni pod vozem je tak umístěno zařízení společnosti Eberspächer, jejíž sídlo je v německém Esslingenu. Jde o typ D8L-C



Obrázek 9 - Princip funkce teplovzdušného topení Eberspächer. Převezato z [33]

s elektrickým příkonem 115 W při napájení 24 V a tepelným výkonem ve dvou úrovních – 3,5 nebo 8 kW. Spotřeba paliva se pohybuje do  $0,4 \text{ l}\cdot\text{h}^{-1}$ , resp.  $1,05 \text{ l}\cdot\text{h}^{-1}$  a za hodinu je jednotkou dodáno 310 kg ohřátého vzduchu. [14]

K samotnému topnému agregátu patří také příslušenství regulace na stanovišti strojvedoucího. Je umístěno vedle regulátoru dobíjení a obsahuje tavnou pojistku 30 A, otočný stavěč teploty a spínací regulátor Melcher. Pro dochlazení jednotky je dostupná volba ventilace (bez aktivovaného topného hořáku).

### 1.3.6 Ostatní provozované spotřebiče

Uspořádání prvků, které jsou spojené např. se signalizačními žárovkami v pultu strojvedoucího a konečně popsané v pododdílu 1.2.5, přetrvává u motorového vozu M131.1454 ve své podstatě dodnes. Oproti původnímu provedení ovládacích a signalizačních prvků, jak jsou uvedeny v publikaci [8], je v současnosti instalován přepínač pro kontrolky zařazeného směru nápravové převodovky. Kontrolka P nebo Z tedy svítí pouze tehdy, je-li



Obrázek 10 - Ovládací prvky integrované v pultu na stanovišti strojvedoucího motorového vozu M131.1454. Autor fotografie: Dominik Řihák

koncovým spínačem na nápravové převodovce indikován požadovaný směr a zároveň je-li přepínač kontrolky ve správné (korespondující) poloze.

Schéma zařízení zapojených v elektroinstalaci vozu M131.1454 je uvedeno v závěru práce (Příloha D od str. 61), přičemž zde platí, že pro osvětlovací žárovky je použita barva bílá, návěstní světla jsou podbarvena modře a kontrolky zeleně. Následuje také tabulka se stručným popisem zapojených prvků (Příloha E od str. 63). Jeden samostatný elektrický obvod zajišťuje měření otáček spalovacího motoru a je tvořen tachodynamem a dvojicí ukazatelů (voltmetrů se stupnicí v  $\text{ot} \cdot \text{min}^{-1}$ ) na stanovištích. Zbývající část elektrické výzbroje vozu se nachází v zapojení s vozovou baterií a dynamem, které lze rozdělit na několik částí. Ze schématu je pak zřejmé, které prvky jsou svázány s dobíjením akumulátorů, osvětlením salonu vozu, se spouštěči a naftovým topením, s návěstními svítilnami, osvětlením stanovišť strojvedoucího i s kontrolkami chodu mechanických částí.

### **1.3.7 Možné problémy současné elektrické výzbroje**

Byť tvoří elektrická výzbroj v motorovém voze řady M131.1 minoritní část vybavení, bez jejího řádného fungování nelze vůz bezpečně provozovat do takové míry, aby mohl opustit obvod depa. Při nefunkčním dobíjení nelze vůz označit návěstmi dle dopravních a návěstních předpisů a není možné běžné spuštění spalovacího motoru. Díky mechanickému přenosu výkonu lze motor principiálně spustit roztažením či roztlačením, avšak v žádném případě nemůže jít o standardní postup.

Na druhou stranu – mechanický přenos výkonu si i na železnici zachovává jisté neduhy, mezi které dozajista patří nebezpečí zastavení motoru při rozjíždění vozidla s nedostatečným množstvím paliva či neopatrnou manipulací s třecí spojkou. Praktické zkušenosti rovněž ukazují, že vlivem mechanického přenosu tahu palivové páky ze stanoviště strojvedoucího ke vstřikovacímu čerpadlu může snadno dojít k zastavení motoru po odejmutí palivové páky (to je nutností při změně stanoviště, tedy přechází-li strojvedoucí na opačné čelo vozu). V jistých situacích tak může být spuštění motoru potřeba i několikrát během jednoho pobytu ve stanici. Necht' i toto je důvod, kvůli kterému má být v zájmu každého údržbáře i strojvedoucího zachovávat v bezporuchovém stavu i elektrickou výzbroj, a to i u historického motorového vozu.

Opatření, která je možné uskutečnit pro zachování příznivých vlastností elektrické výzbroje, jsou navržena v kapitole 3 (od str. 44 dále). Nyní je třeba popsat možné neduhy, které lze při provozování výše popsané sestavy elektrických zařízení očekávat. Jisté nebezpečí

hrozí pomocným pohonům už během přenosu energie ze spalovacího motoru k nim. Při problémech s hřídelem, řemenicemi či klínovými řemeny může dojít k poškození tohoto strojního vybavení vozu. S ním pak může být snadno spojena nejen ztráta napětí na dobíjecím dynamu, ale i znemožněné pohánění kompresoru. Takto je motorový vůz opět neschopný provozu a hledání příčin může vést až k vyvázání pomocného rámu pohonného agregátu a rozebrání či repasi spalovacího motoru.

Přihlédneme-li jen k potížím a řešením v oblasti elektroinstalace, prvním zdrojem nepříjemností může být dynamo. I když je třeba brát v potaz, že tento stroj je v zásadě velmi jednoduchý a jeho princip vychází ze základních poznatků v oblasti elektrických strojů. Také oprava je v případě potřeby možná – služby firem zajišťujících převinutí jsou dostupné i v okolí Kroměříže, kde je vůz M131.1454 v současnosti deponován (příkladem mohou být nástupnické organizace dřívějšího národního podniku MEZ ve Vsetíně). Rovněž je využití dynamu výhodné z hlediska druhu generovaného napětí – pro palubní síť není třeba vyráběný proud usměrňovat. I přes popsané klady však může při případné poruše stroje (která byla už v roce 2015 zaznamenána) vyvstat otázka, zda je výhodné investovat do opravy derivačního dynamu, s nímž je garantována jistá vyváženost celé elektrické soustavy.

Ve vozidlech, kde dodnes funguje vibrační regulátor dobíjení, lze očekávat jeho selhání především z hlediska kontaktů, na nichž dochází k vibraci (obecně opotřebením mechanickým spínáním). Zároveň je však třeba zmínit, že kontaktní plochy byly zhotovovány ze slitiny platiny a iridia [3], tedy drahých a odolných kovů. Tato zařízení jsou navíc v provozu i přes 70 let, a tak je jejich spolehlivost na značně vysoké úrovni.

Elektronický regulátor dobíjení, který je v současnosti osazen v motorovém voze M131.1454, odstraňuje problémy mechanického spínání. Z většiny je sestaven z diskrétních součástek na desce plošných spojů, a tak jeho případná oprava vyžaduje jen vybavení amatérské elektrotechnické dílny. V provozu se poruchové stavy tohoto zařízení dosud neprojeví, avšak deska i kryt regulátoru jeví v horní části známky nepřiměřeného zahřívání součástek.

V motorovém voze M131.1454 v současnosti využívané olověné akumulátory se vyznačují mimo jiné dobrou dostupností srovnatelné (nebo identické) náhrady. Jedná se totiž o startovací akumulátory pro nákladní automobily, a tak s přihlédnutím ke všudypřítomnosti silničních vozidel i dostupností prodejen automobilového příslušenství se toto řešení jeví jako výhodné. A i když výrobce označuje akumulátory za bezúdržbové, jejich dobíjení je možné

opět automobilovou nabíječkou, která (v provedení pro 24 V) nevyžaduje ani demontáž sériového zapojení jednotek. Případné doplnění elektrolytu do akumulátoru lze provést shora šroubovacími víčky.

K vlastnostem olovených akumulátorů však patří také omezený počet vybíjecích cyklů (do 500). Ihned po vybití nastává nebezpečí sulfatace (znehodnocování elektrod a degradace akumulčních schopností). Ideální skladovací podmínky představují připojení na udržovací nabíječ, což už určitou péčí o do jisté míry bezúdržbový akumulátor znamená. [15]

Současná elektrická výzbroj v motorovém voze M131.1454 je sama sobě dostačující. Avšak aktuálně nejsou nijak řešeny možnosti její rozšiřitelnosti. Při provozu s přípojným vozem (rovněž z krnovských dílen Olpas Moravia) není v současnosti možné dobíjení jeho baterií z dynama v motorovém voze. To může být požadováno při dlouhodobém odstavení vozidel mimo dostupnost veřejné sítě 230 V nebo i s ohledem na nekvalitní vlastnosti zdrojové soustavy přípojného vozu. Dobíjení akumulátoru z alternátoru v přípojném voze je funkční jen při vysokých otáčkách, tj. rychlostech přibližně nad  $40 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ , jakých není např. na trati Kojetín – Tovačov téměř vůbec dosahováno.

Vybavení osob mobilním telefonem je dnes považováno za samozřejmé, přičemž často je spojení strojvedoucího s výpravčím nutné pro výkon dopravní služby. U zvláštních vlaků, na jejichž realizaci se Kroměřížská dráha spolu se spřátelenými organizacemi podílí na rozličných tratích na celém území Moravy, se navíc stále častěji jeví jako výhodné (nebo i nutné), aby byl vlakový doprovod vybaven elektronickým zařízením (jakým může být tablet nebo notebook). V něm mohou být uloženy služební pomůcky, např. tabelární jízdní řády či prováděcí nařízení s popisem místních podmínek na tratích se zjednodušeným řízením drážní dopravy, přičemž lze ušetřit prostor, který by zabíraly tyto dokumenty v tištěné podobě, i množství papíru a toneru. Zmíněná zařízení výpočetní techniky je třeba při vícedenní cestě rovněž dobíjet, což je při současné konfiguraci v motorovém voze M131.1454 nemožné.

S postupujícími nároky na vybavování hnacích vozidel telekomunikačními systémy je třeba myslet na to, že v budoucnu může být povinné i pro historická vozidla vybavení vysílačkami se simplexním spojením nebo pro systém TRS či GSM-R. Takovýto spotřebič už vyžaduje i vhodný prostor pro uložení a jeho instalace by i u zde vzpomenutého zástupce byla spojena s jistým zásahem do elektroinstalace či s její rekonstrukcí.

## 1.4 Řešení elektrické zdrojové soustavy na dalších vozidlech

### 1.4.1 Motorový vůz řady 810 ČD

Na mnoha tratích byly motorové vozy řady M131.1 nahrazeny modernějšími dvounápravovými vozy řady M152.0 (dnes řada 810). Některé prvky pohonného soustrojí byly převzaty z autobusu Karosa ŠM11, a to včetně ležatého šestiválcového naftového motoru LIAZ ML634 a hydromechanické převodovky Praga 2M70. Motorové vozy řady 810 mají palubní síť na hladině 48 V, přičemž je tato napájena z NiCd baterie o kapacitě 80 Ah. Výrobu elektrické energie zajišťuje třífázový alternátor typu BD 521/6 s křemíkovým usměrňovačem. Dobíjení akumulátorů přípojných vozů řady Btax (dříve Blm či Baafx) je zajišťováno pouze kabelem dálkového řízení z motorového vozu. [16]



Obrázek 11 - Stanoviště strojvedoucího v rekonstruovaném motorovém voze řady 810 ČD.  
Autor fotografie: Jan Židlík

S postupným morálním i technickým zastaráváním motorových vozů řady 810 přistupují České dráhy jako jejich provozovatel k řadě rekonstrukcí. Od roku 2006 bylo do vozů dosazováno zařízení pro ohřev spalovacího motoru z elektrické rozvodné sítě, čímž se

měla odstranit nutnost protáčet motor při odstavení vozu za nízkých teplot. Od roku 2013 zajišťuje společnost DPOV rozsáhlejší rekonstrukce, které zahrnují např. dosazení nového spalovacího motoru TEDOM s elektronickým stavěčem otáček nebo informačního systému pro cestující. A konečně s nástupem systému GSM-R jsou vozy vybavovány také radiostanicemi podporujícími tuto technologii. Při napájení zmíněných elektronických systémů z jediné palubní sítě 48 V se projevují zvýšené energetické nároky a při spouštění motoru způsobují napěťové poklesy na baterii i vypínání některých zařízení. Rekonstrukce tak přináší v mnoha ohledech příznivé zlepšení vlastností vozidla, avšak zákonitě jsou spojeny i s negativními vlivy.

#### **1.4.2 Motorová jednotka řady 814 ČD**

Příkladem rozsáhlejší přestavby motorových vozů řady 810 i s přípojnými vozy Btax je jednotka složená z motorového vozu řady 814 a řídicího vozu řady 914. Od roku 2005 byly tyto jednotky sestavovány v šumperském závodu společnosti Pars nova a na tratích celé České republiky nahradily často i soupravy vozů klasické stavby. Hlavním prvkem pohonného soustrojí je přeplňovaný ležatý šestiválcový naftový motor TEDOM M1.2C ML 640SE, jehož výkon je na jedinou hnanou nápravu převáděn hydromechanickou planetovou převodovkou Voith Diwa 864.3E.

Palubní síť je postavena na napětí 24 V, přičemž motorový vůz je vybaven NiCd vozovou baterií s kapacitou 300 Ah (dobíjena dvěma alternátory, každý s výkonem 1,3 kW) a rovněž NiCd startovací baterií o kapacitě 80 Ah (dobíjena alternátorem o výkonu 4,3 kW). Vozová baterie zajišťuje napájení elektronického řídicího systému Lokel Intelo, osvětlení, informačního systému pro cestující a dalších ovládacích, zabezpečovacích a sdělovacích systémů. V obvodu startovací baterie se nachází pouze zmíněný alternátor, startér spalovacího motoru, hlídač izolačního stavu a propojení do počítače pohonné jednotky. Řídicí vůz nedisponuje vlastní baterií a veškerá jeho zařízení jsou napájena pomocí zásuvek a kabelů z motorového vozu. [17]

#### **1.4.3 Motorový vůz řady 842 ČD**

V letech 1988 až 1994 dodala Moravskoslezská vagónka Studénka Československým státním, resp. Českým drahám 37 čtyřnápravových motorových vozů řady 842. I po rekonstrukci v letech 2009 až 2013 jsou vozy poháněny dvojicí spalovacích motorů (tentokrát jde o přeplňované ležaté naftové šestiválce TEDOM TD 242RH TA 25) a výkon každého z nich je přenášen na vnitřní nápravu přilehlého podvozku hydromechanickou převodovkou (nově je dosazena pětistupňová typu ZF Ecomat 5HP 602 R).

Motorové vozy řady 842 jsou vybaveny dvěma gelovými olověnými bateriemi. Ta vozová s napětím 48 V a kapacitou 275 Ah je určena k napájení řídicích a silových obvodů a dále slouží jako zdroj pro měnič palubní sítě 24 V (typu FC 48-6000-24 společnosti Elen Brno) i pro dobíječ startovací baterie (statický měnič FC 48-1500-24 výrobce Elen Brno). Startovací baterie se jmenovitým napětím 24 V a kapacitou 175 Ah slouží k napájení startérů spalovacích motorů a také minima dalších obvodů, které vyžadují nepřetržité napájení. Měnič 48/24 V pro palubní síť je spuštěn automaticky po připojení odpojovače vozové baterie, zatímco dobíječe obou baterií jsou aktivovány (zároveň s dobíjením akumulátorů přívěsných vozů 48V kabelem dálkového řízení) po spuštění spalovacího motoru. Výrobu elektrické energie zajišťuje při rekonstrukci ponechaný alternátor typu DCG 3214/12d1 s výkonem 15 kW poháněný od spalovacích motorů slučovací převodovkou a klínovými řemeny. Dobíjení akumulátorů je možné také připojením k napájení 230 V, použitý dobíječ o výkonu 1,7 kW však nepokryje nároky všech spotřebičů ve voze (při aktivovaném osvětlení, topení a větrání vozu). [18]

#### **1.4.4 Motorová jednotka řady 844 ČD**

V letech 2011 až 2013 dodala polská společnost PESA Bydgoszcz Českým drahám 31 dvoudílných šestinápravových motorových jednotek řady 844, určených pro provoz regionálních spojů. V každém článku jednotky je umístěn pohonný agregát sestávající z přeplňovaného ležatého naftového šestiválce MTU 6H 1800 R85L a šestistupňové hydromechanické převodovky ZF EcoLife 6 AP 2000R, která pohání vždy obě nápravy přílehlého podvozku.

Každý článek jednotky je osazen olověnou gelovou baterií pro napětí 24 V o kapacitě 440 Ah. Ty zajišťují napájení obvodů zpravidla v každém článku zvlášť a dobíjení startovacích kondenzátorů. Spouštění obou spalovacích motorů je tedy navzájem nezávislé a do jisté míry také oddělené od zbylé elektroinstalace. [19]

Ke každému spalovacímu motoru náleží alternátor typu DRG 180/35-8TS s výkonem 21 kW. Jeho pohon je řešen pomocí hydrostatického okruhu, který udržuje frekvenci 50 Hz  $\pm 5\%$  v celém rozsahu otáček spalovacího motoru. V nouzovém případě, je-li spuštěn jen jeden spalovací motor jednotky, je možné dobíjet baterie obou článků z jednoho alternátoru. Dobíjení baterie a napájení základních obvodů při odstavení vozidla je možné také z vnější sítě 230 V, přičemž každý článek se opět připojuje zvláštním kabelem. Výkon každého instalovaného dobíječe firmy SMA (typ GVGNT-15) je přibližně 2,7 kW. [19]



Obrázek 12 - Motorová jednotka ČD 844.008 během vyvazovací opravy.  
Autor fotografie: Stanislav Plachý

### 1.4.5 Dieselelektrické lokomotivy ČKD

Hnací vozidla nezávislé trakce s elektrickým přenosem výkonu mají často instalovány baterie pro napětí 110 V. Rovněž v těchto aplikacích byly v polovině 20. století využívány vibrační regulátory dobíjení vesměs založené na dynamickém relé typu RGD 221. [20] Již od 70. let 20. století byla regulace dobíjení řešena elektronicky, zpravidla regulátorem s polovodičovými prvky typu GC 16. [21]

Typickým zástupcem dieselelektrických lokomotiv pro posun a střední traťovou službu z produkce pražské ČKD je stroj řady T466.2 ČSD (u nástupnických organizací nyní řada 742). Pomocné obvody lokomotivy jsou konstruovány na hladině 110 V, přičemž dobíjení akumulátorové baterie o kapacitě 150 Ah zajišťuje pomocné dynamo ve spojení právě s regulátorem GC 16. Pro spouštění naftového motoru K6S 230 DR, který je rozměrově, a tedy i hmotnostně výrazně větší, slouží trakční dynamo (jmenovitě na 850 V) připojené na zmíněnou 110V baterii. Dočasně se tedy trakční dynamo chová jako stejnosměrný motor se sériovým buzením. [21]



**Obrázek 13 - Stanoviště strojvedoucího dieselelektrické lokomotivy řady 742 ČD, vpravo na skříni rozvaděče patrné měřicí přístroje baterie. Autor fotografie: Dominik Řihák**

#### **1.4.6 Vozidla elektrické trakce**

Rovněž vozidla elektrické trakce jsou vybavována akumulátorovými bateriemi, přičemž principy vesměs kopírují vývoj již popsanych zařízení na motorových vozech a dieselových lokomotivách. Např. u lokomotiv řady E499.0 ČSD (I. generace lokomotiv Škoda, nyní řada 140) je palubní síť konstruována na hladině 48 V a slouží k napájení řídicích a pomocných obvodů před oživením stroje (pohon pomocného kompresoru pro zvedání sběračů). Dobíjecí dynamo je poháněno motorem ventilátorů cizího chlazení trakčních motorů a jeho regulace je založena na soustavě ERA.

U tramvají Tatra T3 je napájení palubní sítě 24 V zajišťováno dynamem motorogenerátoru typu SMD16Ab. Jeho vibrační regulátory z 60. let 20. století byly v následujícím desetiletí nahrazovány elektronickým regulátorem typu GC 11. Tento obsahuje dvojici výkonových spínacích tranzistorů a rovněž integrovaný obvod MAA723, tedy stabilizátor napětí vyráběný společností Tesla. [22]

## 2 ANALÝZA KLADENÝCH POŽADAVKŮ

### 2.1 Energetické požadavky současné elektrické výzbroje

#### 2.1.1 Ustálený provozní stav motorového vozu

Na základě znalosti spotřebičů využitých v elektrické výzbroji vozu M131.1454 lze sestavit energetickou bilanci, tedy součet požadovaných příkonů jednotlivých spotřebičů. Na druhé straně bude stát výkon dynama jako zdroje – generátoru elektrické energie. V první fázi je uvažován ustálený stav soustavy. Dle denní a roční doby je tedy zapojeno osvětlení a příp. nezávislé naftové topení. Není uvažována spotřeba energie pro start spalovacího motoru. V takovém případě předpokládáme přebytek na straně zdrojové, který bude dále použit na dobíjení akumulátoru.

Položky energetické bilance uvádí Tabulka 1. Výsledná energetická bilance je stanovena jako rozdíl výkonu dynama a celkové spotřeby motorového vozu. Je-li tedy výsledek se znaménkem „+“, přebytek je na zdrojové straně a energii lze využít k dobíjení akumulátoru. Nastala-li by situace se znaménkem „-“, v motorovém voze by byl elektrické energie nedostatek a i v ustáleném stavu by docházelo k vybíjení akumulátoru.

Tabulka 1 - Energetická bilance motorového vozu M131.1454 v ustáleném stavu

Popis dílčí spotřeby	Zima den	Zima noc	Léto den	Léto noc
Osvětlení oddílu pro cestující		250 W		250 W
Osvětlení nástupních prostor a WC		50 W		50 W
Návěstní světla a reflektor	130 W	160 W	130 W	160 W
Osvětlení stanoviště strojvedoucího		35 W		35 W
Ostatní osvětlení – kontrolní svítilny	30 W	30 W	30 W	30 W
Nezávislé naftové topení	115 W	115 W		
Buzení dynama a ztráty regulátoru dobíjení	80 W	80 W	80 W	80 W
<b>Celková spotřeba motorového vozu</b>	<b>355 W</b>	<b>720 W</b>	<b>240 W</b>	<b>605 W</b>

Doplnění energetické bilance	Zima den	Zima noc	Léto den	Léto noc
Výkon dynama	1 000 W	1 000 W	1 000 W	1 000 W
<b>Energetická bilance motorového vozu</b>	<b>+645 W</b>	<b>+280 W</b>	<b>+760 W</b>	<b>+395 W</b>

Za nejdůležitější lze považovat provoz v létě a přes den. I tak musí být v činnosti žárovky v návěstních světlech (4× 25 W) a tlumený stupeň reflektoru (30 W). Dále svítí kontrolní žárovky v pultech strojvedoucího (do 20 kusů s příkonem 1,5 W) a část energie se

spotřebovává pro buzení dynama a jako ztráty v regulátoru dobíjení. V této úsporné variantě je požadovaný příkon spotřebičů 240 W a přibližně 760 W zbývajících do štítkového výkonu dynama 1 kW tak lze využít pro dobíjení baterie. Při tomto poměru a nabíjení baterie na hladině 28 V je tedy dostupný dobíjecí proud 27 A.

Spotřebu energie v buzení dynama si lze představit na základě daného odporu budicího vinutí  $20 \Omega$ , na kterém je stejné napětí jako na dynamu (nejvýše tedy 30 V). Výsledný výkon 45 W pak vychází z následujícího vztahu:

$$P_B = \frac{U_D^2}{R_B} \quad (1)$$

$P_B$  elektrický výkon budicího vinutí ve W

$U_D = 30 \text{ V}$  svorkové napětí dynama

$R_B = 20 \Omega$  odpor budicího vinutí

Ztráty v obvodu elektronického regulátoru dobíjení může reprezentovat např. polovodičová dioda, která zabraňuje „zpětnému“ toku energie z baterie do dynama. Je-li úbytek napětí na ní přibližně 1,1 V a dobíjecí proud dosahuje hodnoty 30 A, velikost ztrát 33 W lze podložit vztahem:

$$P_{Z_D} = U_F \cdot I_F \quad (2)$$

$P_{Z_D}$  ztrátový výkon diody ve W

$U_F = 1,1 \text{ V}$  úbytek napětí na diodě v propustném směru

$I_F = 30 \text{ A}$  dobíjecí proud procházející diodou v propustném směru

Jak také ukazuje Tabulka 1, energeticky nejnáročnější provoz je v zimě za tmy. Kromě už zmíněných spotřebičů je v činnosti také osvětlení salonu pro cestující (10 žárovek po 25 W), osvětlení buňky WC a stanoviště, které je zadní ve směru jízdy, a tedy využíváno jako nástupní prostor ( $2 \times 25 \text{ W}$ ). Žárovka reflektoru je již provozována netlumeně (60 W namísto 30 W), na předním stanovišti strojvedoucího svítí šterbinová svítidla ( $2 \times 5 \text{ W}$ ) a za pobytu ve stanici i stropní osvětlení (25 W). Je-li to potřebné pro navození teplotní pohody, je v chodu také jednotka nezávislého naftového topení, jejíž palivové čerpadlo a ventilátor mají dohromady příkon 115 W. V této náročnější variantě je požadovaný příkon spotřebičů 720 W a přibližně 280 W zbývajících do štítkového výkonu dynama 1 kW tak lze využít pro dobíjení

baterie. Při tomto poměru a nabíjení baterie na hladině 28 V je tedy dostupný dobíjecí proud 10 A.

### 2.1.2 Nároky na energii při spouštění spalovacího motoru

I když je u spouštěče udán jeho výkon, okamžité hodnoty elektrických veličin se v průběhu startu motoru mění. Pro odvození množství spotřebované energie uvažujme, že odebíraný výkon bude zcela korespondovat se štitkovou hodnotou spouštěče. U spalovacího motoru Tatra T301 na motorovém voze M131.1454 tedy jde o 4,4 kW. Zároveň může být definována dvojice modelových situací. Nejprve uvažujme snadný start, kdy bude připojen jediný spouštěč, a to na dobu přibližně 2 s. Hodnota spotřebované energie 2,44 Wh pak vychází z následujícího vztahu (vč. doplnění převodu jednotek času):

$$E_1 = P_{ST} \cdot \frac{t_{1S}}{3\,600 \text{ s} \cdot \text{h}^{-1}} \quad (3)$$

$E_1$	spotřebovaná energie prvního případu ve Wh
$P_{ST} = 4\,400 \text{ W}$	výkon jednoho spouštěče
$t_{1S} = 2 \text{ s}$	doba startu v prvním případě

Následně lze stanovit i dobu, po kterou bude přibližně energii zpět do baterie dodávat dobíjecí dynamo. Uvažujeme-li dobíjecí napětí 28 V a v pododdílu 2.1.1 vypočtené (jako krajní možnosti) dva dobíjecí proudy 27 A a 10 A, dodání energie zpět do baterie proběhne na základě následujících vztahů za zhruba 12 s, resp. půl minuty:

$$t_{1nab} = \frac{E_1}{U_{nab} \cdot I_{nab}} \cdot 3\,600 \text{ s} \cdot \text{h}^{-1} \quad (4)$$

$$t_{1nab} = \frac{2,44 \text{ Wh}}{28 \text{ V} \cdot 27 \text{ A}} \cdot 3\,600 \text{ s} \cdot \text{h}^{-1} \doteq \underline{12 \text{ s}}$$

$$t_{1nab} = \frac{2,44 \text{ Wh}}{28 \text{ V} \cdot 10 \text{ A}} \cdot 3\,600 \text{ s} \cdot \text{h}^{-1} \doteq \underline{31 \text{ s}}$$

$t_{1nab}$	čas dobíjení baterie v prvním případě v s
$E_1 = 2,44 \text{ Wh}$	spotřebovaná energie prvního případu
$U_{nab} = 28 \text{ V}$	napětí při dobíjení baterie
$I_{nab}$	nabíjecí proud baterie v A

V opačném případě (necht' je označen indexem 2) může dojít k obtížnému startu. Během něj budou oba spouštěče točit motorem po dobu 10 s, během níž spotřebují energii 24,44 Wh. To lze vypočíst na základě vztahu (vč. převodu času na hodiny):

$$E_2 = 2 \cdot P_{ST} \cdot \frac{t_{2S}}{3600 \text{ s} \cdot \text{h}^{-1}} \quad (5)$$

$E_2$  spotřebovaná energie druhého případu ve Wh  
 $P_{ST} = 4400 \text{ W}$  výkon jednoho spouštěče  
 $t_{2S} = 10 \text{ s}$  doba startu ve druhém případě

Jelikož je energie  $E_2$  zřejmě desetkrát vyšší než  $E_1$ , také doby nabíjení  $t_{2nab}$  budou desetkrát delší. Doba dobíjení se tedy bude pohybovat od 2 min do 310 s (tedy 5 min 10 s).

### 2.1.3 Proudové špičky při spouštění spalovacího motoru

Elektrický obvod pro spouštění spalovacího motoru lze nahradit modelem, v němž figurují do série zapojené tři ideální prvky: zdroj napětí, rezistor (představující ztráty v akumulátoru, na vedení a uvnitř spouštěče) a elektromotor. Pro okamžitý výkon elektromotoru pak platí vztah:

$$p = U_0 \cdot i - R \cdot i^2 \quad (6)$$

$p$  okamžitý výkon elektromotoru  
 $U_0$  napětí akumulátoru naprázdno  
 $i$  okamžitý proud obvodem  
 $R$  odpor představující ztráty v obvodu

Na základě derivace rovnice (6), na jejíž pravé straně je jediná proměnná  $i$ , lze stanovit proud, při němž dosáhne elektromotor (startér) nejvyššího výkonu:

$$\frac{dp}{di} = U_0 - 2 \cdot R \cdot i \quad (7)$$

$$\frac{dp}{di} = 0 \Rightarrow I_{Pmax} = \frac{U_0}{2 \cdot R}; \quad \frac{U_0}{R} = I_k$$

$p$  okamžitý výkon elektromotoru;  $U_0$  napětí akumulátoru naprázdno  
 $R$  odpor představující ztráty;  $i$  okamžitý proud obvodem  
 $I_{Pmax}$  proud při nejvyšším výkonu elektromotoru  
 $I_k$  proud při práci elektromotoru nakrátko

Nejvyšší výkon startéru pak vychází po dosazení závislostí uvedených ve vztahu (7) do rovnice (6). Dále lze psát také vztah pro velikost proudu při práci elektromotoru nakrátko (při záběru), a tak vypočítat velikost proudové špičky:

$$P_{max} = U_0 \cdot I_{Pmax} - R \cdot I_{Pmax}^2 = U_0 \cdot \frac{U_0}{2 \cdot R} - R \cdot \frac{U_0^2}{4 \cdot R^2} = \frac{1}{4} \cdot U_0 \cdot \frac{U_0}{R} = \frac{1}{4} \cdot U_0 \cdot I_k \quad (8)$$

$$I_k = \frac{4 \cdot P_{max}}{U_0} \Rightarrow I_k = \frac{4 \cdot 4\,400 \text{ W}}{28 \text{ V}} \doteq \underline{630 \text{ A}}$$

$P_{max} = 4\,400 \text{ W}$	nejvyšší (špičkový) výkon elektromotoru	
$U_0 = 28 \text{ V}$	napětí akumulátoru naprázdno	
$I_{Pmax}$	proud při nejvyšším výkonu elektromotoru	[23]
$R$	odpor představující ztráty v obvodu	
$I_k$	proud při práci elektromotoru nakrátko	

Při záběru startéru tedy lze očekávat špičku proudu o hodnotě až 630 A. To samo o sobě není v rozporu s dosud popsanými vlastnostmi elektrické výzbroje motorového vozu řady M131.1. Ovšem při zapojení obou spouštěčů (a jejich paralelní práci) je očekávaná hodnota proudu dvojnásobná, tedy 1 260 A. To už je nad hodnotou startovacího proudu, kterou dovoluje výrobce Autopart u baterií dosazených do vozu M131.1454.

## 2.2 Energetické požadavky s ohledem na možná rozšíření

### 2.2.1 Doplnění dobíjení akumulátoru přípojného vozu

Při uvažování nad rozšířením elektroinstalace motorového vozu M131.1454 o možnost dobíjení akumulátoru přípojného vozu je třeba stanovit, jaké energetické nároky kladou na soustavu právě spotřebiče v přípojném voze. Takto bude ve valné většině případů využíván vzhledově téměř shodný dvounápravový vůz lehké stavby řady Clm či CDlm (označení D odpovídá vozu se služebním oddílem – rozšířeným jedním předstávkem). Jako příklad lze užit vůz s označením Clm5-2345, jehož renovaci (právě pro provoz s motorovým vozem M131.1454) provedla v minulém desetiletí už dříve vzpomenutá krnovská společnost Olpas Moravia. S určitým propojením elektrických obvodů obou vozidel bylo už v minulosti částečně počítáno, neboť volicí skříňka spínače řízení na pultech strojvedoucího má přichystánu pozici „2“ pro sepnutí stykače dobíjení přípojného vozu. K další realizaci však dosud přistoupeno nebylo.

Elektroinstalace vlečného vozu Clm5-2345 je navržena pro napětí 24 V. Skládá se z akumulátorové baterie, žárovek osvětlení interiéru a jednotky nezávislého naftového topení. Pro dobíjení je určen alternátor ze známých autobusů Karosa řady 700, avšak jeho správná funkce je zajištěna až při relativně vysokých rychlostech, jak už bylo popsáno v pododdíle 1.3.7. Pro pohon tohoto stroje je zajištěn plochým řemenem od nápravy.



Obrázek 14 - Zavěšení alternátoru pod vozem č. Clm5-2345. Fotografie: autor práce

Položky spotřeby elektrické energie přívěsného vozu uvádí Tabulka 2. Pro řešení společné bilance s motorovým vozem není uvažováno dobíjení alternátorem vozu, část zdroje (generátoru) tedy není uvedena.

Tabulka 2 - Energetická bilance vozu č. Clm5-2345 (část spotřeby)

Popis dílčí spotřeby	Zima den	Zima noc	Léto den	Léto noc
Osvětlení oddílu pro cestující		250 W		250 W
Osvětlení nástupních prostor a WC		125 W		125 W
Nezávislé naftové topení	140 W	140 W		
<b>Celková spotřeba přípojného vozu</b>	<b>140 W</b>	<b>515 W</b>	<b>0 W</b>	<b>375 W</b>

Za nejúspornější lze považovat provoz v létě a přes den. Jelikož ve výbavě vozu nejsou návěstní svítilny, spotřeba je v tomto případě nulová.

Naopak energeticky nejnáročnější provoz je v zimě za tmy. Tehdy musí být v činnosti osvětlení salonu pro cestující (10 žárovek po 25 W), osvětlení buňky WC a představek vozu (5× 25 W). Zároveň je potřebné udržovat v chodu jednotku nezávislého naftového topení (zde typu PAL 6BON3), jejíž palivové čerpadlo a ventilátor mají dohromady příkon 140 W. V této náročnější variantě je požadovaný příkon spotřebičů 515 W, zatímco motorový vůz poskytuje přebytek přibližně 280 W. Spojíme-li energetickou bilanci obou vozidel s uvažováním dobíjení pouze z dynama motorového vozu, naskytne se už i situace, kdy je výkon dynama nedostačující. To zřejmě ukazuje Tabulka 3.

Tabulka 3 - Společná energetická bilance vozidel M131.1454 a Clm5-2345

Popis dílčí spotřeby	Zima den	Zima noc	Léto den	Léto noc
Celková spotřeba motorového vozu	355 W	720 W	240 W	605 W
Celková spotřeba přípojného vozu	140 W	515 W	0 W	375 W
<b>Celková spotřeba dvojice vozů</b>	<b>495 W</b>	<b>1 235 W</b>	<b>240 W</b>	<b>980 W</b>

Doplnění energetické bilance	Zima den	Zima noc	Léto den	Léto noc
Výkon dynama motorového vozu	1 000 W	1 000 W	1 000 W	1 000 W
<b>Energetická bilance dvojice vozů</b>	<b>+505 W</b>	<b>-235 W</b>	<b>+760 W</b>	<b>+20 W</b>



Obrázek 15 - Pohled na vůz Clm5-2345. Autor fotografie: Stanislav Plachý

### 2.2.2 Doplnění zdroje pro napájení spotřebičů 230 V

Střídače pro napájení spotřebičů na napětí 230 V se na železničních vozidlech objevují již od 80. let 20. století, kdy jimi byly osazovány např. rychlíkové vozy z produkce

východoněmecké vagonky VEB Waggonbau Bautzen. Jednalo se o relativně jednoduchý obvod s nepříliš kvalitními vlastnostmi. Jeho jádrem byl transformátor s šesti vinutími a čtveřice PNP tranzistorů. Společně s nabíjením čtveřice kondenzátorů na stejnosměrném jmenovitém napětí 24 V tak bylo možné na výstupu zařízení získat obdélníkový signál 220 V s frekvencí přibližně 50 Hz. Při rozptylu vstupního napětí od 20 V do 29 V se měnilo i napětí výstupní – v intervalu 172 V až 245 V s tolerancí  $\pm 7\%$ . Obvod byl zkratuvzdorný a při provozu do 30 minut poskytoval výkon 110 W. [24]

V současné době je poskytování zásuvek cestujícím v moderních železničních vozidlech téměř samozřejmostí (sít' 230 V nebo dnes i 5 V ss dle standardu portu USB). Ještě dříve se však staly obvyklými tzv. centrální zdroje energie, tedy statické měniče s polovodičovými prvky, které nahradily nápravové točivé stroje – dobíjecí dynamy či alternátory. Je tak zajištěno dobíjení vozových akumulátorů z vedení vlakového vytápění (zpravidla 3 000 V ss) nebo napájení jednotek přetlakového větrání a klimatizace.

Měniče z hladiny 24 V ss na zásuvky 230 V stř jsou dnes běžně dostupné např. pro potřeby řidičů nákladních automobilů. V obchodě s elektrospotřebiči tak lze získat např. zařízení výrobce Whitenergy, které je určeno pro napájení kabely z baterie 24 V a na svém výstupu poskytuje 230 V v univerzální zásuvce i USB port pro dobíjení mobilního telefonu či fotoaparátu. Udávaný výkon je 400 W, což pro drobnou elektroniku bohatě dostačuje (příkon nabíječky notebooku se pohybuje kolem 65 W) a zároveň za dne koresponduje s možnostmi přebytku energie z dynamy motorového vozu. Cena takového zařízení je přibližně 650 Kč. [25]

Budeme-li uvažovat příkon nabíječky mobilního telefonu 10 W, pak její připojení na přibližně 2 hodiny se energeticky vyrovná situaci obtížného startu, jak byla popsána v pododdíle 2.1.2. Zároveň je však u tohoto zařízení potřeba dbát na řádnou obsluhu. Nezodpovědný pracovník by mohl kolaps systému zajistit např. připojením varné konvice (obvyklý příkon 2 kW) ke zmíněnému 400W měniči.

V souvislosti s možností pořízení popsaného měniče je jistě dobré vzpomenout, že elektrická energie bude během dopravování např. do mobilního telefonu několikrát „transformována“. To může být nevýhodné z hlediska výskytu ztrát. Avšak i v každodenním životě jsou takové situace (např. ve spojení se spínanými zdroji nebo LED svítidly) stále běžnější.



Obrázek 16 - Měnič 24 V ss / 230 V stř značky Whitenergy. Převzato z [25]

### 2.2.3 Dosazení vozidlové radiostanice

Za renomovaného výrobce komponent pro radiové komunikační systémy v železniční dopravě je považována pardubická společnost T-CZ. Mezi její aktuálně dostupné produkty patří především vozidlová radiostanice typu VS67. Ta je vybavena řadou funkcí, které odpovídají úrovni 21. století. Avšak pro výkon dopravní služby na železnici je nejdůležitější komunikace v simplexním provozu, dále v duplexním provozu TRS a konečně v systému GSM-R. [26]

Byť je radiostanice VS67 sestavována jako modulární a je určena pro zástavby do kolejových vozidel, její velkou nevýhodou jsou relativně velké rozměry. A tak při zohlednění jistého prostorového stísnění uvnitř motorového vozu řady M131.1 je téměř nemyslitelné její použití. I tak je ale možné stanovit, nakolik by používání radiostanice (např. v jakési mobilnější úpravě) zatížilo energetickou bilanci vozu.

Jako příklad pro stanovení příkonu může posloužit předchůdce zmíněné jednotky VS67, tedy přístroj T-CZ VS47. U něj je uvažován příkon do 300 W. Bezpečně pokrýt spotřebu by tak bylo možné u samostatného motorového vozu jen denním obdobím.



Obrázek 17 - Stanoviště strojvedoucího motorového vozu řady 810 ČD, vlevo nahoře ovládací panel vozidlové radiostanice T-CZ VS47. Autor fotografie: Dominik Řihák

### 2.3 Legislativní, finanční a další kritéria

Technická zařízení drážních vozidel jsou považována za tzv. určená technická zařízení. Práce s nimi je ošetřena vyhláškou Ministerstva dopravy č. 100/1995 Sb. (ve znění pozdějších vyhlášek a nařízení vlády), kterou se stanoví podmínky pro provoz, konstrukci a výrobu určených technických zařízení a jejich konkretizace (jde o Řád určených technických zařízení). [27] V rámci využívání určených technických zařízení musí být tato podrobována průběžným kontrolám. Během nich musí zařízení na vozidle vyhovět podmínkám, např. při měření izolačního stavu. Veškeré rekonstrukce je tak třeba provádět s ohledem na tato stanovená pravidla.

Jakékoliv případně zamýšlené práce na motorovém voze M131.1454 je třeba plánovat také s ohledem na výši finanční investice a čas vložený do prací. Kroměřížská dráha je jako zájmový spolek ze své podstaty neziskovou organizací. Své aktivity je schopna financovat povětšinou jen na základě dotací od měst a obcí dotčeného regionu. V případě pozitivního hospodářského výsledku některé jednorázové akce nebo dlouhodobé činnosti jsou prostředky

využity např. pro rozvoj vybavení malého železničního muzea, které je provozováno od roku 2014 v prostorách kroměřížského lokomotivního depa či právě pro opravy schraňovaných exponátů.

Údržbářské a opravárenské práce na předmětech na předmětech miniaturních i rozměrných jsou prováděny jen členy a příznivci spolku v jejich volném čase. A tak je plánování takovýchto činností podřízeno nejen ročním kalendářem pořádaných a spolupořádaných akcí, ale i možnostmi jednotlivých lidí, zájemců, pracovníků.

## 3 NAVRHOVANÉ VARIANTY REKONSTRUKCE

### 3.1 Výměna dobíjecího dynama

#### 3.1.1 Dostupnost derivačního dynama potřebných parametrů

Zatímco společnosti zabývající se opravou stejnosměrných elektrických strojů nabízí dosud své služby jako nástupci někdejších podniků MEZ, výroba nových dynam či stejnosměrných motorů je už spíše vzácností. Trh tak sleduje značné výhody pohonů s asynchronními střídavými stroji. Společnost Siemens Česká republika stejnosměrné stroje dosud ve svém katalogu nabízí, avšak jedná se o stroje určené pro pohon zvedáků, lisů či tiskařských strojů. Takovéto motory jsou stavěny pro napájení 280 V až 810 V a vyznačují se výkonem od 31,5 kW do 1 610 kW. Z principu se tedy jedná o stroje, kterými dobíjecí dynamo v motorovém voze řady M131.1 nelze nahradit, nehledě ani k tomu, že výrobce doporučuje využití řízených usměrňovačů z vlastní řady Simoreg. [28]

V případě havárie dosud užívaného derivačního dynama tak stále zůstává mezi nejvýhodnějšími možnost investovat do jeho opravy. Pokud se vlivem dalších změn ukáže jeho výkon jako nedostatečný, nejspíše bude namíste využít přístroj modernější koncepce, např. alternátor (tedy synchronní střídavý generátor), pokud se už osvědčil na jiném vozidle.

#### 3.1.2 Využití řešení z jiného vozidla

Výkonově odpovídajícími a určením podobnými mohou být komponenty z elektrické výzbroje motorové jednotky řady 814. Z nich lze navrhnout alternátor Magneton 95150630, který je dodáván s usměrňovačem a regulátorem umístěným v připojovacím konektoru. Jde o třífázový stroj s chlazením axiálním ventilátorem a protiprachovou ochranou kroužků a uhlíků. Jmenovité napětí tohoto generátoru je 28 V a dodávaný proud 55 A, což představuje výkon přibližně 1,5 kW. Pořizovací cena v dealerském obchodě kroměřížského výrobce Magneton se pohybuje do 4 400 Kč. [29]

U motorového vozu jednotky řady 814 je pohon alternátoru řešen od řemenice ložiska pomocných pohonů klínovými řemeny. Při případné zástavbě do motorového vozu řady M131.1 je třeba uvažovat dosažení rychlosti generátoru  $6\,700\text{ ot}\cdot\text{min}^{-1}$  při maximálních otáčkách spalovacího motoru  $1\,800\text{ ot}\cdot\text{min}^{-1}$ . Namísto současného převodu přibližně 1:1 (průměry řemenic 180 mm a 230 mm) je třeba zajistit poměr rychlostí asi 18:5, což představuje průměr řemenice alternátoru 48 mm.

## 3.2 Výměna regulátoru dobíjení

Byť výměna samotného regulátoru dobíjení nejspíše nepřinese žádné zlepšení vlastnosti elektrické soustavy v motorovém voze M131.1454, je třeba ji jako jednu z variant uvažovat. Při výměně točivého stroje, tedy generátoru by pak byla dost možná nutností. V dnešní době se nabízí namísto obvodu s diskrétními součástkami použít záležitost řízenou mikroprocesorem. Takové možnosti mohou poskytovat i amatérské kity, např. založené na platformě Arduino.

V regulátoru dobíjení pro derivační dynamo je třeba stále zajišťovat stejné podmínky, jaké jsou vzpomenuty už u regulátoru soustavy ERA. Na základě dohledu dobíjecího napětí a dodávaného proudu je regulováno buzení stroje, kterým pak teče menší či větší proud. V zařízení zpravidla figuruje nadřazená smyčka napěťového omezení a podřízená smyčka proudového omezení.

## 3.3 Dosazení statického dobíječe

### 3.3.1 Měníč dobíječe využívaný u jiných motorových vozů

Odpovídajícím zařízením může být opět přístroj z elektrické výzbroje motorové jednotky řady 814. V její konstrukci je použito statického dobíječe výrobce Elen Brno, typ FC 230-1000-24. Jak už označení napovídá, jmenovité napájecí napětí je 230 V, udávaný výkon 1 kW a výstupní stejnosměrné napětí 24 V. Na výstupu měniče je poskytováno konstantní napětí s proudovým omezením. [30]



Obrázek 18 - Skříň měniče FC 230-1000-24. Převzato z [30]

Zmíněné zařízení disponuje řadou výhod, mezi které jistě patří schválení pro užití v železničních kolejových vozidlech, ochrany obvodů nebo galvanické oddělení vstupních a výstupních obvodů. Skříň je také určena k montáži na silentbloky, které částečně utlumí případné nebezpečné otřesy. Pro montáž do motorového vozu řady M131.1 se však prvek nejvíce jako vhodný kvůli rozměrům skříně (výška 41 cm), která musí být navíc instalována ve svislé poloze. [30]

### **3.3.2 Využití automobilové nabíječky**

Pro mimosezonní a další udržovací nabíjení akumulátorů lze jednoduše využít automobilovou nabíječku pro nákladní vozidla, kde je síť 24 V běžnou záležitostí. Jedná se však o jakési externí zařízení, které nemá ve voze své pevné (zabudované) místo a do jisté míry se vyznačuje i křehkostí, která u předchozího případu pododdílu 3.3.1 s poměrně robustní skříní nebyla zřejmá. Rovněž zde chybí jakékoliv doporučení k využívání automobilové nabíječky jako drážního určeného technického zařízení.

V příslušenství motorového vozu M131.1454 je v současnosti dostupná malá přenosná nabíječka, která dodává na hladině 24 V proud nejvýše 12 A. S tím souvisí jistá časová náročnost dobíjení i skutečnost. Zároveň není dosahováno ani doporučeného nabíjecího proudu tzv. 1/10 C, tedy jehož hodnota v ampérech by odpovídala desetina kapacitě akumulátorové baterie v ampérhodinách. [15]

## **3.4 Porovnání možných typů vozových akumulátorových baterií**

### **3.4.1 Olověné akumulátory**

Již dlouhá léta používanými výrobky jsou akumulátory německé značky VARTA. Vzhledem k dostatečnému prostoru ve skříní pod motorovým vozem M131.1454 by bylo možné zde umístit celkem čtyři akumulátory v sérioparalelním zapojení, čímž by bylo dosaženo vyšší kapacity. Zároveň se však mohou projevit rozdílné vlastnosti jednotlivých akumulátorů (je třeba spojovat jen „dokonale stejné“ jednotky) a cenové poměry (pro kapacitu 290 Ah jde o investici ve výši 14 400 Kč). A tak kompromisním řešením mohou být akumulátory o málo menších rozměrech s mírně vyšší kapacitou.

Akumulátor VARTA Promotive Silver 725 103 115 se vyznačuje kapacitou 225 Ah a nejvyšším dovoleným vybíjecím proudem 1 150 A. Rozměry jsou srovnatelné s údaji uvedenými v pododdílu 1.3.3, tedy půdorysně 518 × 276 mm a na výšku 242 mm. Jeden

akumulátor (s napětím 12 V) je dostupný za přibližně 5 600 Kč, přičemž výrobce inzeruje minimální samovybití a skladovatelnost 18 měsíců. [31]

Akumulátor VARTA Promotive EFB 740 500 120 se vyznačuje kapacitou 240 Ah a nejvyšším dovoleným vybíjecím proudem 1 200 A. Rozměry jsou shodné s předchozím odstavcem, tedy půdorysně 518 × 276 mm a na výšku 242 mm. Jeden akumulátor (s napětím 12 V) je dostupný za přibližně 6 400 Kč, přičemž výrobce inzeruje odolnost proti vibracím a 100% bezúdržbovost. [32]



Obrázek 19 - Akumulátorové baterie VARTA Promotive EFB a Promotive Silver. Převzato z [34]

### 3.4.2 Nikl-kadmiové akumulátory

Akumulátory na bázi NiCd poskytují například vyšší počet nabíjecích cyklů, nebo jsou mnohem odolnější při skladování ve vybitém stavu. Jmenovité napětí jednoho článku je nižší než u olovených akumulátorů, a to 1,2 V. Spojování článků do baterií poskytuje např. výrobce Saft-Ferak, avšak při daném objemu je obtížnější dosáhnout vyšší kapacity akumulátoru.

## 4 ZHODNOCENÍ A VÝBĚR VHODNÉ VARIANTY

### 4.1 Ekonomická úvaha v souvislosti s možnou rekonstrukcí

Patrně žádná z popsaných možností rekonstrukce elektrické soustavy motorového vozu M131.1454 nepřinese úspory provozních nákladů. Vložené investiční náklady tak lze považovat za nutnou reži v souvislosti s udržením vhodného stavu a prostředí motorového vozu. Na druhou stranu mohou některé úpravy přinést úlevu personálu ve vytvoření jakési jistoty či zmenšení starostí.

Pro výpočet nákladů bude zvolena jedna z nejjednodušších variant rekonstrukce. V úvahu nyní přijde dosazení kapacitnějších akumulátorových baterií, k jejichž dobíjení má dle pododdílu 2.1.1 dynamo dostatečný přebytek výkonu. Zároveň lze uvažovat pořízení měniče pro napájení drobných osobních spotřebičů či výpočetní elektroniky, jak je popsán v pododdíle 2.2.2. Investici pak lze shrnout následovně:

**Tabulka 4 - Finanční náklady jednoduché úpravy v elektrické výzbroji vozu M131.1454**

<b>Zařízení</b>	<b>Množství</b>	<b>Cena celkem</b>
Měnič 24 V ss / 230 V stř Whitenergy	1 ks	650,00 Kč
Akumulátor Varta Promotive Silver 225 Ah	2 ks	11 200,00 Kč
<b>Celkem</b>		<b>11 850,00 Kč</b>

Byť se nejedná o nijak zásadní zásah do vlastností či konstrukce vozu, cena už není zanedbatelná. Může odpovídat režii za zhruba dvouleté provozování motorového vozu a představuje asi desetinu nákladů na generální opravu spalovacího motoru.

### 4.2 Vliv případné rekonstrukce na provoz a údržbu motorového vozu

V oddíle 4.1 zvolená jednoduchá úprava nejspíše nepřinese žádné změny v postupech údržby motorového vozu. Zvolený akumulátor je dále v případě dlouhodobého odstavení potřeba udržovat na napětí přibližně  $2 \times 13,8$  V.

Po dosazení měniče na 230 V mohou být usnadněny některé úkony během výkonu dopravní služby. Během provozu motorového vozu totiž bude možné dobíjet drobné elektrospotřebiče, např. mobilní telefon či přenosnou simplexní vysílačku.

### **4.3 Snaha o udržení původního stavu historického vozidla**

Při provozu historických železničních kolejových vozidel, mezi která už motorový vůz M131.1454 bezpečně patří, bývá dobrým zvykem klást důraz na zachování tzv. věrnosti originálu. Jednou stranou mince je zevnějšek vozidla a salon pro cestující, jehož původnost rozezná snadno i oko laika. Na druhé straně však stojí technické vybavení vozidla, které cestující často nemá důvod ani vnímat. Zpravidla mužští zájemci si během prohlídky či svezení rádi nechají povyprávět o strojním vybavení i maličkostech, které jsou na vozidle použity. Ale už málokdo má to štěstí, aby původnost, originalitu či věrnost přístrojů i detailů sledoval podrobně a hlavně dlouhodobě.

Zmíněné úpravy, ať už na motorovém voze M131.1454 provedeny byly, nebo se teprve mohou plánovat, naštěstí nepoškozují historický ráz a původnost vozidla. Tato skutečnost necht' je přičtena k dobru nejen lidem, kteří v průběhu 63 let věnovali pozornost a péči tomuto motorovému vozu, ale i konstruktérům jednotlivých zařízení, neboť jejich výdrž až dokonalost (nebo někdy naopak jednoduchost) je úctyhodná.

## 5 ZÁVĚR

První kapitola práce přinesla alespoň stručný přehled o tom, jak vypadala a konečně i vypadá elektrická soustava historického motorového vozu, který se do značné míry bez elektrických zařízení obešel. Popsané či shrnuté vlastnosti soustav vibračních regulátorů dobíjení i v dnešní době nachází smysl, neboť tato zařízení jsou v některých případech stále provozována. Navíc je dobré připomenout, že principy toku elektrické energie, jak fungovaly při využití mechanických spínacích prvků, musí být zákonitě zachovány do dnešních dnů, kdy otěže převzaly elektronické polovodičové součástky. Ty jsou často řádově rychlejší a bezúdržbové, avšak – zjednodušeně řečeno – provádějí stále totéž.

Sestavené energetické požadavky celé elektrické výzbroje nejen dávají tušit, jaký vliv na spotřebu mají zdánlivé maličkosti, jako je provoz za snížené viditelnosti. Uvedené tabulky lze navíc rozšířit, zobecnit či zjednodušit pro další vozidla, např. i ze sbírek Kroměřížské dráhy – zavazadlové vozíky s elektrickým pohonem i spalovacím motorem.

Možnosti doplnění dalších prvků do elektrické výzbroje se nadále jeví jako ne zcela nutné. V některých případech s sebou návrhy bohužel nesou i značné složitosti s prostorovými možnostmi, k historické věrnosti vozidla nehledě. Předpokládá se ale, že možnost dobíjet přenosný osobní počítač či mobilní telefon strojvedoucího během několikadenních jízd vozu bude přijata s povděkem a úspěšně využívána. Stejně tak se do užívání dostanou elektrická schémata, zejména to v části označené jako Příloha D. Příkladem jejich využití mohou být drobné práce údržby nebo výměna přetavené pojistky.

V samém závěru práce je snad namístě popřát nejen motorovému vozu M131.1454 bezproblémový provoz, ale i řadu dílčích úspěchů. Nechť nadále přináší radost svým cestujícím, jakož i personálu, který o něj kdy bude pečovat.

## 6 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] Motorový vůz řady 801 (M 131.1). In: ŠVESTKA, David. *Atlas lokomotiv* [online]. Praha: Spolek ŽelPage, c2004-2018 [cit. 2018-05-02]. Dostupné z: <http://www.atlaslokomotiv.net/loko-801.html>
- [2] Tatra 111. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001 [cit. 2018-05-02]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Tatra\\_111&oldid=15876067](https://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Tatra_111&oldid=15876067)
- [3] ANÝŽ, Jaroslav et al. *Technický průvodce: Elektrotechnika VI. - Elektrické světlo. II.* vydání, přepracované. Praha: Vědecko-technické nakladatelství, 1950. Česká matice technická.
- [4] Osvětlení elektrické. *Příručka pro strojvůdce a topiče*. 1. vydání. Praha: Ministerstvo železnic, 1928, s. 310-317.
- [5] BUTSCHEK, Alan. Kartotéka železničních osobních vozů. *Alan Butschek: Železniční zajímavosti* [online]. Rosice u Brna, c2001-2018 [cit. 2018-05-09]. Dostupné z: <http://www.alanbutschek.cz/osvozy/kov.htm>
- [6] HOŠŤÁLEK, Petr. TATRA nákladní typ 111. In: *Jihočeské motocyklove museum* [online]. České Budějovice: Jihočeské Motocyklové Museum, 2018 [cit. 2018-05-10]. Dostupné z: [https://motomuseum-hostalek.cz/index.php?grhead=2&nav=01&id\\_group=25&t=\\_art\\_print&id\\_art=425](https://motomuseum-hostalek.cz/index.php?grhead=2&nav=01&id_group=25&t=_art_print&id_art=425)
- [7] TATRA, N. P. *Návod pro řízení a obsluhu motorových vozů řady M131.1*. 1. vydání. Kopřivnice: Tiskem knihtiskárny J. Richtra ve Frýdku, 1948.
- [8] *Návod pro řízení, obsluhu a udržování motorových vozů řady M131.1: Obrazové tabulky k publikaci*. II. vydání. Studénka-Butovice: Tatra, n. p., 1955.
- [9] KALINA, Martin. M 131.1184. In: *Železniční poklady* [online]. c2014-2018 [cit. 2018-05-10]. Dostupné z: <http://www.zeleznicnipoklady.cz/?product=m-131-1184>

- [10] Autopart 690-760. *AUTOPART - Akumulatory z Mielca* [online]. Mielec: AUTOPART, 2017 [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: <http://www.autopart.pl/690-760>
- [11] Mechanický bateriový odpojovač Magneton 24V. *KAROSA díly a jiné..* [online]. Borek: E-shop Karosa, 2018 [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: <http://www.e-shop-karosa.cz/elektro-soucastky--ovladace--spotrebice/mechanicky-bateriovy-odpojovac-24v/>
- [12] PRŮŽEK, Jan. *Motorové lokomotivy řady T 211.0 a T 212.1*. 1. vyd. Praha: Nakladatelství dopravy a spojů, 1979.
- [13] AUTOBRZDY JABLONEC. *Naftové topení 6 BON 3 (6 CON 3): Návod k obsluze a udržování*. 1. vyd. Rakovník: Obchodně technická služba Autobrzdý Jablonec, 1983.
- [14] D8LC. *Eberspächer* [online]. Ringwood, 2018 [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: <https://www.eberspacher.com/products/fuel-operated-heaters/air-heating/d8lc.html>
- [15] SADÍLEK, Ondřej. *Akumulátory energie: přehled vybraných typů článků pro trakční účely*. Pardubice: Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, Katedra elektrotechniky, elektroniky a zabezpečovací techniky v dopravě, 2017.
- [16] Motorové vozy řad 810, 809 (M 152.0). In: ŠVESTKA, David. *Atlas lokomotiv* [online]. Praha: Spolek ŽelPage, c2004-2018 [cit. 2018-05-17]. Dostupné z: <http://www.atlaslokomotiv.net/loko-810.html>
- [17] Motorová jednotka řady 814 ČD "Regionova". In: ŠVESTKA, David. *Atlas lokomotiv* [online]. Praha: Spolek ŽelPage, c2004-2018 [cit. 2018-05-17]. Dostupné z: <http://www.atlaslokomotiv.net/loko-814.html>
- [18] KOBZA, Karel. Modernizace motorových vozů řady 842. In: *Vědeckotechnický sborník ČD č. 32/2011* [online]. Praha: České dráhy, Generální ředitelství, 2011, s. 1-13 [cit. 2018-05-17]. ISSN 1214-9047. Dostupné z: <https://vts.cd.cz/documents/168518/168642/3202.pdf/d2f85d5f-ca10-42d4-9e12-8f5a60edea30>
- [19] JARZAB, K. POJAZDY SZYNOWE PESA. *Technický popis: Dvoučlenná motorová*

- souprava typ 844*. Bydgoszcz, 2012. 844 0123-1.
- [20] VODŇANSKÝ, František. Nabíjení akumulátorové baterie. ULIARCZYK, Augustin, František VODŇANSKÝ, Josef ŠULCEK, Václav PANTŮČEK a Miroslav FRAJER. *Elektrická schemata dieselelektrických lokomotiv a motorových vozů*. 1. vyd. Praha: Nakladatelství dopravy a spojů, 1970, s. 72-86.
- [21] ULIARCZYK, Augustin. *Elektrická výzbroj dieselelektrických lokomotiv ČKD*. 1. vyd. Praha: Nadas, 1983.
- [22] TKS/HZ, . ČKD. *Elektronický regulátor nabíjení GC 11*. Praha, 1977.
- [23] KUBÍN, Pavel. *Elektrická zařízení osobních automobilů*. 1. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1973. Řada elektrotechnické literatury.
- [24] ŽIVNÝ, Karel. *Vytápění a osvětlování železničních osobních vozů*. 1. vyd. Praha: Nakladatelství dopravy a spojů, 1986.
- [25] Whitenergy měnič napětí DC/AC 24V / 230V, 400W, USB (06582). In: *T.S.BOHEMIA* [online]. Olomouc: c2018, CyberSoft [cit. 2018-05-18]. Dostupné z: [https://www.tsbohemia.cz/whitenergy-menic-napeti-dc-ac-24v-230v-400w-usb\\_d198645.html](https://www.tsbohemia.cz/whitenergy-menic-napeti-dc-ac-24v-230v-400w-usb_d198645.html)
- [26] Vozidlová radiostanice VS67. In: *T - CZ Radiolokační a radiokomunikační systémy* [online]. Pardubice: T-CZ, c2011-2013 [cit. 2018-05-18]. Dostupné z: <http://www.tcz.cz/cs/radiokomunikace/radiove-systemy/trs-tratovy-radiovy-system-v-pasmu-450-mhz/59-produkty-a-sluzby/radiokomunikace/vozidlove-radiostanice/74>
- [27] Vyhláška č. 100/1995 Sb. In: *Ministerstvo dopravy ČR* [online]. Praha: Ministerstvo dopravy ČR, 2018 [cit. 2018-05-18]. Dostupné z: <https://www.mdcz.cz/getattachment/Dokumenty/Drazni-doprava/Legislativa-v-drazni-doprave/Narizeni-vlady-a-vyhlasky-v-drazni-doprave/100-1995-k-1-5-2017.pdf.aspx?lang=cs-CZ>
- [28] Stejnoseměrné motory: Digital Factory & Process Industries and Drives. *Siemens Česká republika* [online]. Praha: Siemens, c1996-2018 [cit. 2018-05-18]. Dostupné z:

- <http://stest1.etnetera.cz/ad/current/index.php?vw=0&ctxnh=3536e0f554&ctxp=home>
- [29] Alternátor TATRA 28V/55A dvoudráž.řemenice. In: *EVV-MORAVIA s.r.o.* [online]. Kroměříž: EVV-MORAVIA, 2018 [cit. 2018-05-18]. Dostupné z: <https://www.evv.cz/9515631-alternator-tatra---28v55a---dvoudrazremenice/>
- [30] Měnič FCA 230-1000-24: Popis a použití. In: *ELEN Brno* [online]. Brno: ELEN Brno, 2018 [cit. 2018-05-18]. Dostupné z: <https://www.elenbrno.cz/index.php/menice/menice-ac-dc/fca-230-1000-24>
- [31] Varta Promotive Silver 12V 225Ah 1150A 725 103 115. In: *Heureka.cz - Porovnání cen a srovnání produktů z internetových obchodů* [online]. Zlín: Rockaway, c2000-2018 [cit. 2018-05-18]. Dostupné z: <https://autobaterie.heureka.cz/varta-promotive-silver-12v-225ah-1150a-725-103-115/specifikace/#section>
- [32] Varta Promotive EFB 12V 240Ah 1200A 740 500 120. In: *Heureka.cz - Porovnání cen a srovnání produktů z internetových obchodů* [online]. Zlín: Rockaway, c2000-2018 [cit. 2018-05-18]. Dostupné z: <https://autobaterie.heureka.cz/varta-promotive-efb-12v-240ah-1200a-740-500-120/#>
- [33] Teplovzdušné topení Eberspächer Airtronic. *Eberspächer* [online]. Praha, 2018 [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: <https://www.eberspaecher.cz/vyrobky/palivove-topne-systemy/portfolio-vyrobku/teplvzdusna-topeni.html>
- [34] 740 500 120. In: *VARTA® Batteries* [online]. Česká Lípa: Johnson Controls, 2018 [cit. 2018-05-18]. Dostupné z: <https://www.varta-automotive.cz/cs-cz/vyrobky/varta-promotive-efb/740-500-120>

## 7 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 - Motorový vůz M131.1454 s přípojným vozem řady Clm. Autor fotografie: Filip Žlotíř .....	12
Obrázek 2 - Přístup k pomocným pohonům v podlaze vozu M131.1. Autor fotografie: Jan Židlík.....	13
Obrázek 3 - Regulátor ERA ve voze č. Ci4-4694 ČSD. Fotografie: autor práce .....	16
Obrázek 4 - Dynamo a část hřídele pomocných pohonů v motorovém voze M131.1454. Autor fotografie: Jan Židlík .....	18
Obrázek 5 - Deska elektronického regulátoru dobíjení ve voze M131.1454. Autor fotografie: Jan Židlík .....	19
Obrázek 6 - Skříň regulátoru dobíjení (vpravo) a termostat nezávislého topení (vlevo) na stanovišti strojvedoucího v motorovém voze M131.1454. Fotografie: autor práce .....	20
Obrázek 7 - Skříň s vozovými akumulátory motorového vozu M131.1454. Autor fotografie: Jan Židlík .....	21
Obrázek 8 - Startér a jeho připevnění ke spalovacímu motoru vozu M131.1454. Autor fotografie: Dominik Řihák.....	22
Obrázek 9 - Princip funkce teplovzdušného topení Eberspächer. Převzato z [33].....	23
Obrázek 10 - Ovládací prvky integrované v pultu na stanovišti strojvedoucího motorového vozu M131.1454. Autor fotografie: Dominik Řihák .....	24
Obrázek 11 - Stanoviště strojvedoucího v rekonstruovaném motorovém voze řady 810 ČD. Autor fotografie: Jan Židlík .....	28
Obrázek 12 - Motorová jednotka ČD 844.008 během vyvazovací opravy. Autor fotografie: Stanislav Plachý.....	31
Obrázek 13 - Stanoviště strojvedoucího dieselelektrické lokomotivy řady 742 ČD, vpravo na skříni rozvaděče patrné měřicí přístroje baterie. Autor fotografie: Dominik Řihák.....	32
Obrázek 14 - Zavěšení alternátoru pod vozem č. Clm5-2345. Fotografie: autor práce .....	38
Obrázek 15 - Pohled na vůz Clm5-2345. Autor fotografie: Stanislav Plachý .....	39
Obrázek 16 - Měnič 24 V ss / 230 V stř značky Whitenergy. Převzato z [25].....	41
Obrázek 17 - Stanoviště strojvedoucího motorového vozu řady 810 ČD, vlevo nahoře ovládací panel vozidlové radiostanice T-CZ VS47. Autor fotografie: Dominik Řihák .....	42
Obrázek 18 - Skříň měniče FC 230-1000-24. Převzato z [30] .....	45
Obrázek 19 - Akumulátorové baterie VARTA Promotive EFB a Promotive Silver. Převzato z [34].....	47

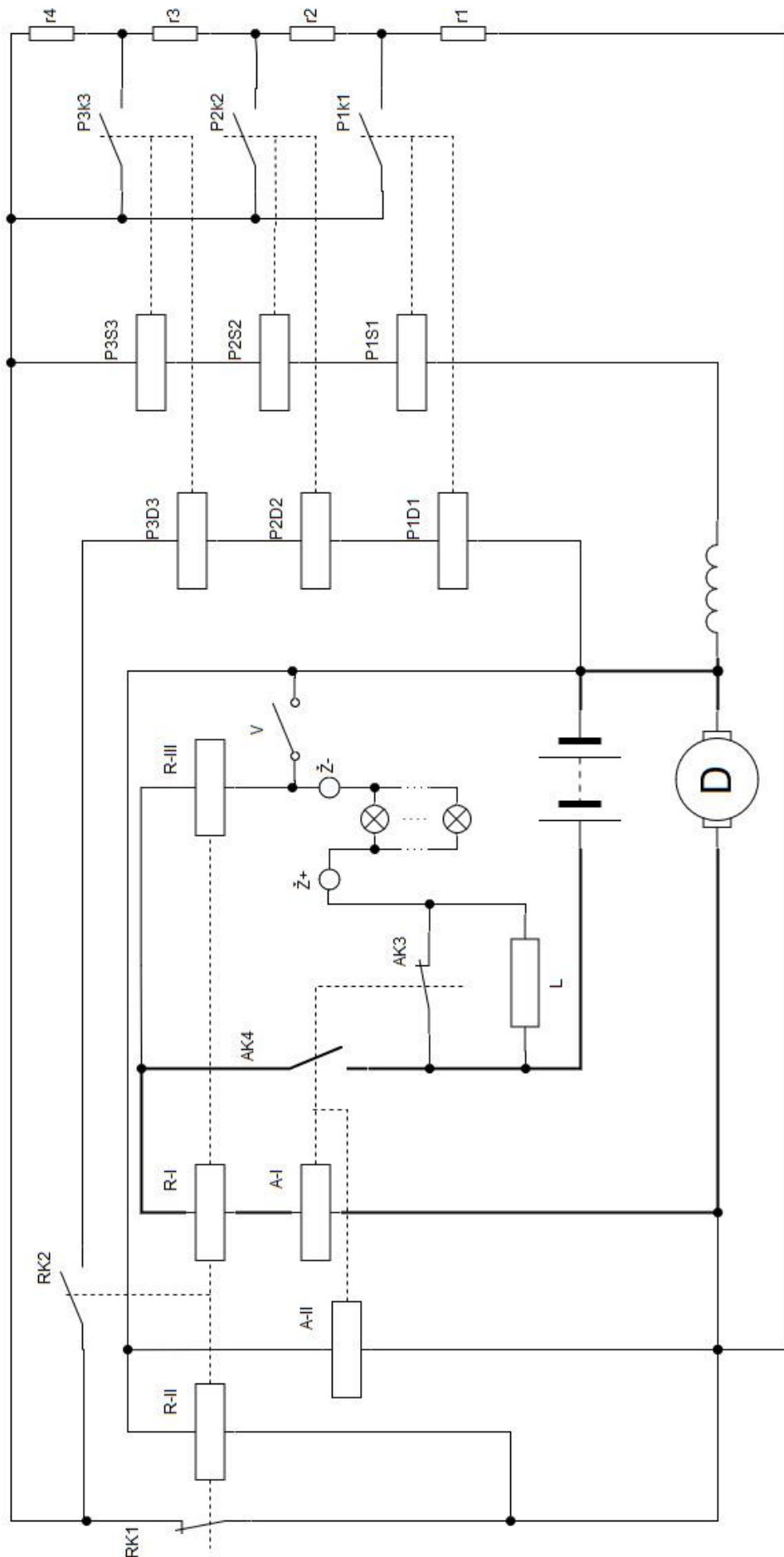
## **8 SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1 - Energetická bilance motorového vozu M131.1454 v ustáleném stavu .....	33
Tabulka 2 - Energetická bilance vozu č. Clm5-2345 (část spotřeby) .....	38
Tabulka 3 - Společná energetická bilance vozidel M131.1454 a Clm5-2345 .....	39
Tabulka 4 - Finanční náklady jednoduché úpravy v elektrické výzbroji vozu M131.1454 .....	48

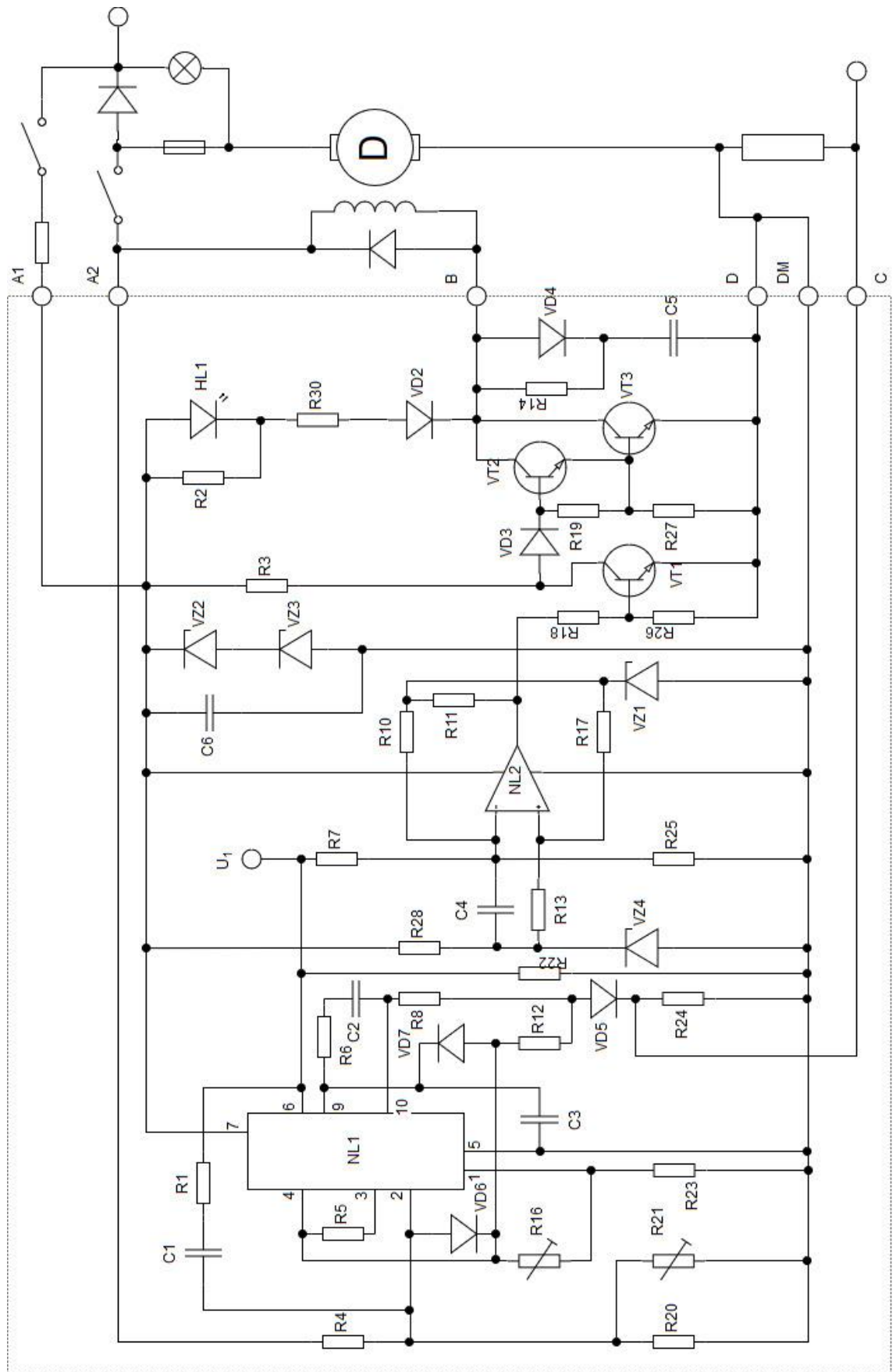
## **9 PŘÍLOHY**

Příloha A - Schéma vibračního regulátoru dobíjení ERA [3].....	58
Příloha B - Schéma elektronického regulátoru dobíjení YRN3 .....	59
Příloha C - Prvky elektronického regulátoru dobíjení YRN3.....	60
Příloha D - Schéma elektroinstalace v motorovém voze M131.1454 .....	61
Příloha E - Položky ve schématu zapojení elektroinstalace vozu M131.1454 .....	63

Příloha A - Schéma vibračního regulátoru dobíjení ERA [3]



Příloha B - Schéma elektronického regulátoru dobíjení YRN3

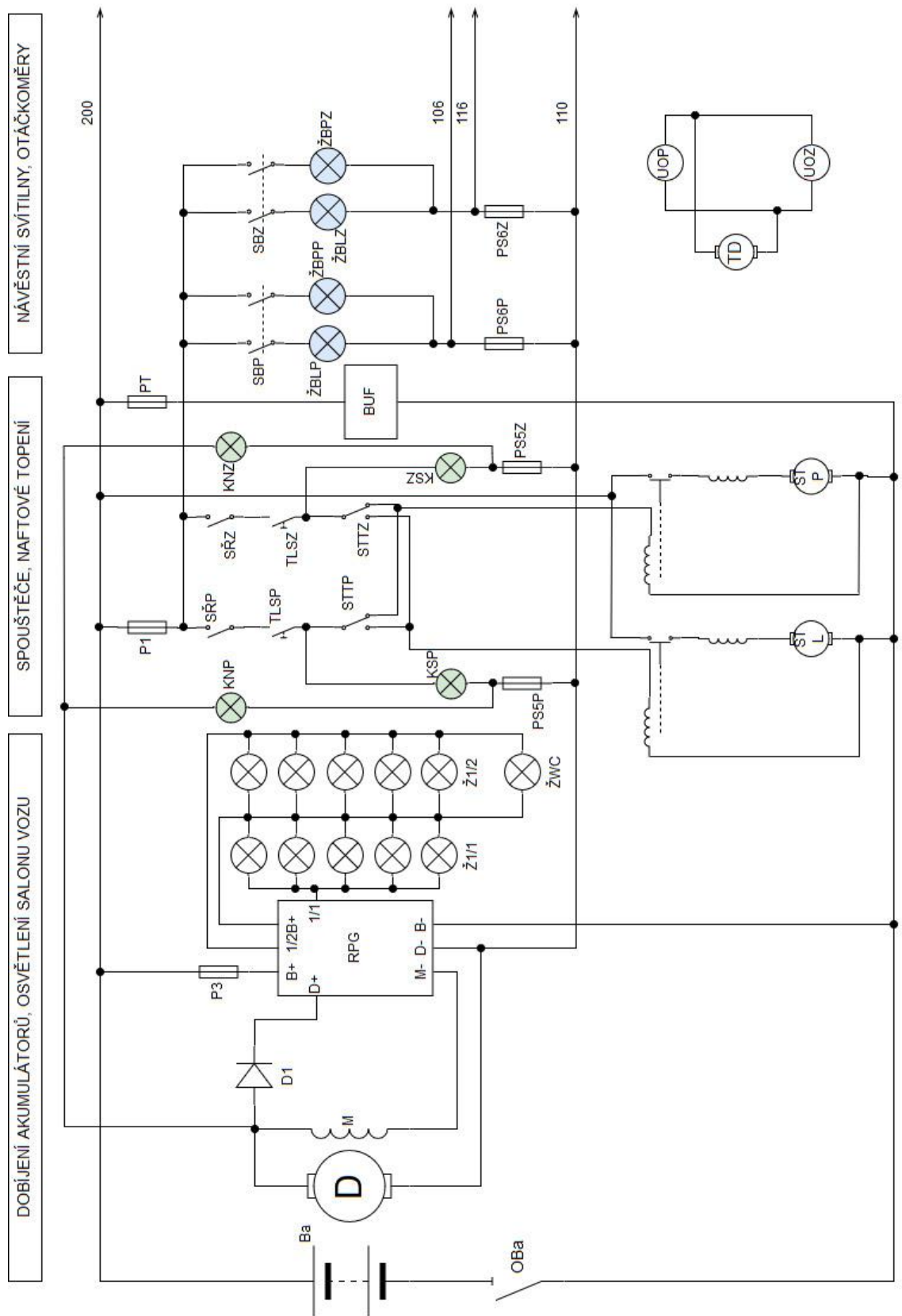


Příloha C - Prvky elektronického regulátoru dobíjení YRN3

Označení	Rezistor	Typ
R1	180k J	TR192
R2	2k7 J	TR192
R3	180R F	TR512
R4	100k F	TR192
R5	6k8 J	TR192
R6	47k J	TR192
R7	27k J	TR192
R8	3k3 J	TR192
R10	47k J	TR192
R11	4k7 J	TR192
R12	4k7 J	TR192
R13	10k J	TR192
R14	470R J	TR192
R16	42k2	TR192
R17	330k J	TR192
R18	2k7 J	TR192
R19	56R J	TR192
R20	7k50 F	TR192
R21		TR192
R22	10k J	TR192
R23	1k8 J	TR192
R24	100R J	TR192
R25	56k J	TR192
R26	330R J	TR192
R27	56R J	TR192
R28	4k7 J	TR192
R30	2k7 J	TR192

Označení	Součást	Typ
HL1	LED dioda	LQ1131
VT1	Tranzistor	KFY46
VT2	Tranzistor	SU167
VT3	Tranzistor	SU167
NL1	Stabilizátor napětí	MAA723
NL2	Operační zesilovač	MAA741
C1	Kondenzátor 2u2 K	TC205
C2	Kondenzátor 2u2 K	TC205
C3	Kondenzátor 220p K	TC277
C4	Kondenzátor 470n K	TC205
C5	Kondenzátor 150n K	TC206
C6	Kondenzátor 47n K	TC206
VD2	Dioda	1N4007
VD3	Dioda	1N4007
VD4	Dioda	KY132/1250
VD5	Dioda	KAY21
VD6	Dioda	KAY21
VD7	Dioda	KAY21
VZ1	Stabilizační dioda	KZ260/15
VZ2	Stabilizační dioda	KZ260/15
VZ3	Stabilizační dioda	KZ260/15
VZ4	Stabilizační dioda	KZ241/7V5

Příloha D - Schéma elektroinstalace v motorovém voze M131.1454





Příloha E - Položky ve schématu zapojení elektroinstalace vozu M131.1454

Označení	Prvek	Popis	Umístění
Ba	Vozová baterie	24 V, 190 Ah, 1 100 A	Skříň pod vozem
BUF	Jednotka naftového topení	Eberspächer D8L-C	Skříň pod vozem
D	Dynamo	MEZ Brno EO 210; 30 V, 1 kW	Pomocný rám pohonného agregátu
D1	Polovodičová dioda	Zabraňuje toku energie z baterie do dynama	Skříň na stanovišti strojvedoucího
M	Buzení dynama	Derivační vinutí 20 $\Omega$	Pomocný rám pohonného agregátu
OBa	Odpojovač baterie	Magneton 443 815 432 020	Skříň pod vozem
RPG	Elektronický regulátor dobíjení	YRN3	Skříň na stanovišti strojvedoucího
TD	Tachodynamo	Pro měření otáček spalovacího motoru	Pomocný rám pohonného agregátu
KČLP	Kontrolka levého červeného pozičního světla	Svítlí, je-li v provozu levé červené návěstní světlo na čele Z	Pult strojvedoucího na stanovišti P
KČLZ	Kontrolka levého červeného pozičního světla	Svítlí, je-li v provozu levé červené návěstní světlo na čele P	Pult strojvedoucího na stanovišti Z
KČPP	Kontrolka pravého červeného pozičního světla	Svítlí, je-li v provozu pravé červené návěstní světlo na čele Z	Pult strojvedoucího na stanovišti P
KČPZ	Kontrolka pravého červeného pozičního světla	Svítlí, je-li v provozu pravé červené návěstní světlo na čele P	Pult strojvedoucího na stanovišti Z
KNP	Kontrolka nabíjení	Svítlí, je-li dynamo v chodu	Pult strojvedoucího na stanovišti P
KNZ	Kontrolka nabíjení	Svítlí, je-li dynamo v chodu	Pult strojvedoucího na stanovišti Z
KOP	Kontrolka tlaku oleje	Svítlí při dostatečném mazacím tlaku oleje	Pult strojvedoucího na stanovišti P
KOZ	Kontrolka tlaku oleje	Svítlí při dostatečném mazacím tlaku oleje	Pult strojvedoucího na stanovišti Z
KSPP	Kontrolka směru vpřed	Svítlí při zařazeném směru vpřed a odpovídající poloze SKSP	Pult strojvedoucího na stanovišti P
KSPZ	Kontrolka směru vpřed	Svítlí při zařazeném směru vpřed a odpovídající poloze SKSZ	Pult strojvedoucího na stanovišti Z

Označení	Prvek	Popis	Umístění
KSTP	Kontrolka spouštěče	Svítlí, je-li připojen spouštěč	Pult strojvedoucího na stanovišti P
KSTZ	Kontrolka spouštěče	Svítlí, je-li připojen spouštěč	Pult strojvedoucího na stanovišti Z
KSZP	Kontrolka směru vzad	Svítlí při zařazeném směru vzad a odpovídající poloze SKSP	Pult strojvedoucího na stanovišti P
KSZZ	Kontrolka směru vzad	Svítlí při zařazeném směru vzad a odpovídající poloze SKSZ	Pult strojvedoucího na stanovišti Z
KVLP	Kontrolka ventilátoru levého	Svítlí při proudění vzduchu levým tunelem chlazení	Pult strojvedoucího na stanovišti P
KVLZ	Kontrolka ventilátoru levého	Svítlí při proudění vzduchu levým tunelem chlazení	Pult strojvedoucího na stanovišti Z
KVPP	Kontrolka ventilátoru pravého	Svítlí při proudění vzduchu pravým tunelem chlazení	Pult strojvedoucího na stanovišti P
KVPZ	Kontrolka ventilátoru pravého	Svítlí při proudění vzduchu pravým tunelem chlazení	Pult strojvedoucího na stanovišti Z
P1	Pojistka pozičních světel a ovládání spouštěčů	30 A	Pojistková skříň pod vozem
P2	Pojistka žárovek pro návěstní svítlny a stanoviště	30 A	Pojistková skříň pod vozem
P3	Pojistka vozového rozvaděče	30 A	Pojistková skříň pod vozem
PS1P	Pojistka stanoviště 1	Pro osvětlení stanoviště	Pult strojvedoucího na stanovišti P
PS1Z	Pojistka stanoviště 1	Pro osvětlení stanoviště	Pult strojvedoucího na stanovišti Z
PS2P	Pojistka stanoviště 2	Pro elektrický ohřev čelního skla	Pult strojvedoucího na stanovišti P
PS2Z	Pojistka stanoviště 2	Pro elektrický ohřev čelního skla	Pult strojvedoucího na stanovišti Z
PS3P	Pojistka stanoviště 3	Pro kontrolku tlaku oleje	Pult strojvedoucího na stanovišti P
PS3Z	Pojistka stanoviště 3	Pro kontrolku tlaku oleje	Pult strojvedoucího na stanovišti Z
PS4P	Pojistka stanoviště 4	Pro kontrolky směru a ventilátorů	Pult strojvedoucího na stanovišti P

Označení	Prvek	Popis	Umístění
PS4Z	Pojistka stanoviště 4	Pro kontrolky směru a ventilátorů	Pult strojvedoucího na stanovišti Z
PS5P	Pojistka stanoviště 5	Pro kontrolky nabíjení a spouštěče	Pult strojvedoucího na stanovišti P
PS5Z	Pojistka stanoviště 5	Pro kontrolky nabíjení a spouštěče	Pult strojvedoucího na stanovišti Z
PS6P	Pojistka stanoviště 6	Pro návěstní svítilny	Pult strojvedoucího na stanovišti P
PS6Z	Pojistka stanoviště 6	Pro návěstní svítilny	Pult strojvedoucího na stanovišti Z
PT	Pojistka topení	30 A	Skříň na stanovišti strojvedoucího
R4P	Rezistor stanoviště 4	Pro tlumení reflektoru	Pult strojvedoucího na stanovišti P
R4Z	Rezistor stanoviště 4	Pro tlumení reflektoru	Pult strojvedoucího na stanovišti Z
R5P	Rezistor stanoviště 5	Pro zmenšení proudu do KČLP	Pult strojvedoucího na stanovišti P
R5Z	Rezistor stanoviště 5	Pro zmenšení proudu do KČLZ	Pult strojvedoucího na stanovišti Z
R6P	Rezistor stanoviště 6	Pro zmenšení proudu do KČPP	Pult strojvedoucího na stanovišti P
R6Z	Rezistor stanoviště 6	Pro zmenšení proudu do KČPZ	Pult strojvedoucího na stanovišti Z
SBP	Přepínač bílých pozičních světel	Polohy: 0, L, P, L+P	Pult strojvedoucího na stanovišti P
SBZ	Přepínač bílých pozičních světel	Polohy: 0, L, P, L+P	Pult strojvedoucího na stanovišti Z
SČP	Přepínač červených pozičních světel	Polohy: 0, L, P, L+P	Pult strojvedoucího na stanovišti P
SČZ	Přepínač červených pozičních světel	Polohy: 0, L, P, L+P	Pult strojvedoucího na stanovišti Z
SKSP	Přepínač kontrolky směru	Polohy: 0, P, Z	Pult strojvedoucího na stanovišti P
SKSZ	Přepínač kontrolky směru	Polohy: 0, P, Z	Pult strojvedoucího na stanovišti Z
SORP	Přepínač osvětlení strojvedoucího	Polohy: 0, 1	Pult strojvedoucího na stanovišti P
SORZ	Přepínač osvětlení strojvedoucího	Polohy: 0, 1	Pult strojvedoucího na stanovišti Z
SOVP	Přepínač osvětlení vlakvedoucího	Polohy: 0, 1	Stěna na stanovišti P

Označení	Prvek	Popis	Umístění
SOVZ	Přepínač osvětlení vlakvedoucího	Polohy: 0, 1	Stěna na stanovišti Z
SRP	Přepínač reflektoru	Polohy: 0, 1/2, 1/1	Pult strojvedoucího na stanovišti P
SRZ	Přepínač reflektoru	Polohy: 0, 1/2, 1/1	Pult strojvedoucího na stanovišti Z
SŘP	Spínač řízení	Sepnuto při zasunutí klíče do spínací skříňky	Pult strojvedoucího na stanovišti P
SŘZ	Spínač řízení	Sepnuto při zasunutí klíče do spínací skříňky	Pult strojvedoucího na stanovišti Z
SSP	Spínač směru vpřed	Sepnuto při zařazeném směru vpřed	Těleso nápravové převodovky
SSTP	Přepínač osvětlení stanoviště	Polohy: 0, 1	Pult strojvedoucího na stanovišti P
SSTZ	Přepínač osvětlení stanoviště	Polohy: 0, 1	Pult strojvedoucího na stanovišti Z
SSZ	Spínač směru vzad	Sepnuto při zařazeném směru vzad	Těleso nápravové převodovky
STL	Spouštěč levý	Magneton PAL 09.9187.042; 24 V, 4,4 kW	Pomocný rám pohonného agregátu
STO	Spínač tlaku oleje	Sepnuto při dostatečném mazacím tlaku oleje	Pomocný rám pohonného agregátu
STP	Spouštěč pravý	Magneton PAL 09.9187.042; 24 V, 4,4 kW	Pomocný rám pohonného agregátu
STTP	Přepínač spouštěče	Polohy: 0, L, P, L+P	Pult strojvedoucího na stanovišti P
STTZ	Přepínač spouštěče	Polohy: 0, L, P, L+P	Pult strojvedoucího na stanovišti Z
SVL	Spínač ventilátoru levého	Sepnuto při proudění vzduchu levým tunelem chlazení	Pomocný rám pohonného agregátu
SVP	Spínač ventilátoru pravého	Sepnuto při proudění vzduchu pravým tunelem chlazení	Pomocný rám pohonného agregátu
TLSP	Tlačítko startu	Pro připojení spouštěče	Pult strojvedoucího na stanovišti P
TLSZ	Tlačítko startu	Pro připojení spouštěče	Pult strojvedoucího na stanovišti Z
UOP	Ukazatel otáčkoměru	Rozsah 0 až 2 500 ot. · min <sup>-1</sup>	Pult strojvedoucího na stanovišti P

Označení	Prvek	Popis	Umístění
UOZ	Ukazatel otáčkoměru	Rozsah 0 až 2 500 ot. · min-1	Pult strojvedoucího na stanovišti Z
ZOP	Zásuvka ohřevu	Pro elektrický ohřev čelního skla	Pult strojvedoucího na stanovišti P
ZOZ	Zásuvka ohřevu	Pro elektrický ohřev čelního skla	Pult strojvedoucího na stanovišti Z
Ž1/1	Žárovky pro úroveň 1/1	5 ks, 24 V, 25 W	Salon pro cestující
Ž1/2	Žárovky pro úroveň 1/2	5 ks, 24 V, 25 W	Salon pro cestující
ŽBLP	Žárovka bílého pozičního světla levého	24 V, 25 W	Návěsní svítidla na čele P
ŽBLZ	Žárovka bílého pozičního světla levého	24 V, 25 W	Návěsní svítidla na čele Z
ŽBPP	Žárovka bílého pozičního světla pravého	24 V, 25 W	Návěsní svítidla na čele P
ŽBPZ	Žárovka bílého pozičního světla pravého	24 V, 25 W	Návěsní svítidla na čele Z
ŽČLP	Žárovka červeného pozičního světla levého	24 V, 25 W	Návěsní svítidla na čele P
ŽČLZ	Žárovka červeného pozičního světla levého	24 V, 25 W	Návěsní svítidla na čele Z
ŽČPP	Žárovka červeného pozičního světla pravého	24 V, 25 W	Návěsní svítidla na čele P
ŽČPZ	Žárovka červeného pozičního světla pravého	24 V, 25 W	Návěsní svítidla na čele Z
ŽOŘP	Žárovka osvětlení strojvedoucího	24 V, 5 W	Štěrbínová svítidla ve stropu stanoviště P
ŽOŘZ	Žárovka osvětlení strojvedoucího	24 V, 5 W	Štěrbínová svítidla ve stropu stanoviště Z
ŽOVP	Žárovka osvětlení vlakvedoucího	24 V, 5 W	Štěrbínová svítidla ve stropu stanoviště P
ŽOVZ	Žárovka osvětlení vlakvedoucího	24 V, 5 W	Štěrbínová svítidla ve stropu stanoviště Z
ŽRP	Žárovka reflektoru	24 V, 60 W	Svítidla reflektoru na čele P
ŽRZ	Žárovka reflektoru	24 V, 60 W	Svítidla reflektoru na čele Z
ŽSTP	Žárovka osvětlení stanoviště	24 V, 25 W	Svítidla ve stropu stanoviště P
ŽSTZ	Žárovka osvětlení stanoviště	24 V, 25 W	Svítidla ve stropu stanoviště Z
ŽWC	Žárovka pro úroveň 1/2	24 V, 25 W	Buňka WC