

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Návrh informačního systému pro řízení údržby a oprav moderních železničních
kolejových vozidel

Ondřej Chudlařský

Bakalářská práce

2020

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Akademický rok: 2019/2020

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE (projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Ondřej Chudlařský**
Osobní číslo: **D16187**
Studijní program: **B3709 Dopravní technologie a spoje**
Studijní obor: **Elektrotechnické a elektronické systémy v dopravě**
Téma práce: **Návrh informačního systému pro řízení údržby a oprav moderních železničních kolejových vozidel**
Zadávací katedra: **Katedra elektrotechniky, elektroniky a zabezpečovací techniky v dopravě**

Zásady pro vypracování

Cílem bakalářské práce bude navrhnout informační systém pro řízení údržby železničních kolejových vozidel tak, aby mohl být implementován do prostředí společnosti, jež se zabývá opravami moderních železničních kolejových vozidel.

Úkolem bakaláře bude:

- 1) Prozkoumat trh s Informačními systémy pro řízení údržby zařízení,
- 2) Zhodnotit stávající řešení, jež je nasazeno v dané firmě,
- 3) Navrhnout datovou strukturu informačního systému,
- 4) Navrhnout postup, jak naplnit vytvořenou datovou strukturu ze stávajících dat,
- 5) Připravit datové podklady pro implementaci,

Rozsah pracovní zprávy:
Rozsah grafických prací:
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam doporučené literatury:

STAŠKOVAN, Petr. *Inovace systému řízení [i.e. řízení] údržby v OKD, a.s.: autoreferát disertační práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita, 2013. ISBN 978-80-248-3098-8.
Firemní dokumentace

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Ondřej Sadílek, Ph.D.**
Katedra elektrotechniky, elektroniky a zabezpečovací
techniky v dopravě

Datum zadání bakalářské práce: **19. prosince 2019**
Termín odevzdání bakalářské práce: **1. června 2020**

L.S.

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

Ing. Dušan Čermák, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 3. února 2020

PROHLÁŠENÍ

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., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, 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. 7/2019 Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 27.5.2020

Ondřej Chudlařský

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval panu Ing. Tomášovi Lelkovi, Ph.D., za umožnění práce na tomto projektu a za poskytnutí mnoha informací a rad. Dále chci poděkovat také ostatním zaměstnancům společnosti Metrans Dyko, za umožnění studijní praxe a předání spousty svých zkušeností v dané problematice. Velké poděkování patří také mému vedoucímu práce, panu Ing. Ondřejovi Sadílkovi, Ph.D.

ANOTACE

Tato práce se zabývá údržbou moderních železničních kolejových vozidel a návrhem systému podporujícího řízení a vyšší efektivitu údržby a oprav. Nejprve je popsán současný systém údržby. Dále práce obsahuje přehled systémů pro podporu řízení údržby v různých odvětvích. Nakonec jsou navrženy funkce a datové struktury systému podporujícího údržbu ve společnosti Metrans Dyko.

KLÍČOVÁ SLOVA

lokomotiva, údržba, oprava, informační systém

TITLE

Design of information system for administration and maintenance of modern railway vehicles

ABSTRACT

This bachelor thesis deals with maintenance of modern railway vehicles and design of information system for administration and higher efficiency of maintenance. At first, the actual system of maintenance is described. Furthermore this bachelor thesis contains the overview of system for support administration maintenance in different industries. Finally, function and data structures of system for support maintenance in the Metrans Dyko company are designed.

KEYWORDS

locomotive, maintenance, repair, information system

OBSAH

SEZNAM OBRÁZKŮ	9
SEZNAM TABULEK	10
SEZNAM ZKRATEK	11
ÚVOD	13
1 ÚDRŽBA MODERNÍCH ELEKTRICKÝCH LOKOMOTIV	14
1.1 CHARAKTERISTIKA LOKOMOTIV OPRAVOVANÝCH VE FIRMĚ DYKO	14
1.1.1 Traxx	14
1.1.2 Vectron	15
1.1.3 Herkules	16
1.1.4 Řada 162	17
1.1.5 Řada 845	18
1.1.6 Řada 740	19
1.1.7 Řady 700, 701, 702, 703, 704 a 797.4	20
1.2 SOUČASNÝ PRINCIP ÚDRŽBY VE FIRMĚ DYKO	22
1.3 STUPNĚ ÚDRŽBY	26
1.4 ÚDRŽBA JEDNOTLIVÝCH CELKŮ LOKOMOTIVY TRAXX	29
1.4.1 Střecha	29
1.4.2 Stanoviště strojvedoucího	30
1.4.3 Pohon	31
1.4.4 Vysokonapěťová výstroj	32
1.4.5 Nízkonapěťová výstroj	33
1.4.6 Měniče pomocných pohonů	34
1.4.7 Zabezpečovací systémy	34
1.4.8 Pneumatická výstroj a brzdy	37
1.4.9 Podvozek	39
1.4.10 Baterie	40
2 MODERNÍ SYSTÉMY V ŘÍZENÍ ÚDRŽBY	41
2.1 CHARAKTERISTIKA SYSTÉMŮ PRO ŘÍZENÍ ÚDRŽBY	41
2.2 PRŮZKUM TRHU S INFORMAČNÍMI SYSTÉMY PRO ŘÍZENÍ ÚDRŽBY	42

3	NÁVRH INFORMAČNÍHO SYSTÉMU PRO PODPORU ÚDRŽBY LOKOMOTIV ..	45
3.1	POPIS SYSTÉMU.....	45
3.1.1	Návrh funkcí systému.....	45
3.1.2	Počítačová aplikace S-maintenance	47
3.1.3	Mobilní aplikace S-maintenance	49
3.2	NÁVRH DATOVÝCH STRUKTUR SYSTÉMU	51
3.2.1	Databáze	51
3.2.2	Stromové struktury	55
3.3	POSTUP PŘI PLNĚNÍ DATOVÝCH STRUKTUR DATY	57
	ZÁVĚR	58
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	60
	SEZNAM PŘÍLOH.....	62

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 - Lokomotiva Bombardier Traxx	15
Obrázek 2 - Lokomotiva Siemens Vectron.....	16
Obrázek 3 - Lokomotiva Herkules	17
Obrázek 4 - Lokomotiva řady 162.....	18
Obrázek 5 - Motorová jednotka řady 845	19
Obrázek 6 - Lokomotivy řady 740.....	20
Obrázek 7 - Lokomotiva řady 703.....	21
Obrázek 8 - Lokomotivy řady 797.4 a 740 při opravě v areálu společnosti Metrans Dyko	22
Obrázek 9 - Tabulka fasování náhradních dílů z konsignačního skladu	25
Obrázek 10 - Vectron při údržbě v areálu Metrans Dyko	26
Obrázek 11 - Aplikace S-maintenance – skupiny zařízení.....	48
Obrázek 12 - Aplikace S-maintenance – struktura zařízení.....	48
Obrázek 13 - Mobilní aplikace S-maintenance - úvodní obrazovka	49
Obrázek 14 - Mobilní aplikace S-maintenance - výběr činnosti.....	50
Obrázek 15 - Mobilní aplikace S-maintenance - nové hlášení.....	51
Obrázek 16 - Ukázka stromové struktury lokomotivy Vectron	56

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 - Základní technické údaje lokomotivy Bombardier Traxx [1]	15
Tabulka 2 - Základní technické údaje lokomotivy Siemens Vectron [1], [3]	16
Tabulka 3 - Základní technické údaje lokomotivy Herkules [1]	17
Tabulka 4 - Základní technické údaje lokomotivy řady 162 [1]	18
Tabulka 5 - Základní technické údaje motorové jednotky řady 845 [1]	19
Tabulka 6 - Základní technické údaje lokomotivy řady 740 [1]	20
Tabulka 7 - Základní technické údaje lokomotiv řady 700, 701, 702 a 703 [1]	21
Tabulka 8 - Základní technické údaje lokomotiv řady 704 a 797.4 [1]	22
Tabulka 9 - Stupně údržby lokomotivy Bombardier Traxx [5]	27
Tabulka 10 - Stupně údržby lokomotivy Siemens Vectron [6]	28
Tabulka 11 - Stupně údržby lokomotivy Herkules [7]	28

SEZNAM ZKRATEK

AFB	Automatische Fahrsteuerung/Bremssteuerung (Automatické řízení jízdy/brzd)
BLG	Batterie Ladegerät (Dobíječ baterie)
CF	Compact Flash
CMMS	Computerized Maintenance Management System (počítačová podpora údržby)
CRM	Customer Relationship Management (řízení vztahů se zákazníky)
ČKD	Českomoravská-Kolben-Daněk
ČR	Česká republika
DCPU	Diagnostic and Control Processing Unit (řídící jednotka vozidla)
EAMS	Enterprise Asset Management Software
EBuLa	Elektronický jízdní řád
EDB	Elektrodynamická brzda
ELL	European Locomotive Leasing
EP	Elektro-pneumatický
ERP	Enterprise Resource Planning
ETCS	European Train Control System (jednotný evropský vlakový zabezpečovač)
EU	Evropská unie
GSM	Global System for Mobile Communications
GSM-R	Global System for Mobile Communications - Railway
HBU	Hilfs Betriebe Umrichter (Měnič pomocných pohonů)
IGBT	Insulated Gate Bipolar Transistor
LZB	Linienzugbeeinflussung (liniový vlakový zabezpečovač)
MS	Microsoft
MTR	Metrans Rail s.r.o.

NFC	Near Field Communication
OS	Operační systém
PC	Personal computer
PZB	Punktförmige Zugbeeinflussung (bodový vlakový zabezpečovač)
RFID	Radio Frequency Identification
SAP	Systems - Applications - Products
SHP	Samoczynne hamowanie pociągu (Automatické zastavení vlaku)
SIM	Subscriber identity module
UIC	Mezinárodní železniční unie

ÚVOD

S rostoucími požadavky na interoperabilitu železniční dopravy a rostoucím stářím stávajících vozidel je i nutnost pořizování moderních interoperabilních lokomotiv. Díky tomu roste počet těchto lokomotiv provozovaných v ČR, a tomu se musí přizpůsobovat i opravárenská zařízení. Technologie údržby takovýchto lokomotiv je totiž značně odlišná od původních strojů z minulého století.

Jednou z největších firem v ČR zabývající se opravami a údržbou moderních lokomotiv je společnost Metrans Dyko Rail Repair Shop s. r. o., se sídlem v Kolíně. Tato firma zajišťuje opravy zejména pro svou mateřskou společnost Metrans, ale i pro jiné subjekty. Kromě oprav lokomotiv společnost zajišťuje také opravy vozů a železničních dvojkolí.

Množství moderních lokomotiv, provozovaných firmou Metrans Rail, ale i jiných dopravců, v posledních letech značně roste, a tím rostou i požadavky na údržbu těchto vozidel. Navíc s rostoucím stářím lokomotiv se stále více provádí i vyšší stupně údržby, a stále více se na vozidlech projevují různé závady. Současný systém řízení údržby je značně neefektivní, a brzy přestane stačit na pokrytí všech požadavků zákazníků. Vznikla tedy potřeba vyvinout systém, který provádění a organizaci údržby a oprav značně zjednoduší.

Cílem této bakalářské práce je navrhnout takový informační systém a seskupit datové podklady pro implementaci do tohoto systému. Nejprve bude popsán současný neefektivní systém řízení údržby a způsob údržby moderních lokomotiv. Dále bude práce obsahovat přehled již existujících systémů pro řízení údržby v jiných odvětvích. Nakonec dojde k návrhu funkcí systému a přípravě datových podkladů nezbytných pro správnou funkčnost systému v dané firmě.

1 ÚDRŽBA MODERNÍCH ELEKTRICKÝCH LOKOMOTIV

1.1 CHARAKTERISTIKA LOKOMOTIV OPRAVOVANÝCH VE FIRMĚ DYKO

Společnost Metrans Dyko Rail Repair Shop s. r. o. se zabývá údržbou a opravami lokomotiv zejména pro svou mateřskou společnost Metrans. Nosnou řadou této firmy jsou lokomotivy Bombardier Traxx, v Česku označované řadou 386. Od roku 2019 Metrans pořizuje také lokomotivy Siemens Vectron, se kterými má Dyko zkušenosti již od jiných subjektů. Firma Metrans Danubia vlastní několik lokomotiv Herkules řady 761. Ve firmě probíhá také údržba a opravy elektrických lokomotiv řady 162, motorových jednotek řady 845 a motorových lokomotiv řad 700 až 704, 797 a 740.

1.1.1 Traxx

Traxx je čtyřnápravová elektrická interoperabilní lokomotiva 3. generace od společnosti Bombardier. Je poháněna čtyřmi asynchronními motory, které jsou řízeny přes frekvenční měnič. Lokomotiva je schválena v mnoha státech Evropy. Schválení v určité zemi závisí zejména na vybavení mobilními částmi vlakových zabezpečovacích zařízení a na schopnosti lokomotivy jezdit pod příslušnou napájecí soustavou. Lokomotivy verze C16 jsou schváleny kromě Česka v Rakousku, Německu, Slovensku, Maďarsku a Polsku. Verze C28 a C29 také v Nizozemí a C22 dokonce i v Belgii.

Firma Dyko opravuje zejména lokomotivy mateřské společnosti Metrans Rail, která jich vlastní 40 ks pod označením 386.001 – 040. Tyto lokomotivy jsou nasazovány na kontejnerové vlaky v rámci několika států Evropy, např. mezi českými překladišti v Praze a České Třebové a přístavy Severního moře. Dále se zde opravují lokomotivy společnosti Railpool, pod německým označením 186, a lokomotivy společnosti Regiojet, které jsou nasazovány do čela expresů zejména mezi Prahou a Bratislavou nebo Vídní.

hmotnost [t]	84
výkon [kW]	5 600
délka přes nárazníky [mm]	18 900
napájecí soustava	DC 3 kV, AC 25 kV/50 Hz, AC 15 kV/16,7 Hz, (DC 1,5 kV)
maximální rychlost [km/h]	140 (160)
trakční motor	asynchronní
rok výroby	2014-2018

Tabulka 1 - Základní technické údaje lokomotivy Bombardier Traxx [1]



Obrázek 1 - Lokomotiva Bombardier Traxx

1.1.2 Vectron

Vectron je čtyřnápravová elektrická interoperabilní lokomotiva od firmy Siemens. Z hlediska regulace pohonu jsou téměř stejné jako Traxx. Díky vybavenosti různými národními zabezpečovacími jsou schváleny v mnoha evropských zemích. Na rozdíl od Traxxe jsou některé lokomotivy schváleny také v Rumunsku. Jsou vyráběny v několika verzích, v zahraničí se používají i jednosystémové či dieselelektrické verze.

Původně se v Dyku objevovali pouze lokomotivy společnosti ELL s německým označením 193. Tato společnost lokomotivy dále pronajímá různým dopravcům, jako např. Regiojet, Lokotrain, aj. Od roku 2019 tyto lokomotivy pořizuje samotná společnost Metrans, s českou registrací a označením 383.4.

hmotnost [t]	89
výkon [kW]	6 400
délka přes nárazníky [mm]	18 980
napájecí soustava	DC 3 kV, AC 25 kV/50 Hz, AC 15 kV/16,7 Hz, (DC 1,5 kV)
maximální rychlost [km/h]	160/200
trakční motor	asynchronní
rok výroby	2010-2020

Tabulka 2 - Základní technické údaje lokomotivy Siemens Vectron [1], [3]



Obrázek 2 - Lokomotiva Siemens Vectron

1.1.3 Herkules

Lokomotivy Herkules výrobního označení ER 20 jsou čtyřnápravové dieselelektrické lokomotivy se střídavým přenosem výkonu. Vyrobila je společnost Siemens. V Česku jsou označeny řadou 761, v Dyku se objevují také lokomotivy s německým označením 223. Nejčastěji se jedná o lokomotivy společnosti Metrans Danubia, ale také jiných firem, jako např. CityRail nebo Express Group.

hmotnost [t]	80
výkon [kW]	2 000
délka přes nárazníky [mm]	19 275
maximální rychlost [km/h]	140
trakční motor	asynchronní
přenos výkonu	elektrický (AC/AC)
rok výroby	2002-2013

Tabulka 3 - Základní technické údaje lokomotivy Herkules [1]



Obrázek 3 - Lokomotiva Herkules

1.1.4 Řada 162

V minulosti v Dyku probíhala také údržba strojů řady 162 společnosti Regiojet. Lokomotivy vyráběla Škoda Plzeň na přelomu 80. a 90. let. Jedná se o elektrické lokomotivy 2. generace s pulsní regulací. Jsou poháněny čtyřmi cize buzenými stejnosměrnými motory. Jsou schopny provozu pod stejnosměrnou napájecí soustavou o napětí 3 kV. Tento typ lokomotiv je velmi rozšířen po celé České republice a Slovensku, je k vidění v čele osobních i nákladních vlaků pod stejnosměrnou trakční soustavou. Škoda tyto lokomotivy dodávala také do Itálie, odkud je odkoupila právě společnost Regiojet. Jsou známé pod přezdívkou „Peršing“.

hmotnost [t]	85
výkon [kW]	3 480
délka přes nárazníky [mm]	16 800
napájecí soustava	DC 3 kV
maximální rychlost [km/h]	140
trakční motor	stejnoseměrný cize buzený
rok výroby	1991-1992

Tabulka 4 - Základní technické údaje lokomotivy řady 162 [1]



Obrázek 4 - Lokomotiva řady 162

1.1.5 Řada 845

V Dyku se také provádí údržba německých motorových jednotek původní řady 628 společností Arriva a Regiojet. Probíhalo zde i zprovoznování vyřazených jednotek z Německa a modernizace na řadu 845.

Jednotka se skládá z motorového a řídicího vozu. Výkon je ze spalovacího motoru přenášen na nápravu pomocí hydrodynamické převodovky. Jednotka je také vybavena magnetickou kolejnicovou brzdou.

hmotnost [t]	66
výkon [kW]	410
délka přes nárazníky [mm]	45 400
maximální rychlost [km/h]	120
přenos výkonu	hydrodynamický
rok výroby	1987-1989

Tabulka 5 - Základní technické údaje motorové jednotky řady 845 [1]



Obrázek 5 - Motorová jednotka řady 845

1.1.6 Řada 740

V Dyku probíhají také opravy strojů řady 740 vyráběné firmou ČKD v 70. a 80. letech. Jedná se o čtyřnápravové dieselelektrické lokomotivy se stejnosměrným přenosem výkonu. Lokomotivy jsou konstruovány jako kapotové s jednou kabinou strojvedoucího.

Lokomotivy jsou určeny pro posun a středně těžkou traťovou službu. Metrans tyto lokomotivy používá pro posun v překladištích. Tyto lokomotivy se zde opravují i pro další externí firmy, např. IDS Cargo.

hmotnost [t]	72
výkon [kW]	883
délka přes nárazníky [mm]	13 600
maximální rychlost [km/h]	70
trakční motor	stejnoseměrný sériový
přenos výkonu	elektrický (DC/DC)
rok výroby	1976-1989

Tabulka 6 - Základní technické údaje lokomotivy řady 740 [1]



Obrázek 6 - Lokomotivy řady 740

1.1.7 Řady 700, 701, 702, 703, 704 a 797.4

Pro posun v areálu firmy se v Dyku vystřídaly stroje řad 700 až 703, nově také 704 a 797.4. Některé lokomotivy jsou zapůjčeny od jiných firem. Běžná denní potřeba jsou 2 lokomotivy. Základní údržba těchto strojů se provádí přímo zde.

Lokomotivy řady 700 až 702 jsou dvounápravové motorové lokomotivy s mechanickým přenosem výkonu. V 50. a 60. letech je dodávalo ČKD a Turčianske strojárne Martin s určením zejména pro posun na vlečkách a v depech. Lokomotiva 703 je konstrukčně shodná se svými předchůdci, liší se hydrodynamickým přenosem výkonu. Rekonstrukcí těchto lokomotiv

vznikla řada 797.4, nově s elektrickým přenosem výkonu. Lokomotiva 704 byla vyrobena v ČKD v 90. letech, má střídavě stejnosměrný přenos výkonu. [2]

řada	700/701	702	703
hmotnost [t]	22	24	24
výkon [kW]	121	147	169
délka přes nárazníky [mm]	7 240	7 220	7 220
maximální rychlost [km/h]	40	40	40
přenos výkonu	mechanický	mechanický	hydromechanický
rok výroby	1957-1962	1967-1971	1969-1979

Tabulka 7 - Základní technické údaje lokomotiv řady 700, 701, 702 a 703 [1]



Obrázek 7 - Lokomotiva řady 703

řada	704	797.4
hmotnost [t]	28	24
výkon [kW]	250	189
délka přes nárazníky [mm]	7 500	7 240
maximální rychlost [km/h]	65	40
trakční motor	stejnoseměrný sériový	stejnoseměrný sériový
přenos výkonu	elektrický (AC/DC)	elektrický (AC/DC)
rok výroby	1991-1994	1993-1997

Tabulka 8 - Základní technické údaje lokomotiv řady 704 a 797.4 [1]



Obrázek 8 - Lokomotivy řady 797.4 a 740 při opravě v areálu společnosti Metrans Dyko

1.2 SOUČASNÝ PRINCIP ÚDRŽBY VE FIRMĚ DYKO

Základním účelem údržby je zajištění provozní spolehlivosti a bezpečnosti. [4]

„Údržba je činnost vykonávaná za účelem udržení dopravního prostředku v provozuschopném stavu. V rámci údržby se provádějí tzv. údržbové zásahy.“ [4]

„Údržbový zásah je posloupnost základních údržbářských úkonů prováděných pro daný účel. Příkladem je mazání, diagnostika stavu, lokalizace porouchané součásti apod.“ [4]

Přistavení vozidla k údržbě v daném intervalu je zodpovědností určeného zaměstnance dopravce. Ten podá objednávku do opravny. Kapacita opravny je omezená, o přijetí lokomotivy rozhodne vedoucí údržby na základě výpočtu volné kapacity. Prioritu mají lokomotivy společnosti Metrans. Mistr na základě objednávky vytvoří plán údržby a rozdělí práci jednotlivým pracovníkům. K tomu pomáhají dvě excelovské tabulky. Jedna vyobrazuje obsazenost jednotlivých kolejí v opravárenské hale, druhá přehled práce v daný den.

Dopravce zajistí v určený termín přistavení vozidla na předávací kolej. Přidělení zaměstnanci přeberou lokomotivu na předávací koleji a provedou vstupní zkoušku pod trolejí. Ta spočívá v kontrole všech základních funkcí lokomotivy. Mezi ně patří například zkouška funkčnosti sběračů, spínání hlavního vypínače, kontrola trakce, brzd, funkce vlakových zabezpečovačů, houkaček apod. Na základě zjištěných závad a chybových hlášek na displeji se provede zápis do protokolu údržby. Všechny závady se také nahlásí technikovi.

Po vyzkoušení lokomotivy je toto nahlášeno vedoucímu posunu, který zajistí přesun lokomotivy z předávacího kolejiště do opravárenské haly. Pro běžnou údržbu lokomotiv jsou vyhrazeny 2 koleje o délce cca 85 m. Tyto koleje jsou vybaveny kanálem a rampou. Ostatní koleje nejsou vybaveny rampou a jsou využívány pro opravy vozů a lokomotiv. Koleje vybavené zvedáky jsou využívány také pro opravy lokomotiv, při kterých je nutno lokomotivu zdvihnout, například při vývazu podvozků. Závady na nízkonapěťové části lze řešit i mimo opravárenskou halu.

Jakmile je lokomotiva přistavena na danou kolej, mohou přidělení pracovníci zahájit práce na údržbě. Nejprve je však nutno lokomotivu připojit k externímu napájení (kvůli dobíjení baterií, jejichž funkčnost je pro některé úkony nezbytná) a zajistit přívod vzduchu do napájecího potrubí lokomotivy (kvůli funkčnosti pneumatických částí lokomotivy, např. sběračů). Následuje údržba jednotlivých částí lokomotivy, což bude podrobněji popsáno v kapitole 1.4. Pracovníci provádějící údržbu se dělí na mechaniky a elektromechaniky. Údržba se provádí podle předem stanovených postupů. Všechny činnosti, které mají být na lokomotivě vykonány, jsou uvedeny v protokolu. Každý provedený úkon pracovník označí v protokolu razítkem se svými iniciály. Všechny zjištěné závady se zapisují do protokolu a nahlašují technikovi, konajícímu nad lokomotivou supervizi. Ten podle jejich závažnosti rozhodne o opravě, případně se domluví s vlastníkem lokomotivy. Většinu závad projevených za provozu nahlásí Metrans předem, takže technici jsou schopni se na závadu připravit. K tomu jim pomáhá server MBt fleet od firmy Bombardier, kde je k dispozici vzdálená diagnostika. Po příjezdu lokomotivy

se stáhnou data o závadách z paměti lokomotivy, příp. přímo z paměti dotčeného systému. Na základě těchto dat a přechozích zkušeností se závady začnou řešit. Závady se evidují v knize oprav a katalogu oprav, který je vytvořen v informačním systému SharePoint od Microsoftu. Nevýhodou obou způsobů je obtížné zpětné vyhledávání závad a nemožnost vyhledávání podle chybových kódů. V případě závady na vysokonapěťové části je třeba zajistit beznapěťový stav uzemněním dané komponenty (vybití kondenzátorů v meziobvodu). Poté probíhá hledání závady, zkouší se přechodové odpory konektorů a cívek, měří se odpor vedení, zkouší se jednotlivé komponenty, na kterých se měří stavové veličiny (proud, napětí, odpor, výkon antény atd.).

Po nalezení závady je třeba danou komponentu vyměnit. Náhradní díly se fasují ze skladu. Díly pracovník údržby poptává u technika, který fasování zadá do sdíleného dokumentu MS Excel, který se nachází v informačním systému SharePoint. Tento postup je ale poměrně složitý a značně zdlouhavý. Už jen samotné nahlášení závady a poptání dílu pracovníkem údržby bývá problém, protože technik sídlí mimo opravárenskou halu a často se pohybuje mezi různými lokomotivami, takže bývá obtížné jeho zastížení. Navíc má technik většinou na starosti více lokomotiv a k udržení požadavků od různých pracovníků slouží pouze jeho vlastní paměť. Ve chvíli, kdy se tato informace k technikovi spolehlivě dostane, může začít s objednávkou. Všechny objednávky se zadávají do sdíleného dokumentu MS Excel (viz obrázek 9). K identifikaci materiálu slouží tzv. SAPové číslo, které ovšem technik z hlavy nemůže znát. Materiál tedy vyhledá v katalogu výrobce, kde je ovšem označen pod jiným číslem než ve skladu. Podle tohoto čísla tedy systém díl nevyhledá. Technik tak musí vyhledávat podle názvu, ale systém vyhledá všechny podobné názvy, a trvá delší dobu, než technik určí správný díl. Tyto díly se fasují z konsignačního skladu a jsou majetkem společnosti Metrans. Jejich cena je vysoká, a proto smí být díly fasovány jen se souhlasem vedoucího údržby. U každého vydaného dílu se musí evidovat číslo lokomotivy, na kterou byl fasován. Takto to funguje u lokomotiv Traxx, nevýhodou je, že jsou zde dlouhé prodlevy než nové či repasované díly dorazí. Lokomotivy Vectron společnosti Metrans Rail jsou zatím v záruce, takže veškeré výměny jakýchkoliv dílů se provádí skrze výrobce. Po ukončení záruční doby plánuje firma Siemens dodávání dílů v režimu Just In Time, takže sklad náhradních dílů pro tyto lokomotivy by nebyl potřeba.

Data	Materiál	Název	Počet	Číslo lokomotivy	Zakázka	Požaduje	Datum výdej	Poznámka	Stav požadavků	Stav evidence
17.1	600074	Časové relé	1	386 028	3015030	Kameník				
17.1	407359	Čerpadlo maziva dávkovací po repasi	1	386 023	3014980	Severa			příprava	
22.1	600142	Jistič motoru ochranný	1	386 020	3015069	Nováček		storno	příprava	
22.1	600128	Radár snížení rychlosti	1	386 011	3014978	Nováček		storno	příprava	
23.1	601247	601247 - Karta BHM04 do modulu DCPU	1	386 030	3015069	Nováček			příprava	
23.1	408443	Odporník brzdyový po repasi	1	386 006	3014788	Fišer		prosím dodat na 3. kolej	příprava	
24.1	601148	SDU1 3N5S004157-01	1	386 011	3014978	Nováček		vydáno	příprava	
25.1	601021	Měch trakčního motoru	4	386 011	3014984	Fišer		prosím dodat na 1. kolej	příprava	
30.1	407359	Čerpadlo	1	386 029	3015097	Severa			příprava	
31.1	407942	skupina nouzového brzdění	1	386 029	3015129	Nováček			příprava	
3.2	600141	Motor stěrače - park. pos. vlevo, 24VDC	1	386 018	3015129	Fišer			příprava	
3.2	600137	Motor čerpadla ostřikovače	1	386 018	3015129	Severa			příprava	
3.2	407359	Čerpadlo maziva dávkovací po repasi	1	386 011	3015129	Nováček			příprava	
3.2	407669	Kompresor po repasi	1	386 029	3015097	Fišer		vydáno	příprava	
3.2	600005	Pásk odporníkový - sekce P1	1	zakázka na opravu dílů	3200169	Fišer			příprava	
4.2	600141	Motor stěrače levý	1	386 004	3015164	Nováček			příprava	
4.2	407954	Karta BHM04 do modulu DCPU po repasi	1	386 004	3015164	Nováček		storno vráceno na sklad Peňházov	příprava	
4.2	600126	Anténa LZB vysílací	1	386 004	3015164	Nováček			příprava	
4.2	600176	Zásuvka LHC 532 8004/JKV	1	386 004	3015164	Nováček			příprava	
4.2	600137	Motor čerpadla ostřikovače	1	386 004	3015164	Fišer			příprava	
5.2	600177	EP zásuvka spojovací s kabelem	1	386 013	3015166	Fišer			příprava	
6.2	601139	Karta MTSE pro GSM-R	1	386 026	3015207	Nováček		STORNO	příprava	
6.2	407943	Karta MTSE pro GSM-R po repasi	1	386 026	3015207	Nováček		memám číslo zakázky nebylo určeno později dodám	příprava	
7.2	408438	Opáradlo A2V0000223734	1	386 022	3015227	Nováček		storno došlo k chybě	příprava	
11.2	600126	Anténa vysílací LZB	1	386 022	3015227	Nováček			příprava	
11.2	408173	VCU Lite Pro 3E5T000211-5693 po repasi	1	386 011	3014970	Nováček			příprava	
11.2	601134	VCU Lite Pro 3E5T000211-5693	1	386 011	3014970	Belza			příprava	
12.2	600223	SPIF VCU-C Dual MWB	1	386 007	Nováček			není číslo zakázky dodám později děkuji	příprava	
12.2	600141	motor stěrače levý	1	386 025	Severa			není číslo zakázky dodám později děkuji	příprava	

Obrázek 9 - Tabulka fasování náhradních dílů z konsignačního skladu

Pro každou údržbu jsou také fasovány tzv. materiály běžné spotřeby. Ty jsou fasovány přímo ze skladu Dyka. Jedná se např. o různé čističe, mazadla, nářadí, kapalinu do ostřikovačů, písek, žárovky, motorové filtry, lišty sběračů apod. K fasování tohoto materiálu není potřeba žádný souhlas, ani se nemusí evidovat číslo vozidla.

Po vykonání všech údržbových prací a případných oprav je lokomotiva připravena k přesunu zpět na předávací kolejiště. Než je lokomotiva předána zpět dopravci, musí opět proběhnout výstupní zkouška pod trolejí. Ta probíhá podobně jako vstupní zkouška. Pokud proběhne vše v pořádku, mohou být odeslány všechny podepsané protokoly provozovateli vozidla, které může být následně uvolněno do provozu. To se provádí prostřednictvím e-mailu, který provozovatel odesílá technik, a uvádí v něm všechny informace o provozním stavu lokomotivy a vyřešení všech požadavků. E-mail ovšem není jednotný, každý dopravce požaduje jiné informace.



Obrázek 10 - Vectron při údržbě v areálu Metrans Dyko

1.3 STUPNĚ ÚDRŽBY

Údržba má hlavně preventivní charakter, proto se musí provádět pravidelně v určitých intervalech. Intervaly údržby závisí na principu a účelu zařízení. Základní rozdělení je na údržbu 1., 2. a 3. stupně, přičemž 1. stupeň údržby se bere jako tzv. základní interval údržby a ostatní jsou jeho násobky. Údržba se provádí na základě určitého proběhu zařízení nebo po určitém časovém intervalu, příp. po poruše zařízení. V případě kolejových vozidel se tedy jedná o počet najetých kilometrů, příp. motohodiny (mth). [4]

U starších vozidel zejména československé výroby se údržba rozděluje takto [4]:

- provozní ošetření (O)
- periodická prohlídka malá (M)
- periodická prohlídka velká (V)
- periodická oprava vyvazovací (Vy)
- periodická oprava hlavní (H)

Intervaly vykonávání jednotlivých stupňů se liší u jednotlivých typů lokomotiv.

V současnosti se u vozidel zejména zahraničních výrobců používá jiný systém značení, každý výrobce používá vlastní způsob.

Traxx	
I1	30 000 km
I2	150 000 km
I3	300 000 km
R1	1 200 000 km
R2	2 400 000 km
TN	0,5 roku
T1	1 rok
T2	2 roky
T3	4 roky
TR1	8 let
TR2	16 let

Tabulka 9 - Stupně údržby lokomotivy Bombardier Traxx [5]

Vectron	
N30	30 000 km
I1	150 000 km
I2	300 000 km
I3	600 000 km
S1	0,5 roku
S2	1 rok
S3	2 roky
D1	1 200 000 km (8 let)
D2	2 400 000 km (16 let)
R1	1 200 000 km
R2	2 400 000 km
R3	3 600 000 km

Tabulka 10 - Stupně údržby lokomotivy Siemens Vectron [6]

Herkules	
W2	500 mth
W3	1 000 mth
W4	7 500 mth
W5	15 000 mth

Tabulka 11 - Stupně údržby lokomotivy Herkules [7]

1.4 ÚDRŽBA JEDNOTLIVÝCH CELKŮ LOKOMOTIVY TRAXX

Nosnou řadou, na které Dyko provádí údržbu jsou lokomotivy Bombardier Traxx řady 386. Proto bude tato kapitola věnována těmto lokomotivám.

1.4.1 Střecha

Sběrač je zařízení pro přívod elektrické energie do lokomotivy. Moderní vícesystémové lokomotivy mají 4 jednoramenné polopantografy, vždy dva vnější jsou střídavé, dva vnitřní stejnosměrné. Z důvodu izolace je sběrač usazen na izolátorech. Sběrač je ovládán pneumaticky. Proud je odebírán prostřednictvím smykadel, která jsou pružně (aby se zamezilo odskokům) upevněna na horních vzpěrách polopantografu. Konstrukce smykadel se liší podle napájecího systému. Lišty stejnosměrných sběračů obsahují 75 % uhlíku a 25 % mědi [7]. Střídavé lišty mají větší obsah mědi než uhlíku. Tento materiál je křehký, a tudíž dochází k většímu opotřebování. Protože na stejnosměrném systému protékají sběračem větší proudy než na střídavém, musí tomu být uzpůsobena i smykadla svými rozměry a přitlakem. Minimální tloušťka lišty stejnosměrného sběrače je 10 mm. Střídavá lišta bývá tenčí, stačí 5 mm. V zimním období se tolerance zvětšuje o 3 mm [8]. Dalším důležitým aspektem je přitlak sběrače, tedy síla, kterou působí sběrač na trolejový drát. Stanovený přitlak pro stejnosměrný systém je 110 N, pro střídavý systém 70 N, pro oba systémy s tolerancí ± 5 N [8]. Příliš malý přitlak by mohl způsobit odskoky sběrače od troleje, při kterém by mohl vzniknout elektrický oblouk a mohlo by dojít ke zničení stykových ploch mezi sběračem a trolejovým drátem. Pokud by byl přitlak příliš vysoký, mohlo by dojít k poškození troleje nebo lišt sběrače.

Základní údržba spočívá v kontrole lišt smykadel z hlediska opotřebení. Drobné opotřebení se odstraňuje pilníkem, v případě většího opotřebení, případně příliš malé tloušťky je třeba lištu vyměnit. Dále se měří přitlaky sběračů, a to siloměrem ve zvednuté poloze. V případě neodpovídajícího přitlaku se reguluje pomocí ventilů ve strojovně lokomotivy. Dále je třeba nanést na dosedací plochy silikonový olej. [5] Při poškození sběrače a při jeho generální opravě se provádí měření přitlaku v celé délce chodu sběrače pomocí speciálního siloměru, který zaznamenává a vykresluje sílu pro danou polohu při zdvihu a poklesu sběrače. Z aplikace potom lze vygenerovat přímo protokol o měření.

Na zbytku střechy se kontroluje poškození izolátorů, průchodek, pevné utažení všech šroubů a poškození střechy vzniklé jiskřením od sběračů. Na některé lokomotivy řady 386 byly na střechu dosazeny kamery, snímající činnost sběračů, ty je třeba očistit. Při vyšších stupních údržby

dochází k čištění izolátorů, případně čištění celé střechy. Přílišné znečištění izolátorů by mohlo způsobit porušení izolačních schopností a svedení proudu do střechy. [5]

1.4.2 Stanoviště strojvedoucího

V pravé části stanoviště je umístěn ovládací pult. V jeho střední části nalezneme páky k ovládní jízdy vlaku. Zleva to jsou regulátor požadované rychlosti (pro AFB), regulátor tažné síly/EDB, ovladač nepřímocinné brzdy a ovladač přímočinné brzdy. V levé části pultu nalezneme ovladače osvětlení, houkaček, pískování, tlačítka zabezpečovačů, prosvětlená tlačítka pro zadání směru jízdy a ovládní topení a klimatizace. Na pravé straně se nachází ovládní stěračů, hlavního vypínače, sběračů, dveří a vyhřívání skel. Na svislé části pultu se nachází zleva radiostanice MESA 23, dva displeje s provozními informacemi, mezi nimi návěstní opakovací systému Mirel VZ1, displej s elektronickým jízdním řádem (EBuLa) a manometry tlaku v brzdovém válci, napájecím a hlavním potrubí. [9]

V levé části stanoviště je pult pomocníka, z něho se dají ovládat houkačky a dveře. Oba pulty jsou opatřeny sedačkami. Pro posun je lokomotiva vybavena pomocným ovládacím zařízením na bočních stěnách stanoviště. Nalezneme na něm tlačítka zabezpečovačů, ovladač tahu a úderový spínač nouzového zastavení. [9]

Pod hlavním pultem nalezneme pedál „Sifa“ a pedál houkačky. Na bočních stěnách je umístěno další tlačítko „Sifa“ a tlačítko osvětlení kabiny. V pravé části pultu se nachází skříňka s uzavíracími vzduchovými kohouty. Vlevo je další skříňka, ve které se nacházejí různé jističe, např. reflektoru, stěračů nebo zpětných kamer a kontrola spojení uzemnění 24 V DC. [9]

Na zadní stěně se nachází panel, na kterém nalezneme ovladač baterie, přepínač osvětlení nebo tlačítka pružinové brzdy. Vedle něj je umístěna termo přihrádka, kterou lze přepínat mezi chlazením nebo vyhříváním. Vpravo je skříň s provozní výbavou, v jejíž spodní části se nachází nádrž kapaliny ostřikovacího zařízení. [9]

Při každé údržbě se na stanovišti kontroluje funkčnost všech ovladačů a přístrojů, doplňuje se ostřikovací kapalina. Opotřebení ostatního zařízení nezávisí na provozu lokomotivy, takže mu stačí věnovat pozornost pouze při údržbách T. Kontrolují se dveře, čepy a zámky se ošetřují sprejem, případně se naolejují štítky u zámků. Podle potřeby se mění gumová těsnění u dveří. Je třeba zkontrolovat, příp. očistit, protisluneční rolety, zkontrolovat funkci a lehkost chodu bočních oken, funkci aretační a tlačné rukojeti, opotřebení kartáčového profilu. Podle potřeby se provádí generální oprava bočních oken. Vizualně se kontrolují indikační přístroje, při revizi

brzd se vyměňují manometry. Kontrolují se sedadla. Vizualně se kontroluje obložení stěn, pultů a podlaha. Provádí se údržba mechaniky nožního tlačítka „Sifa“. Vizualně se kontrolují tlačítka a spínače. Displeje je třeba očistit, v případě potřeby vyměnit podsvícení. Kontroluje se funkce displeje EBUa. Ze zkušeností vyplynulo, že po 4 letech je nutno vyměnit paměťové medium displeje (CF-karta) a nahrát na ni operační systém. [5]

Při údržbě radiostanice MESA 23 se nejprve vloží do systému testovací SIM-karta. Potom se provádí test vstupu palubní sítě (měření vstupního napětí vysílačky a ovládací jednotky). Dále se měří vysílací výkon antén, tok signálu a jeho odraz. Dále se zkouší ovládací prvky a provádějí se funkční zkoušky v analogovém i digitálním režimu. [10]

1.4.3 Pohon

Elektrický pohon lokomotivy se skládá ze dvou trakčních měničů a čtyř třífázových asynchronních motorů. Při napájení ze střídavé napájecí soustavy je proud ze sběrače přiveden na primární vinutí trakčního transformátoru, který je umístěn na spodku lokomotivy ve střední části. Jeho úkolem je snížit trolejové napětí na hodnotu vhodnou pro proudový měnič. Hlavní transformátor je proveden jako jednofázový transformátor pro AC 15 kV 16,7 Hz a AC 25 kV 50 Hz [12]. V nádobě transformátoru je umístěna aktivní část a tlumivky primárního okruhu obou trakčních meziobvodů. Jeden trakční obvod je napájen ze dvou částí sekundárního vinutí, z nichž každá je připojena na jeden usměrňovač. Výstupy obou usměrňovačů jsou paralelně spojeny. Za usměrňovači je připojen stejnosměrný napět'ový meziobvod a brzdný regulátor, složený z DC/DC měniče a brzdového odporu. Za ním je umístěn střídač pro napájení pomocných pohonů, filtrační kondenzátory a dva třífázové střídače, jejichž výstup slouží k napájení trakčních motorů. [9]

Při stejnosměrném napájení je část vinutí transformátoru použita jako vstupní tlumivka. To je napojeno přes kapacitní filtr rovnou na střídač pomocných pohonů. Následuje další filtr a brzdový regulátor, tentokrát složený ze třech usměrňovačů a odporu. Výstupy usměrňovačů jsou přes vyhlazovací tlumivky a kapacitní filtr vedeny na vstup střídačů pro napájení trakčních motorů. Při napájení ze sítě 1,5 kV je na vstupu zapojen síťový proudový měnič, který zvýší napětí na 3 kV. [9]

Veškerá výkonová elektronika použitá v měničích je technologie IGBT chlazených vodou. Pro usnadnění údržby jsou prvky IGBT uspořádány pomocí malých a lehkých třífázových modulů. [9]

Jako trakční motor je použit třífázový asynchronní motor MITRAC DR3600 N-V02 s kotvou nakrátko. Chlazení zajišťuje ventilátor napojený na motor pomocí měchu. Vzduch je odváděn přes chladicí věž a mřížky na střeše lokomotivy ven do ovzduší. Motor je uložen pomocí tlakových ložisek. [11]

Základní údržba trakčního měniče spočívá ve vizuální kontrole všech prvků, vedení, zemnicích propojek a očištění všech bloků. Kontroluje se poškození přepínačů systému a jejich zhášecích komor, čerpadla a těsnost chladicího systému. Při silném znečištění je třeba vyčistit izolační můstky. Jednou za 10 let se provádí revize čerpadel chladiva. Každých 5 let se vyměňují ložiska ventilátorů. Pokud je lokomotiva odstavena déle jak 3 měsíce, je třeba vypláchnout chladicí okruh. Při údržbě TR1 se provádí měření kapacity všech kondenzátorů. Při T údržbách se kontroluje stav chladiva, těsnost chladicího systému, ochrana proti zamrznutí a antikorozi ochrana. Při údržbách T2 a vyšších se nechává laboratorní analýzou zkontrolovat kvalita chladiva. [5], [12]

Při každé údržbě se kontroluje klidný chod ventilátoru brzdového odporníku a pevné utažení šroubových spojů. [5]

Kontrola trakčních motorů se provádí při každé údržbě založené na počtu najetých km. Je třeba zkontrolovat poškození a pevné usazení dílů zavěšení a šroubení. Při údržbách stupně I3 a nižších se kontroluje pevné usazení a stav instalovaného naklápěcího ložiska trakčního motoru, při vyšších stupních údržby se ložisko demontuje. Při vyšších stupních údržby (R1) se provádí generální oprava konzol závěsů, repasuje se snímač otáček a provádí se čištění motoru. U ventilátorů se vyměňují filtrační vložky, při T údržbách se měří hlučnost a vibrace pomocí vibrometru. Podle potřeby se vyměňují ložiska motoru ventilátoru. Kontroluje se těsnost chladicí věže, při údržbě TR2 probíhá generální oprava Buchholzova relé. [5]

Základní údržba transformátoru spočívá v kontrole jeho zavěšení, kontroluje se stav oleje a zásobník silikagelu. Při údržbách T se kontroluje vysokonapětové připojení, poškození a těsnost transformátoru, funkce senzoru teploty. Při údržbě TR se vyměňují motorová ložiska čerpadel, provádí se test izolace aktivní části transformátoru a induktoru. [5]

1.4.4 Vysokonapětová výstroj

Ve vysokonapětové výstroji jsou vestavěna vysokonapětová zařízení pro zásobování proudem a komponenty pro sběr napětí a proudu. Vysokonapětová kobka je umístěna v levé části stroje a je přístupná pouze po uzemnění lokomotivy. V její levé části se nachází střídavý hlavní

vypínač, zemnicí spínač a měnič trolejového napětí. V prostřední části je stejnosměrný hlavní vypínač a filtr rušivého proudu. Vpravo se nachází komponenty sběrnice vlakové soupravy. Hlavní vypínač slouží k odpojení trolejového napětí od komponent vysokonapěťové výstroje. Dále se zde nachází svodič přepětí, který zajišťuje ochranu všech komponent lokomotivy před vnějšími přepětími. [9]

Při údržbě se provádí kontrola pevného usazení šroubových spojů včetně elektrických spojení, kontrola, příp. čištění kondenzátorů, kontrola šroubových spojů hlavních vypínačů, uzemňovačů a bleskojistky. Při údržbách T se kontrolují stykače a provádí se čištění elektromagnetů. U střídavého hlavního vypínače se také kontroluje těsnost pneumatického zařízení a těsnost vedení stlačeného vzduchu až k hlavnímu spínači. U zemnicího spínače je třeba namazat rázové kontakty, vyčistit a namazat pohon. Filtr rušivého proudu stačí kontrolovat pouze při údržbách založených na počtu najetých kilometrů. U stejnosměrného hlavního vypínače se při T údržbách nebo po 8 000 spínacích cyklech provádí generální čištění a prohlídka, namazání předpínacího pružinového mechanismu, prohlídka, příp. výměna hlavních a opalovacích kontaktů, prohlídka příp. výměna tlumiče rázů a prohlídka zhášecí komory a její nastavení. Po 5 letech nebo po 40 000 spínacích cyklech se provádí výměna karty sledování přepětí, výměna uzavírací pružiny motoru a výměna kontaktních nárazníků. Po 10 letech nebo po 40 000 spínacích cyklech je prováděna výměna uzavírací karty motoru. Po 80 000 cyklech probíhá výměna hlavních pružin a test izolace. [5]

Při údržbách TR1 a TR2 je třeba vyčistit vzduchem stykač topení, vizuálně zkontrolovat příp. vyměnit pevné kontakty a pohyblivé můstky kontaktů. Při T údržbách je třeba vyčistit a namazat kontakty uzemňovacího odpojovače sběrače proudu a podle potřeby vyměnit všechny díly kontaktů. [5]

1.4.5 Nízkonapěťová výstroj

Na skříni nízkonapěťové výstroje je umístěn ovládací panel. Na něm se nachází hlavní vypínač systému Mirel, poruchové spínače zabezpečovačů, přepínač vícenásobné trakce, tlačítko měření izolace a ukazatel napětí baterie. Na nízkonapěťové skříni se nacházejí různé jističe, jako např. jistič stykače baterie, jističe DCPU, protiskluzové ochrany, osvětlení přístrojů, strojovny, měření energie, hlavních vypínačů, řízení jízdy, brzdění, vícenásobné trakce, usměrňovačů, měničů a další ochrany. Uvnitř skříně se nacházejí záznamník dat Teloc a jednotka vlakového zabezpečovače Mirel. Ve skříni pomocné provozní kompaktní výstroje se nacházejí jističe ventilátorů, kompresoru, čerpadel, vyhřívání skel a zásuvek 230 V. Je zde také měřič energie, který

poskytuje informace o spotřebě a napájení z druhé strany v síti. Zobrazené údaje jsou uloženy s datem a časem a mohou být přeneseny přes modem GSM. [9]

Prvky nízkonapěťové výstroje se čistí a kontrolují zejména při údržbách T. Jednou za 4 roky je potřeba vyměnit podpůrnou baterii na záznamníku dat Teloc. Při T údržbách se kontroluje hlučnost ventilátorů elektroniky. Každých 5 let je potřeba vyměnit podpůrné baterie elektronického řízení a nejpozději po 36 měsících se vyměňuje baterie v zabezpečení vlaku. [5]

1.4.6 Měníče pomocných pohonů

Pomocné pohony slouží k pohonu zařízení nezbytných pro provoz vozidla. Jedná se zejména o chlazení trakčních motorů, brzdových odporů, polovodičových prvků, pohon kompresorů, napájení vlakového topení, čerpadla oleje, zdrojovou soustavu nízkého napětí a další. [13]

Na trakční měniče je připojeno primární vinutí pomocného transformátoru, část sekundárního vinutí napájí napětím 230 V, 50 Hz podlahové topení, topení výklenku, vyhřívání čelních skel, ohřev pískovacího zařízení a ohřev sušičky vzduchu. Zbytek sekundárního vinutí napájí dva pomocné provozní měniče. Jeden vytváří třífázové napětí s proměnnou frekvencí v rozsahu 10 až 60 Hz, napětí lze regulovat od 80 do 440 V. Tento měnič napájí ventilátory trakčních motorů, chladicí věže a ventilátor brzdového odporu. Druhý měnič vytváří pevné třífázové napětí 440 V, 60 Hz, napájí vlastní ventilátory, ventilátory HBU, chladicí čerpadla proudového měniče, hlavní kompresor, čerpadla chladiwa transformátoru a klimatizační přístroje. Tento měnič také slouží k napájení BLG. [9]

Při T údržbách se kontroluje prostor pomocných provozních měničů a tepelný výměník z hlediska znečištění. Kontroluje se funkčnost ventilátoru vnitřního prostoru, hlučnost ventilátoru, podle potřeby se vyměňuje ventilátorová etáž, případně centrální ventilátor. [5]

1.4.7 Zabezpečovací systémy

Lokomotiva je vybavena evropským zabezpečovačem ETCS a několika národními zabezpečovacími. Vybavenost systémy se liší podle verze lokomotivy. Těmto systémům je třeba věnovat pozornost i při údržbě, zejména údržbě snímacích zařízení. Po určitých intervalech se provádí testování a revize systémů.

Mirel

Pro provoz v České republice, Slovensku a Maďarsku je lokomotiva vybavena systémem Mirel VZ1 a RM1. Zařízení kontroluje bdělost strojvedoucího, sleduje překročení maximální

stanovené rychlosti vlaku a na kódované trati přenáší návěstní znaky na návěstní opakovač. Zabezpečovač se skládá ze základní jednotky umístěné ve skříni zabezpečovačů ve strojovně lokomotivy a návěstního opakovače na obou stanovištích. Nad čelním oknem je umístěna ovládací jednotka Mirel RM1 pro zadání dat o vlaku. Pro přenos kódu z tratě na vozidlo jsou na spodku lokomotivy umístěny snímací antény. Ke snímání frekvence slouží 4 antény zavěšené kolmo nad kolejnicí. Mezi dvojicí antén je na obou koncích vozidla kolmo k nim zavěšena další anténa, která eliminuje rušení. Vzájemné propojení všech zařízení je přes sériovou datovou linku. [9]

Jelikož je rychlost vozidla vyhodnocována na základě zadané hodnoty průměru kol v systému, je třeba tento údaj pravidelně aktualizovat. Při základní údržbě se provádí kontrola správného uchycení antén. Ty musejí být zavěšeny ve výšce 180 mm nad temenem kolejnice [14]. Při dalších revizích tohoto systému se navíc provádí zkouška D3, při které se pomocí speciální testovací soupravy testují všechny funkce systému, včetně správného měření rychlosti a přenosu návěstí.

SHP

Pro provoz v Polsku je lokomotiva vybavena zabezpečovacím systémem SHP. Jeho princip spočívá ve vyslání signálu strojvedoucímu při přejetí bodu, umístěného na trati. Pokud strojvedoucí na signál nezareaguje, aktivuje se rychločinné brzdění. Dvě antény SHP jsou umístěny na spodku po stranách lokomotivy. Ovládací skříň zabezpečovače EDA-3 je umístěna ve strojovně. [15]

Revize systému se provádí po 3 a po 12 měsících. Kontroluje se upevnění a umístění antény, průchodky, kabeláž mezi rámem a anténou. Anténa by měla viset 160 mm (± 5 mm) nad temenem kolejnice a 270 mm (± 10 mm) od vnitřní strany hlavy kolejnice. Měří se dynamický odpor antény (2,8 – 3,0 k Ω) a izolační odpor antény, který by měl být nejméně 5 M Ω . Ve skříni EDA-3 se měří výstupní napětí (3,23 – 3,57 V) a prahové napětí (1,47 – 1,6 V) obou antén, citlivost antény (40 – 60 %), frekvence generátoru (998 – 1 002 Hz), doba odpadu EP ventilu (spuštění rychlobrzdy, max. 5 s) a zpoždění houkačky (max. 3 s). Kontroluje se zemnicí připojení, kabeláž, zaplombování nouzového spínače a zámku, vnější a vnitřní elektroinstalace, celistvost varistoru, stav a frekvence blikání kontrolních diod. Na stanovišti se kontroluje reakce na stisk tlačítek. [15]

Sifa („mrtvý muž“)

Bezpečnostní zařízení Sifa neboli mrtvý muž kontroluje bdělost strojvedoucího. Používá se pouze v zemích, kde není bdělost kontrolována systémem Mirel VZ1. Kontrola se provádí při rychlosti větší než 3 km/h, v Nizozemí po zvolení směru jízdy také v klidu. Bdělost strojvedoucí potvrzuje pomocí tlačítek „Wachsam“ nebo nožního pedálu. Pokud není žádný ovládací prvek obsluhován déle než 2,5 s, následuje akustické hlášení, po 5 s následuje rychločinné brzdění. Ovládací prvek musí být stisknut 3 až 30 s. Pokud je stisknut více než 30 s, rozsvítí se na displeji signalizační ikona systému, po 32,5 s je spuštěno akustické hlášení, po 35 s je aktivována rychlobrzda. Tyto reakce je třeba kontrolovat při každé údržbě. [9]

LZB/PZB

Systémy zabezpečení LZB a PZB se používají v Německu a v Rakousku. Lokomotiva je vybavena dvěma přijímacími a dvěma vysílacími anténami LZB, a dvěma magnety PZB.

LZB je liniový vlakový zabezpečovač, vyvinutý zejména pro rychlosti nad 160 km/h. Systém předává strojvedoucímu informace o traťové rychlosti a vzdálenosti od její změny. Je schopen modelovat brzdnu křivku podobně jako systém Mirel VZ1. V koleji je položena vodivá smyčka, jejíž vodiče se každých 100 m kříží, čímž vznikne fázový posun 180°. Tento fázový posun vyhodnotí anténa na vozidle, díky čemuž je schopna vypočítat vzdálenost od příslušného omezení. [16]

PZB je bodový zabezpečovač pro rychlosti do 160 km/h. Magnety na vozidle jsou složeny ze třech rezonančních obvodů s frekvencemi 500, 1 000 a 2 000 Hz. Při přejetí bodu na trati dojde v případě omezující návěsti k rezonanci v obvodu s příslušnou frekvencí. Podle vyslané frekvence se zjistí vzdálenost od návěstidla, případně projetí návěsti zakazující jízdu. [17]

Při revizi zařízení se pomocí testovací soupravy testují všechny funkce systému. U magnetů PZB se měří frekvence, rezonanční proud (175 – 220 mA) a spouštěcí proud (110 – 130 mA). Kontroluje se umístění antén. LZB antény mají být 170 – 185 mm nad temenem kolejnice, PZB 150 – 170 mm nad temenem kolejnice. [18]

ETCS

Evropský zabezpečovací systém ETCS je postupně zaváděn ve všech zemích EU. Vozidlová část tohoto systému se skládá z řídicí jednotky ve strojovně, radaru pro měření rychlosti na spodku vozidla a GSM-R modemy se dvěma anténami na střeše lokomotivy. Při každé údržbě se provádí funkční zkouška systému a test brzd pomocí procesu „Start of Mission“. Kontroluje se poloha radaru, který musí být ve výšce 200 – 300 mm nad temenem kolejnice. Po 18 a 36 měsících se provádějí revize. [5], [9]

1.4.8 Pneumatická výstroj a brzdy

Pneumatická výstroj lokomotivy je nezbytná pro funkci mnoha důležitých zařízení jako jsou např. brzdy, sběrače nebo houkačka. Hlavním prvkem pro zásobování stlačeným vzduchem je hlavní kompresor, který je umístěn na spodku lokomotivy. Jedná se o dvoustupňový, vzduchem chlazený, čtyřválcový stroj, poháněný třífázovým asynchronním motorem s frekvencí 60 Hz. Vzduch vystupující z kompresoru je vysušen v sušičce vzduchu a hromadí se v hlavním vzduchojemu. Vzduch z hlavního vzduchojemu je dále rozveden k hlavním vypínačům, sběračům, k zařízení na mazání okolků, houkačkám, tlakovým ochranným klapkám klimatizace, do sedadel strojvedoucího a do napájecího potrubí. Dále je přes brzdiče, ve kterých se upravuje tlak, veden do brzdových rozvaděčů, pomocných vzduchojemů a do hlavního potrubí nezbytného pro brzdění vlaku. Tlak v napájecím potrubí by se měl pohybovat mezi 8 a 10 bar. Traxx je vybaven 3 hlavními vzduchojemy, dvěma pomocnými vzduchojemy pro ovládání brzdového válce, jedním pomocným vzduchojemem pro pružinovou brzdu a pomocným vzduchojemem pro ovládání sběračů a hlavního vypínače. Rozvod stlačeného vzduchu je ovládán pomocí pneumatického panelu umístěného ve strojovně lokomotivy. Kompresor je řízen tlakovým senzorem v závislosti na tlaku v hlavním vzduchojemu, zapíná při 8,5 bar, vypíná při 10 bar. [9]

Základní údržba kompresoru spočívá ve vyfoukání filtračních vložek stlačeným vzduchem. Při T údržbách se kontrolují spínací doby a doba čerpání. Při údržbách T2 a vyšších se musí odvodnit hlavní vzduchojem, příp. podle potřeby vyčistit. Dle vyhlášky č. 100/1995 Sb. je jednou za rok nařízena revize vzduchojemu [19]. Při T údržbách se také kontroluje funkce pojistného ventilu, uzavíracích kohoutů, spínací body hlídače tlaku. Při údržbách TR1 a TR2 se provádí generální oprava uzavíracích kohoutů a revize řídicího ventilu. Pomocnému kompresoru stačí věnovat pozornost také jen při T údržbách, kontroluje se stav oleje, znečištění filtru sušení vzduchu a provádí se čištění chladících žebířků. Na pneumatickém panelu sběračů se čistí sedla pojistných ventilů, kontrolují se spínací body tlakového spínače a regulátoru tlaku a kontroluje

se funkce manometru. Při údržbách TR1 a TR2 se provádí generální oprava tlakových spínačů, revize škrťacího ventilu a škrťacího zpětného ventilu, revize magnetického ventilu, manometru a dochází k seřízení, příp. výměně regulátoru tlaku. [5]

Základní provozní brzda je pneumatická. Je provedena jako kotoučová, na dvojkolí jsou k dispozici dvě jednotky třmenu kotoučové brzdy, které působí na všechny brzdové kotouče. Jednotky třmenu kotoučové brzdy disponují automatickým regulátorem opotřebením. Brzda je vybavena integrovanou protiskluzovou ochranou. Ovládá se pomocí dvou páček na stanovišti strojvedoucího, jedna slouží k ovládní přímocinné brzdy, druhá k ovládní tlaku v průběžném potrubí. [9]

Dále je lokomotiva vybavena pružinovou (střadačovou) parkovací brzdou. Ta je schopna zajistit lokomotivu proti ujetí na sklonu až 40 %. Ovládá se pomocí tlačítka na zadní stěně stanoviště strojvedoucího. Pružinová brzda má na dvojkolí společnou jednotku třmenu s kotoučovou brzdou. [9]

Lokomotiva je vybavena také elektrodynamickou brzdou. Kvůli zamezení opotřebením brzdových kotoučů je určena jako prvořadá provozní brzda. Ovládá se pomocí páky na stanovišti strojvedoucího. Strojvedoucí nastaví požadovanou brzdovou sílu, čímž obrátí chod proudového měniče. Motory přejdou buď do režimu generátoru a energii rekuperují zpět do sítě, nebo do režimu brzdy a energii přeměňují v brzdovém odporu na teplo. Elektrodynamická brzda má vlastní funkci protiskluzové ochrany, která je součástí regulátoru tažné síly. [9]

Lokomotiva je vybavena také ovládací jednotkou elektropneumatické brzdy. Ta přes UIC vedení ovládá EP jednotky v každém voze a je tak dosaženo rovnoměrného brzdění všech vozů ve vlaku. [9]

Práce na panelu brzd se provádějí při údržbách TR1 a TR2. Provádí se revize brzdové skupiny, generální oprava modulů, revize pružinového posilovače a generální oprava Tow modulu, který je schopen zajistit při nedostatku vzduchu v hlavním vzduchojemu jeho doplnění z průběžného potrubí. [5]

Při každé údržbě se kontroluje klidný chod brzdového odporu a pevné utažení šroubových spojů. Při T údržbách se kontroluje poškození, opotřebením, praskliny a koroze, pevné uložení pomocí čepů, odstraňují se nečistoty z odporových článků a porcelánových izolátorů, kontroluje se mechanická funkce těsnění, pevné usazení přípevňovacích šroubů a přípojek. Podle potřeby se vyměňují ložiska ventilátoru, příp. těsnící prvky. [5]

Při údržbách založených na počtu najetých km se kontroluje jednotka třmene kotoučové brzdy z hlediska zjevných nedostatků, pohyblivosti a řádného připevnění na rám podvozku, kontrolují se vlnovce na tlačné tyči a na jejím ovladači. Kontrolují se držáky brzdových obložení, jejich stav a tloušťka. Dále je třeba prohlédnout brzdové kotouče, podle potřeby osoustružit, příp. vyměnit. Po 3 letech se provádí revize brzd. Pružinový posilovač se kontroluje při údržbách T. Kontroluje se funkce uzavíracího kohoutu, čistí se od vzdušňovací šroub a kontroluje se zařízení nouzového uvolnění. Při údržbách TR1 a TR2 se provádí generální oprava uzavíracího kohoutu. Dále se kontroluje funkce ventilů protiskluzové ochrany. [5]

1.4.9 Podvozek

Lokomotiva je vybavena 2 podvozky o dvou nápravách. Na každou nápravu je prostřednictvím tlapových ložisek usazen trakční motor. Základním nosným prvkem je rám složený ze dvou rovných podélných nosníků, středového příčného nosníku a dvou čelních nosníků. Před všemi dvojkolími lokomotivy jsou na rámu osazeny chrániče. Pro přenos sil mezi podvozkem a skříní lokomotivy slouží tažně tlačná tyč. Podvozek je od skříně lokomotivy odpružen pomocí sekundárního vypružení, které se skládá ze dvou válcovitých šroubových pružin stojících na podélných nosnících rámu podvozku. Primární vypružení je také složeno z válcovitých šroubových pružin, které jsou seřazeny na obou stranách každého ložiskového pouzdra dvojkolí. Slouží k vypružení dvojkolí od rámu podvozku, umožňují vertikální pružení a vedou dvojkolí v příčném směru. Ke skříní je podvozek upevněn pomocí otáčivého dorazu, který omezuje otáčivý pohyb. Příčný pohyb skříně vzhledem k otočnému podvozkem omezuje příčný doraz. Pro odstranění výkyvů vypružení, tlumení příčného pohybu mezi skříní a podvozkem, vlnivých pohybů a zajištění stabilního chodu vozidla i při vysokých rychlostech slouží primární, sekundární, příčný a torzní tlumič. Dvojkolí je uloženo v rámu pomocí ložisek, od rámu je izolováno pomocí gumových prvků. Vedení dvojkolí v podélném směru a přenos tažných a brzdných sil z dvojkolí na rám otočného podvozku probíhá přes horizontální, jednostranně seřazená ložiska vodících ramen dvojkolí. Na každém kole je jednotka třmenu kotoučové brzdy. [9]

Pro omezení opotřebení okolků kol je lokomotiva vybavena zařízením pro mazání okolků. Rozprašovací trysky jsou umístěny před prvním a za posledním dvojkolím. Mazání je ovládáno automaticky. Pro zvětšení součinitele adheze je lokomotiva také vybavena pískovacím zařízením. Zásobníky písku a pískovací trubky jsou vybavené topným a profukovacím zařízením pro udržení písku v suchu. [9]

Základní údržba dvojkolí spočívá v kontrole protočení kol vůči nápravě, vizuální kontrole dvojkolí z hlediska pevného usazení a poškození, kontrolují se oběžné plochy kol. Dále se měří meze provozní upotřebitelnosti, kontroluje se pevné usazení a případné poškození vedení dvojkolí a ložiskové skříně, kontrolují se trhliny silentbloků vodících ramen dvojkolí. Kontroluje se poškození a pevné usazení ložiskových vík dvojkolí s připevňovacími prvky, pevné usazení přívodních vedení ke snímačům, primární a sekundární vypružení, gumokovové prvky, tlumiče a jejich silentbloky. Vizuálně se kontroluje rám, primární a příčné dorazy a připevňovací prvky. Kontroluje se úplnost, poškození a pevné usazení tažně-tlačné tyče, poškození vulkolanových kroužků a stav nádrže písku a jeho doplnění. Kontroluje se poškození a funkčnost mazání okolků. Je třeba také zkontrolovat stav oleje převodovky, po 15 000 km nebo po výměně ložisek či ozubených kol se provádí výměna oleje. Ložiska se vyměňují při údržbách R1, R2, TR1 a TR2. Při T údržbách také dochází k čištění ložiskového víka, kontrolují se zemnicí kontakty, uhlíky a kontaktní kotouč. Provádí se měření impedance mezi skříní vozidla a kolejnicí. Při vyšších stupních údržby je také třeba namazat tlapová ložiska. [5]

1.4.10 Baterie

Lokomotiva Traxx je vybavena alkalickou akumulátorovou baterií o napětí 110 V pro napájení palubní sítě. K dobíjení slouží statický elektronický dobíječ BLG, umístěný ve strojovně lokomotivy. Samotná bateriová skříň je umístěna na spodku lokomotivy mezi podvozky. Ve skříní se nachází 52 článků. Zdroj 110 V slouží k napájení osvětlení strojovny a stanoviště strojvedoucího a k napájení centrální řídicí jednotky (DCPU). Na každém stanovišti je ještě umístěn měnič 110/24 V pro napájení pozičních světel, stěračů, osvětlení pultu a ostatních spotřebičů. Po zapnutí hlavního vypínače je zdrojem 110 V přímo BLG. Dobíjení probíhá z externí sítě 230 V/50 Hz při vypnutém hlavním vypínači. Po zapnutí hlavního vypínače je BLG napájeno ze sítě pomocných pohonů. Baterie a palubní síť jsou spojeny přes odpojovač pojistek se dvěma pojistkami 125 A. Ty jsou umístěny v pojistkové skříní vedle bateriové skříně. [9]

Základní údržba baterií spočívá v odstranění nečistot v bateriové skříní, doplnění elektrolytu a změření napětí na jednotlivých člancích. Hladina elektrolytu by měla být minimálně 10 mm nad elektrodami. Při údržbách T se také kontrolují celá pouzdra článků, zda nejsou poškozena a elektrolyt neuniká do bateriové skříně. [5]

2 MODERNÍ SYSTÉMY V ŘÍZENÍ ÚDRŽBY

2.1 CHARAKTERISTIKA SYSTÉMŮ PRO ŘÍZENÍ ÚDRŽBY

Systémy CMMS (computerized maintenance management system) slouží k digitalizaci řízení údržby a servisu. Cílem je zjednodušení a zefektivnění údržby zařízení v dané organizaci. Pomáhají plánovat nebo predikovat aktivity údržby. Jejich základem jsou informace o předmětu údržby, tedy například o budovách, strojích a dalších zařízeních, na které chce firma uplatňovat principy údržby. Systémy tedy pomáhají lépe využívat všechna zařízení a mít přehled o všech servisních činnostech a stavu zařízení. Některé CMMS systémy také pomáhají generovat plány údržby a řídit a koordinovat práce lidí v údržbě. Mohou také pomáhat při řízení vztahů s dodavateli. [20], [21], [27]

Může mít podobu počítačové aplikace nebo může být cloudový. [20]

Každý CMMS systém by měl minimálně obsahovat evidenci vybavení, možnost definovat a hlídat termíny údržby a oprav. [20]

Systémy CMMS jsou využitelné v řadě odvětví, jsou určeny pro firmy, které používají velké množství zařízení, která je třeba udržovat v chodu, protože jejich odstávky a prostoje mohou ohrozit dodávku služeb pro zákazníky. [20]

Typické vlastnosti a funkce systému CMMS by měly být [20]:

- evidence vybavení
- evidence zařízení – včetně dodavatelů, termínů oprav, záruk, komponentů atd.
- sledování historie aktivit údržby
- evidence movitého majetku
- plánování a rozvrhování plánu oprav nebo prohlídek (plánovací kalendář)
- evidence a řízení pracovních zakázek
- plánování napříč různými továrnami
- mobilní údržba
- pracovní postupy a požadavky na zdroje
- řešení reklamací u dodavatelů

- upozornění na blížící se termíny údržby či zadané úkoly
- náhradní díly – optimalizace zásob
- reportování stavu
- analýzy údržby a reporting
- integrace s ERP systémy
- preventivní údržba
- údržba informací o shodě výrobků
- evidence aktiv firmy
- znalostní báze problémů
- plány údržby
- plány oprav
- řízení dodavatelů
- měření nákladovosti údržby a oprav zařízení
- rozpočet
- analýzy příčin poruch a prostojů

2.2 PRŮZKUM TRHU S INFORMAČNÍMI SYSTÉMY PRO ŘÍZENÍ ÚDRŽBY

QI

Firma QI se zabývá vývojem informačního systému QI a budováním sítě partnerů, kteří systém nasazují u zákazníků a poskytují jim podporu při jeho provozu. [22]

Mezi základní moduly systému patří [22]:

- řízení firmy (personalistika, docházka, řízení, projekty)
- obchod a CRM (marketing, prodej, nákup, sklady)
- výroba (plánování, kalkulace, nástroje, kvalita)

- služby (servis, údržba, doprava)
- ekonomika (finance, mzdy, majetek, účetnictví)
- QI platforma (systémové funkce, elektronická komunikace)

Synergit

Firma Synergit poskytuje chytré řízení S-maintenance pro jednoduché, rychlé a efektivní plánování údržby. Zpráva o údržbě je odeslána přímo pracovníkovi na mobilní telefon, kde je přesně popsáno, co má dělat, a kam má jít. Pro identifikaci zařízení lze použít NFC čipy. Po ukončení práce pracovník přes mobilní aplikaci ohlásí konec údržby. [23], [24]

Ve výrobních halách jsou umístěny tzv. PC kiosky, které mohou sloužit pro více strojů nebo pro celou halu. Jejich pomocí lze identifikovat poruchu zařízení. Údržbář má v mobilu technickou dokumentaci daného zařízení. Po odstranění poruchy ukončí opravu pomocí mobilu. PC kiosk zobrazuje zásobník nesplněných činností, slouží k zadávání poruch. Uživatel se k PC kiosku přihlašuje pomocí RFID docházkových karet a čipů. Identifikace náhradních dílů a materiálu se provádí prostřednictvím čárového kódu. [23], [24]

ACT-IN

Společnost Act-in je další firmou, která nabízí zákazníkům profesionální nástroje pro řízení údržby. [25]

Pro oblast digitalizace řízení údržby nabízí zákazníkům následující aplikace [25]:

- Maintenance Control – pro plánování a řízení údržby dle standardů CMMS a EAMS
- Mobile Maintenance – pro mobilní údržby s mobilními telefony a tablety s OS Android a Apple iOS
- Condition Monitoring – pro online měření, diagnostiku, vizualizaci a archivaci procesních a technologických veličin a pro prediktivní údržbu
- Chytré brýle a rozšířená realita pro průmysl 4.0 – pro vzdálenou podporu údržby a servisu

Aplikace pracují nad jednou databází MS SQL a mohou v rámci datové integrace komunikovat s ostatními informačními systémy zákazníků. [25]

EasySoft

Firma EasySoft se zabývá vývojem CRM a CMMS informačních systémů a jejich implementace u zákazníků. [26]

Jedním ze systémů je MaintPlan CMMS. Slouží jako pomůcka při plánování a optimalizaci servisních činností včetně řízení vztahů s dodavateli či servisními firmami. Pro management je zdrojem přehledných informací o struktuře využívaných zařízení či výši vynaložených nákladů na jejich údržbu či servis. [26]

3 NÁVRH INFORMAČNÍHO SYSTÉMU PRO PODPORU ÚDRŽBY LOKOMOTIV

3.1 POPIS SYSTÉMU

3.1.1 Návrh funkcí systému

Pro zefektivnění údržby lokomotiv a lepší přehlednost všech informací spojených s údržbou přistoupila firma Dyko k vyvinutí informačního systému CMMS. Tento informační systém by měl fungovat jednak na základě mobilní aplikace, jednak ve formě počítačové aplikace běžící na firemním serveru, přes kterou je přístup ke všem databázím a slouží především zaměstnancům provádějícím organizaci a vedení údržby.

Informační systém CMMS by měl ve firmě Dyko splňovat tyto funkce:

- zpřehlednění dat a informací
- technická podpora zaměstnancům provádějící údržbu a opravy vozidel
- diagnostika vozidel
- zlepšení komunikace mezi zaměstnanci

Systém je určen všem zaměstnancům na všech pozicích a měl by pomoci s organizací v těchto oblastech:

- plánování údržby
- provádění údržby
- řešení závad

Systém bude složen z několika navzájem provázaných databází seskupující informace o prováděných pracích, zaměstnancích, vozidlech a materiálech.

Zákazník pomocí formuláře vytvoří objednávku údržby a odešle ji do systému. Vedoucí údržby otevře databázi s objednávkami, do které se všechny příchozí objednávky automaticky uloží. Podle vlastního uvážení přiřadí jednotlivým objednávkám prioritu a spustí program pro výpočet volné kapacity. Ten na základě plánu obsazenosti dílny a priority jednotlivých zakázek určí pořadí a termíny jejich vykonávání. Systém automaticky přiřadí každému vozidlu kolej, na které údržba proběhne. Podle toho může vedoucí posunu snáze a rychleji organizovat posun.

Dále se ke každé zakázce přiřadí potřebný počet zaměstnanců. Databáze zaměstnanců obsahuje všechny údaje o daném zaměstnanci, včetně jeho pracovní pozice a případné doplňující kvalifikace (např. školení na testování zabezpečovačů). Kromě toho se do systému zadávají všechny absence pracovníka, jako nemoci nebo dovolené. Na základě tohoto a informace o potřebném počtu zaměstnanců dokáže systém automaticky přiřadit lidi k jednotlivým zakázkám, resp. přiřadit práci každému pracovníkovi.

Pro provádění údržby je k dispozici nabídka vozidel přihlášených k údržbě. Pracovník vybere příslušné vozidlo. Pod daným vozidlem je k dispozici elektronický protokol údržby, který je uspořádán podle tzv. stromové struktury vozidla. Pracovník rozbaluje jednotlivé sekce, ve kterých nalezne seznam činností, které má na dané části vykonat. V případě potřeby zde nalezne i odkaz na návod k údržbě či návod k obsluze lokomotivy. Systém tedy slouží také jako technická podpora.

Ke každé sekci je přiřazen také seznam náhradních dílů, které se obvykle na danou část fasují. K určitému stupni údržby se vždy fasuje určité množství materiálu, požadavek na fasování se zadává automaticky se spuštěním dané údržby. V případě potřeby výměny vadného dílu zadává požadavek sám pracovník výběrem z nabídky. Tyto díly se fasují z konsignačního skladu a eviduje se u nich číslo lokomotivy. Objednávku v systému vidí okamžitě vedoucí údržby, který jí potvrdí. Potvrzená objednávka se v systému zobrazí zaměstnanci skladu, takže se ihned začne objednávka vyřizovat. V systému vidí i zakázku, na kterou je díl poptáván, a po jejím rozbalení vidí i kolej, na které se oprava provádí. Ví tedy kam má daný díl doručit.

V případě projevení se závady už za provozu, je závada nahlášena dopředu. Závada se zadá do systému, takže při údržbě vozidla jsou o závadě informováni všichni zúčastnění pracovníci. Pro řešení závady je k dispozici kniha oprav, případně může být systém propojen se vzdálenou diagnostikou od výrobce. Do knihy závad se zadává popis závady, postup řešení závady a potřebné náhradní díly. Při příštím projevení závady se závada v knize automaticky vyhledá a postupuje se podle v ní stanovených postupů.

Kromě toho, že systém dokáže poznat na které místo patří daný náhradní díl, dokáže určit také který díl je třeba vyfasovat. Na základě různých měření při údržbě, kdy jsou do elektronického protokolu zadávány zjištěné hodnoty, je systém schopen rozpoznat závadu (naměřená hodnota neodpovídá předepsaným hodnotám). Systém automaticky odešle informaci o závadě technikům, případně rovnou zadá požadavek na vyfasování příslušného náhradního dílu. Závadu je systém schopen detekovat také na základě dat stažených z lokomotivního záznamníku Teloc,

a to podle kódu, který je uložen v databázi. V případě, že byla stejná závada řešena již v minulosti, je příslušný kód přiřazen ke knize oprav, kterou systém automaticky vyhledá. V opačném případě se závada řeší obvyklým způsobem a do knihy oprav je zavedena dodatečně. Rozhodnutí o vyhledávání závady a o konečném způsobu řešení bude ale stejně záviset pouze na lidech.

Pomocí systému by se měla snadno plánovat údržba a rozdělovat práce jednotlivým zaměstnancům. Při údržbě pracovník potvrdí každou provedenou činnost v elektronickém protokolu svým elektronickým podpisem a tato informace se automaticky odešle vedoucímu údržby. Stejně tak se bude pomocí systému nahlašovat i konec opravy. Zároveň požadavek na fasování náhradních dílů by měl být zadáván pomocí systému nebo automaticky. Díky tomu bude každý příslušný zaměstnanec vědět, v jakém stádiu se údržba nachází, případně jaký je časový předpoklad ukončení. Taktéž se bude automaticky vytvářet přehled fasovaných dílů, bez toho, aniž by kdokoli musel složitě vyplňovat tabulky.

Po ukončení prací na lokomotivě jí může technik uvolnit do provozu. Systém na základě požadavku kompetentní osoby odešle elektronické protokoly a odešle e-mail se všemi potřebnými informacemi provozovateli vozidla.

3.1.2 Počítačová aplikace S-maintenance

Ze všech systémů CMMS, které jsou na trhu k dispozici, se jako nejvýhodnější jevila aplikace S-maintenance od firmy Synergit. Tato aplikace dokáže nejlépe splnit všechny funkce a požadavky, a proto společnost Metrans Dyko přistoupila ke spolupráci právě s firmou Synergit na vývoji tohoto systému. Pro zkušební provoz poskytla firma Synergit demo verzi aplikace S-maintenance. Počítačová verze systému běží na firemním serveru Synergit a je určena zejména pracovníkům provádějícím organizaci a řízení údržby. Demo verze není přímo určena pro provoz zabývající se údržbou kolejových vozidel, tudíž ani rozvržení katalogů a možnost tvorby struktur zařízení neodpovídají návrhu. Do demo verze je možné implementovat seznam náhradních dílů (katalog majetku a zásob) a katalog činností. Náhradní díly byly rozříděny do skupin (viz obrázek 11), podle navržené struktury lokomotivy. Bohužel, demo verze obsahuje některé již předdefinované položky, které není možné vymazat. Na obrázku 11 se jedná např. o položku „Stomper“.

S-MAINTENANCE - [Katalogy majetku a zásob -> Skupiny zařízení a součástí]

Start

Struktura zařízení
Žadanky
Příkazy
Výkazy
Katalog majetku a zásob
Katalog činnosti
Struktura organizace
Subjekty - adresář
Projekty
Odstávky/Prostoje
Náklady
Dokumenty

Skupiny zařízení a součástí

Název	Zkratka	Popis	Napoleď
Spirály, šneky	SPS		1. 12. 2002
Spojky - stroje, vyrovnáv., seřiz., pojist., seřiz.	SPO		1. 12. 2002
Stanoviště 1	FR1		20. 5. 2020
Čelo 1	FSW1		20. 5. 2020
Levá stěna 1, stanoviště	FWD12		20. 5. 2020
Pravá stěna 1, stanoviště	FWD11		20. 5. 2020
Pult 1	FT1		20. 5. 2020
Skrínka	FRW1BT		20. 5. 2020
Stanoviště 2	FR2		20. 5. 2020
Čelo 2	FSW2		20. 5. 2020
Levá stěna 2, stanoviště	FWD22		20. 5. 2020
Pravá stěna 2, stanoviště	FWD21		20. 5. 2020
Pult 2	FT2		20. 5. 2020
Skrínka	FRW2BT		20. 5. 2020
Stomper	STO		1. 12. 2002
Strojovna	MR		20. 5. 2020
Brzdový odporník	BW		20. 5. 2020
Chladicí věž	KT		20. 5. 2020
Měníče pomocných pohonů	HBKG		20. 5. 2020
Měření energie	AS		20. 5. 2020
Proudový měnič	SR		20. 5. 2020
Rozvaděč nízkého napětí	NSG		20. 5. 2020
Rozvaděč NN - ovladače	NSGAT		20. 5. 2020
Řidiči počítač vozidla	ES		20. 5. 2020
Saci obvod	SKG		20. 5. 2020
Ventilátor chlazení TM1	MLT1		20. 5. 2020
Ventilátor chlazení TM2	MLT2		20. 5. 2020
Ventilátor chlazení TM3	MLT3		20. 5. 2020
Ventilátor chlazení TM4	MLT4		20. 5. 2020
Vlakové zabezpečovače 1	ZSS1		20. 5. 2020
Vlakové zabezpečovače 2	ZSS2		20. 5. 2020
Vysokonapěťová část	HSG		20. 5. 2020
Vzduchový panel	LG		20. 5. 2020
Střecha	DA		20. 5. 2020
AC sběrač 3	SA3		20. 5. 2020
AC sběrač 4	SA4		20. 5. 2020
DC sběrač 1	SA1		20. 5. 2020
DC sběrač 2	SA2		20. 5. 2020

Obrázek 11 - Aplikace S-maintenance – skupiny zařízení

Dále aplikace nabízí možnost vytvoření struktury zařízení, do níž se dají přiřadit jednotlivé díly nebo činnosti.

S-MAINTENANCE - [Struktura zařízení]

Start

Struktura zařízení
Žadanky
Příkazy
Výkazy
Katalog majetku a zásob
Katalog činnosti
Struktura organizace
Subjekty - adresář
Projekty
Odstávky/Prostoje
Náklady
Dokumenty

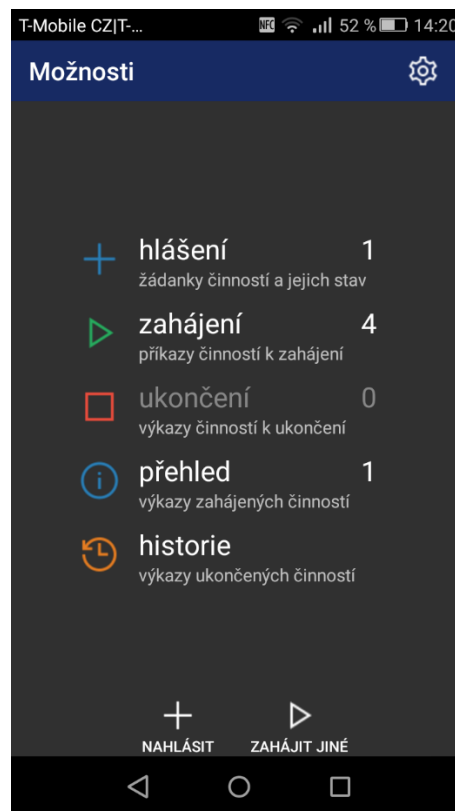
Primární struktura linek

Název	Říše	Kód IS	Sarže/Sériov	Poslední umístění	Poslední varianta	Komponen	Mno	Je	Nor	Jed	Kód ve	Od	Trv	Ko	Ka	Ak	Poslední
Trasa						STRUKTUR					STR0009						
C16						SKUPSTR_Z					STR016						
386 001						MODUL					M016012						
Identifikace závod						ČINNOST					C000315						
Podvozek						MODUL					M016039						
Stanoviště						MODUL					M016037						
Strojovna						MODUL	1	Ks			M016034						
Brzdový odporník						MODUL					M016031						
Chladicí věž						MODUL					M016019						
Měníče pomocných pohonů						MODUL					M016027						
Měření energie						MODUL					M016022						
Proudový měnič						MODUL					M016024						
Rozvaděč nízkého napětí						MODUL					M016021						
Rozvaděč NN - ovladače						MODUL					M016026						
Řidiči počítač vozidla						MODUL					M016018						
Saci obvod						MODUL	1	Ks			M016013						
Ventilátor chlazení TM1						MODUL					M016025						
Ventilátor chlazení TM2						MODUL					M016023						
Ventilátor chlazení TM3						MODUL					M016028						
Ventilátor chlazení TM4						MODUL					M016033						
Vlakové zabezpečovače 1						MODUL					M016030						
Vlakové zabezpečovače 2						MODUL					M016016						
Vysokonapěťová část						MODUL	1	Ks			M016014						
Elektrická - zkontrolujte šroubové spoje						ČINNOST					C000322						
Hlavní vypínač AC - vizuálně zkontrolujte pomocí						ČINNOST					C000318						
Hlavní vypínač AC - zkontrolujte šroubové spoje						ČINNOST					C000319						
Hlavní vypínač DC						DÍL	1	Ks			D030007						
Hlavní vypínač DC - prohlédněte a vyčistěte						ČINNOST					C000320						
Hlavní vypínač DC - zkontrolujte šroubové spoje						ČINNOST					C000321						
Modul I/O						DÍL	1	Ks			D030008						
Pozvánčí kláves						DÍL	1	Ks	Min		D030006						
Tlumivka filtru rušivých proudů						DÍL	1				D030004						
Vizuálně zkontrolujte kondenzátory, příp. vyčistěte						ČINNOST					C000317						
Vizuálně zkontrolujte pevné usazení šroubových						ČINNOST					C000316						
Vzduchový panel						MODUL					M016029						
Střecha						MODUL					M016015						
386 002						MODUL	1	Ks			M016046						
386 003						MODUL					M016041						
386 004						MODUL					M016042						
386 005						MODUL					M016043						
386 006						MODUL					M016044						
386 007						MODUL					M016045						
386 008						MODUL					M016046						

Obrázek 12 - Aplikace S-maintenance – struktura zařízení

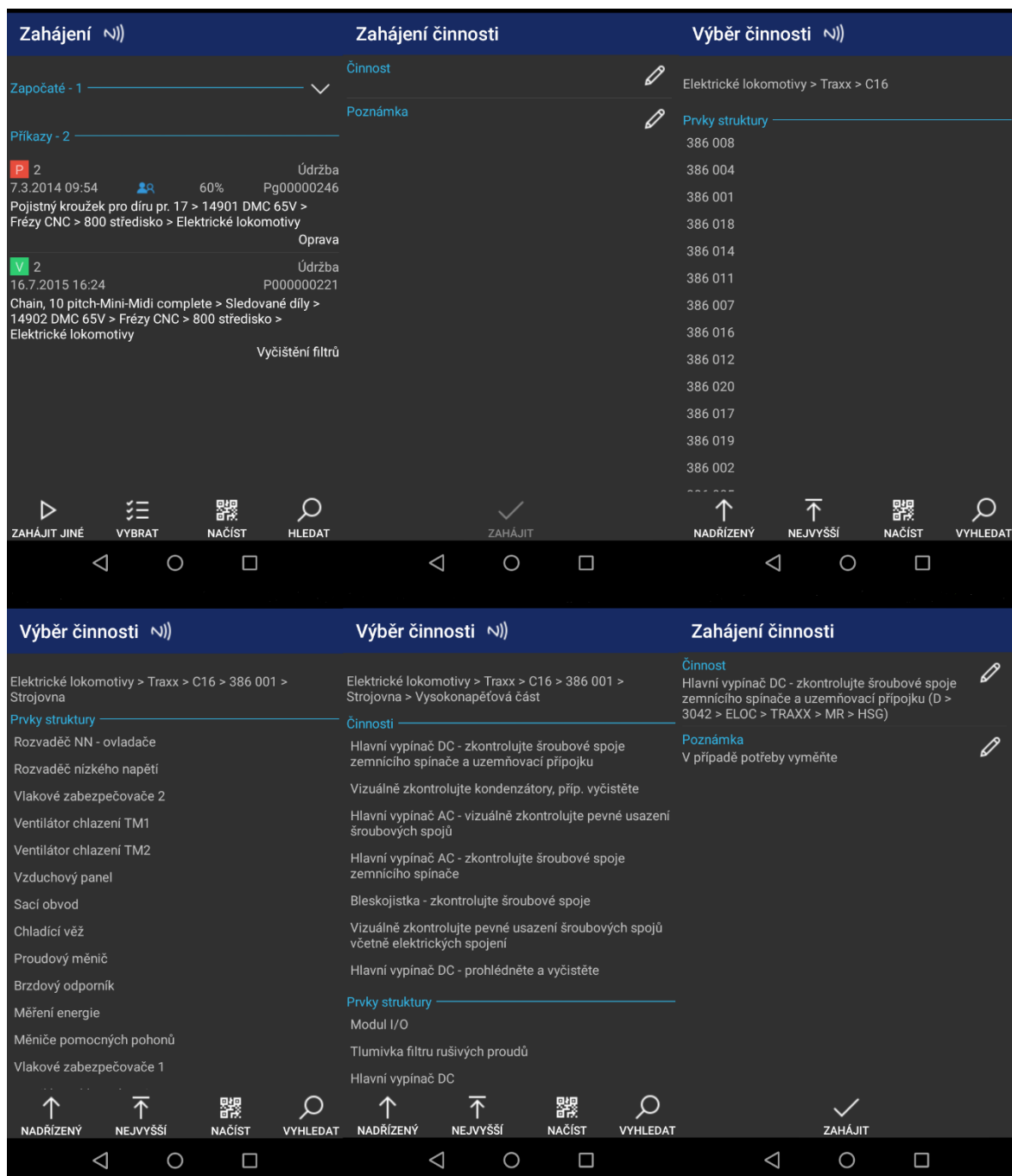
3.1.3 Mobilní aplikace S-maintenance

Aplikaci S-maintenance by měl mít k dispozici každý zaměstnanec údržby na svém mobilním telefonu.

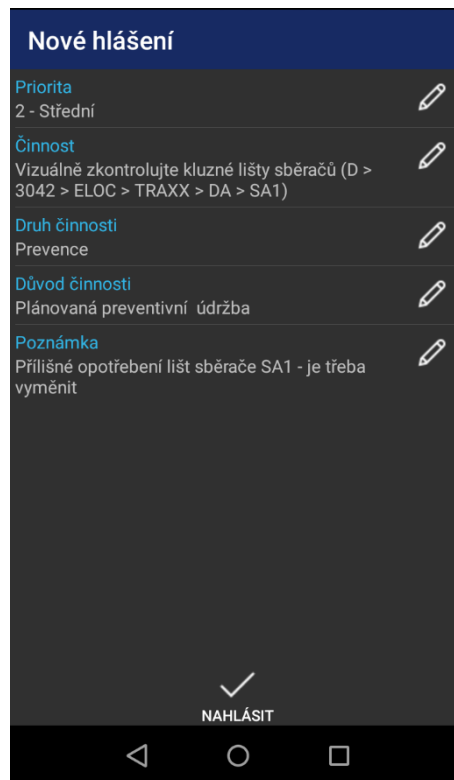


Obrázek 13 - Mobilní aplikace S-maintenance - úvodní obrazovka

Funkce *hlášení* slouží pro hlášení všech prováděných činností. Pomocí položky *zahájení* pracovník údržby zahájí požadovanou údržbu nebo jinou nařízenou činnost. Postup při zahájení vybrané činnosti je zobrazen na obrázku 14. Hlášení probíhá obdobným způsobem. U požadavku údržby by měl být do budoucna k dispozici i automaticky vygenerovaný elektronický protokol. Pomocí příkazu *ukončení* pracovník ukončí probíhající údržbu nebo opravu, vedoucí údržby na základě této informace rozhodne o dalším dění, příp. odešle vedoucímu posunu požadavek na přesun lokomotivy mimo opravárenskou halu. Položky *přehled* a *historie* slouží zaměstnancům organizujícím údržbu pro přehled o aktuálním stavu lokomotiv na dílně a o historii prováděných prací na jednotlivých lokomotivách.



Obrázek 14 - Mobilní aplikace S-maintenance - výběr činnosti



Obrázek 15 - Mobilní aplikace S-maintenance - nové hlášení

3.2 NÁVRH DATOVÝCH STRUKTUR INFORMAČNÍHO SYSTÉMU

Informační systém CMMS je vytvořen na základě několika databází a stromových struktur jednotlivých lokomotiv.

3.2.1 Databáze

Zakázky

Databáze všech objednávek od zákazníků.

Zákazník do systému odešle tyto informace:

- číslo vozidla
- datum objednávky
- požadovaný zásah

Na základě objednávky systém automaticky přiřadí tyto informace:

- číslo zakázky
- priorita
- datum zahájení
- datum ukončení
- zaměstnanci

Zaměstnanci

Databáze všech zaměstnanců firmy.

Obsahuje tyto informace:

- jméno a příjmení
- pracovní pozice
- kvalifikace
- přítomnost

Po přijetí objednávek systém poloautomaticky rozdělí práci a přidělí ji jednotlivým pracovníkům. Poté se databáze rozšíří o následující informace:

- přidělené vozidlo

Vozidla

Databáze všech vozidel, které byly kdy v Dyku na opravě. Zpočátku v ní budou uvedeny všechny lokomotivy MTR a postupně se budou přidávat další, které zde projdou opravou nebo údržbou.

Databáze bude obsahovat tyto informace:

- číslo vozidla
- majitel
- stupně údržby a jejich poslední provedení

Ke každému typu vozidla je přiřazena jeho stromová struktura, která bude propojena s databází náhradních dílů a pracovních činností. Ke každému vozidlu také přísluší samostatná databáze kniha oprav.

Náhradní díly

Databáze všech běžně fasovaných náhradních dílů.

Tato databáze se bude dělit na materiály běžné spotřeby fasované pro každou údržbu a na díly fasované z konsignačního skladu.

Tabulka materiálů běžné spotřeby bude obsahovat tyto informace:

- název
- číslo materiálu
- stupeň údržby

Tabulka dílů z konsignačního skladu bude obsahovat tyto informace:

- název
- číslo materiálu (SAP)
- číslo materiálu (označení výrobce)
- sekce stromové struktury vozidla

V případě požadavku na fasování konkrétního materiálu budou ke každému dílu zaevidovány tyto informace:

- datum fasování
- číslo vozidla
- číslo zakázky
- zaměstnanec, který daný díl požaduje
- množství vydaného materiálu

Pracovní činnosti

Databáze obsahuje přehled předepsaných činností při plánované údržbě vozidla.

Obsahuje tyto údaje:

- činnost
- potřebné pomůcky
- stupeň údržby
- sekce stromové struktury lokomotivy

Při zadané údržbě se na základě této databáze automaticky vygeneruje elektronický protokol, který přidělený zaměstnanec nalezne v mobilní aplikaci. Každou provedenou činností pracovník označí a ta se uloží do databáze s těmito informacemi:

- jméno a příjmení zaměstnance
- datum
- číslo vozidla

Kódy závad

Tato databáze obsahuje přehled kódů závad podle dat stahovaných z paměti závad lokomotivy.

- číselný kód
- název závady
- lokalizace závady (podle stromové struktury lokomotivy)

Data z lokomotivy se nahrají do systému, podle databáze se identifikují jednotlivé závady, případně se přiřadí ke knize oprav.

Kniha oprav

Kniha oprav slouží k přehledu o projevených závadách na jednotlivých lokomotivách a k uchování informací o opravách jednotlivých závad. Je vytvořena zvláště pro každou lokomotivu, případně ji lze filtrovat podle druhu závad.

Obsahuje tyto informace:

- datum projevení závady
- datum opravy
- lokalizace závady (podle stromové struktury lokomotivy)
- popis závady (kód závady)
- postup při řešení závady
- jméno a příjmení zaměstnance řešícího danou závadu
- potřebné pomůcky
- vyfasované náhradní díly

3.2.2 Stromové struktury

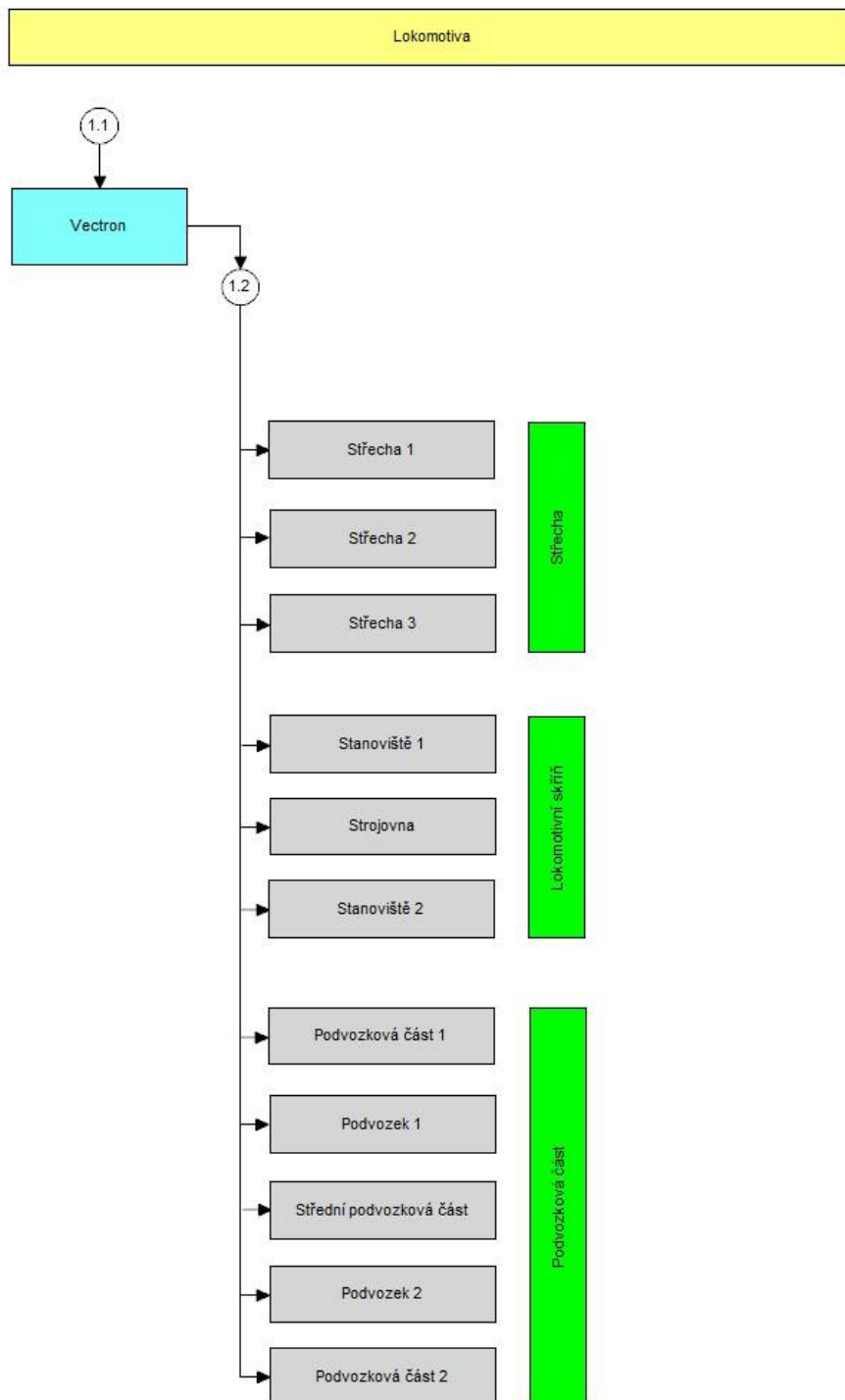
Každá lokomotiva má vytvořenou svojí stromovou strukturu (viz příloha A až C), podle které jsou rozděleny všechny náhradní díly a činnosti prováděné při periodických údržbách.

Stromová struktura dělí lokomotivu na části. Základní struktura se liší podle typu konstrukce vozidla. Rozdílná je pro lokomotivy skříňové a kapotové a pro motorové jednotky.

Mezi skříňové lokomotivy opravované v Dyku se řadí Traxx, Vectron, Herkules a řada 162. V základu jsou tyto lokomotivy rozděleny na střechu, lokomotivní skříň a podvozkovou část.

Mezi kapotové lokomotivy opravované v Dyku se řadí všechny lokomotivy zde používané k posunu (700 – 704, 797.4) a řada 740. Základní struktura dělí tyto lokomotivy na střechu, kabinu, kapoty a podvozkovou část.

V Dyku se opravují také motorové jednotky řady 845. Jejich stromová struktura je rozdělena v základu na motorový a řídicí vůz. Oba vozy jsou rozděleny na stanoviště, krátký a dlouhý představek, oddíl pro cestující a podvozkovou část.



Obrázek 16 - Ukázka stromové struktury lokomotivy Vectron

3.3 POSTUP PŘI PLNĚNÍ DATOVÝCH STRUKTUR DATY

Naplnění datových struktur daty probíhalo na základě firemních souborů s daty.

Fasování náhradních dílů se dříve evidovalo v několika souborech. Již v minulosti byl vytvořen soubor, obsahující přehled fasovaných pomůcek a materiálů potřebných k jednotlivým údržbám. Ke každé lokomotivě jsou vytvořeny tabulky pro jednotlivé stupně údržby, z nichž každá obsahuje přehled fasovaného materiálu a jeho množství. Pro lepší přehlednost byly tyto tabulky sjednoceny do jedné pro každý typ vozidla a to tak, že každá obsahuje seznam materiálu a u každého je označen stupeň údržby, pro který se fasuje. Tato tabulka už se dá snadno implementovat do vytvářeného systému, který si sám dokáže vyfiltrovat materiál pro zadaný stupeň údržby. Náhradní díly fasované z konsignačního skladu mají svůj speciální soubor. V něm se eviduje každý fasovaný díl, u každého se uvádí datum, číslo materiálu, číslo lokomotivy, číslo zakázky, množství materiálu a jméno pracovníka, který daný díl vyžaduje. Na základě těchto dat byl vytvořen soubor, obsahující přehled nejčastěji fasovaných náhradních dílů za určité časové období. Tento přehled náhradních dílů byl použit pro naplnění stromových struktur lokomotiv. Náhradní díly byly rozřazeny do jednotlivých sekcí lokomotivy za pomoci katalogu náhradních dílů (Ersatzteilkatalog). Tento program katalog funguje jako virtuální prohlídka lokomotivy Traxx, pomocí továrního označení materiálu zde lze každý díl vyhledat, včetně jeho vlastností a umístění v lokomotivě.

Stromové struktury obsahují také přehled jednotlivých činností prováděných v jednotlivých sekcích lokomotivy. Sem byla data rozdělena podle návodu k údržbě od výrobce. Ten obsahuje přehled předepsaných činností pro každý stupeň údržby. Takováto struktura se dá vytvořit pro každý stupeň údržby zvlášť, nebo do stromové struktury přidělit všechny činnosti a ke každé uvést stupně, při kterých se provádí. Systém by si tak musel být schopen sám vyfiltrovat činnosti pro zvolený údržbový stupeň.

Jednotlivé databáze jsou vytvořeny podle stávajících dat. Databáze kódů závad je vytvořena na základě seznamu kódů od výrobce. Kniha oprav je vyplňována po každé provedené opravě.

Podle vytvořených stromových struktur probíhá implementace dat do aplikace S-maintenance. V programu se vytvoří navržená struktura zařízení a ke každé položce se přiřadí příslušný díl nebo činnost.

ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo navrhnout funkce a datové struktury informačního systému, který zjednoduší a zefektivní organizaci a provádění údržby a oprav kolejových vozidel ve společnosti Metrans Dyko.

V první kapitole je popsán současný způsob provádění údržby a oprav. Je zde popsán způsob organizace a provádění údržby ve firmě Metrans Dyko a také způsob údržby jednotlivých celků v elektrické lokomotivě Bombardier Traxx, která je v Dyku nosnou řadou. Druhá kapitola představuje informační systémy pro řízení údržby, které vyvíjí několik firem a jsou aplikovány v různých odvětvích. Poslední, třetí kapitola obsahuje popis systému, který zefektivní údržbu ve firmě Dyko, včetně návrhu datových struktur a popisu způsobu implementace dat do tohoto systému.

Současný systém údržby v Dyku nevykazuje dostatečnou efektivnost práce. S rostoucím množstvím opravovaných lokomotiv je stále více požadavků na techniky, kteří přestávají zvládat komunikaci s pracovníky provádějící údržbu, co se týká hlášení nalezených závad a fasování náhradních dílů. Vše je příliš zdlouhavé a trvá tedy příliš dlouho, než se informace dostanou k technikovi. Stejně tak způsob fasování náhradních dílů je poměrně zdlouhavý, technik totiž musí vyhledávat a zadávat vše ručně, navíc označení materiálu je vedeno v každém systému jinak. Uvolňování lokomotiv do provozu zabírá také mnoho času, technik musí napsat e-mail provozovateli vozidla, v němž musí vyplnit údaje o stavu lokomotivy a o vyřešení všech požadavků. Zároveň se musí odeslat podepsaný protokol o údržbě a protokol o vícepracích na lokomotivě. Další nevýhodou současného systému je obtížné vyhledávání již řešených oprav v současné knize oprav, kde např. nelze vyhledávat podle chybových kódů.

Všechny tyto problémy vyřeší informační systém, který pro Dyko vyvíjí firma Synergit na základě podkladů vytvořených v rámci této bakalářské práce. V práci jsou uvedeny ukázky z demo verze aplikace S-maintenance, kterou poskytla firma Synergit pro zkušební implementaci dat firmy Dyko. Tato demo verze není přímo určena pro provoz zabývající se údržbou kolejových vozidel, takže je obtížné do ní implementovat některé navržené struktury. Proto bude aplikace ještě potřebovat upravit pro provoz v dané firmě. V práci je také navržen obsah všech databází, které jsou nezbytné pro správný chod systému.

Bohužel, vzhledem k velkému množství dat není možné do systému okamžitě vše naimplementovat a spustit všechny funkce systému. Je tedy nutno systém uvádět do provozu postupně v několika etapách. V první etapě bude zavedena kniha oprav, díky které bude přehled o všech závadách, které se v minulosti projevily na dané lokomotivě, včetně způsobu jejich řešení a seznamem použitých náhradních dílů. Dále přijde na řadu mobilní aplikace, díky níž bude v další etapě umožněn provoz pomocí elektronických protokolů a poloautomatické uvolňování vozidel do provozu. Jako poslední přijde na řadu automatické vyhledávání náhradních dílů a diagnostika pomocí zadávání mezních hodnot nebo kódů závad. Úplná funkčnost systému, tak jak je navrženo v této práci, je tedy otázkou ještě několika měsíců, možná i let.

Do budoucna bude vhodné systém ještě dále vylepšovat a zabývat se vývojem dalších možností, jak zvýšit efektivitu údržby moderních kolejových vozidel, kterých je v provozu čím dál více. Jedině tak bude možné efektivně udržovat spolehlivost a bezpečnost železniční dopravy.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

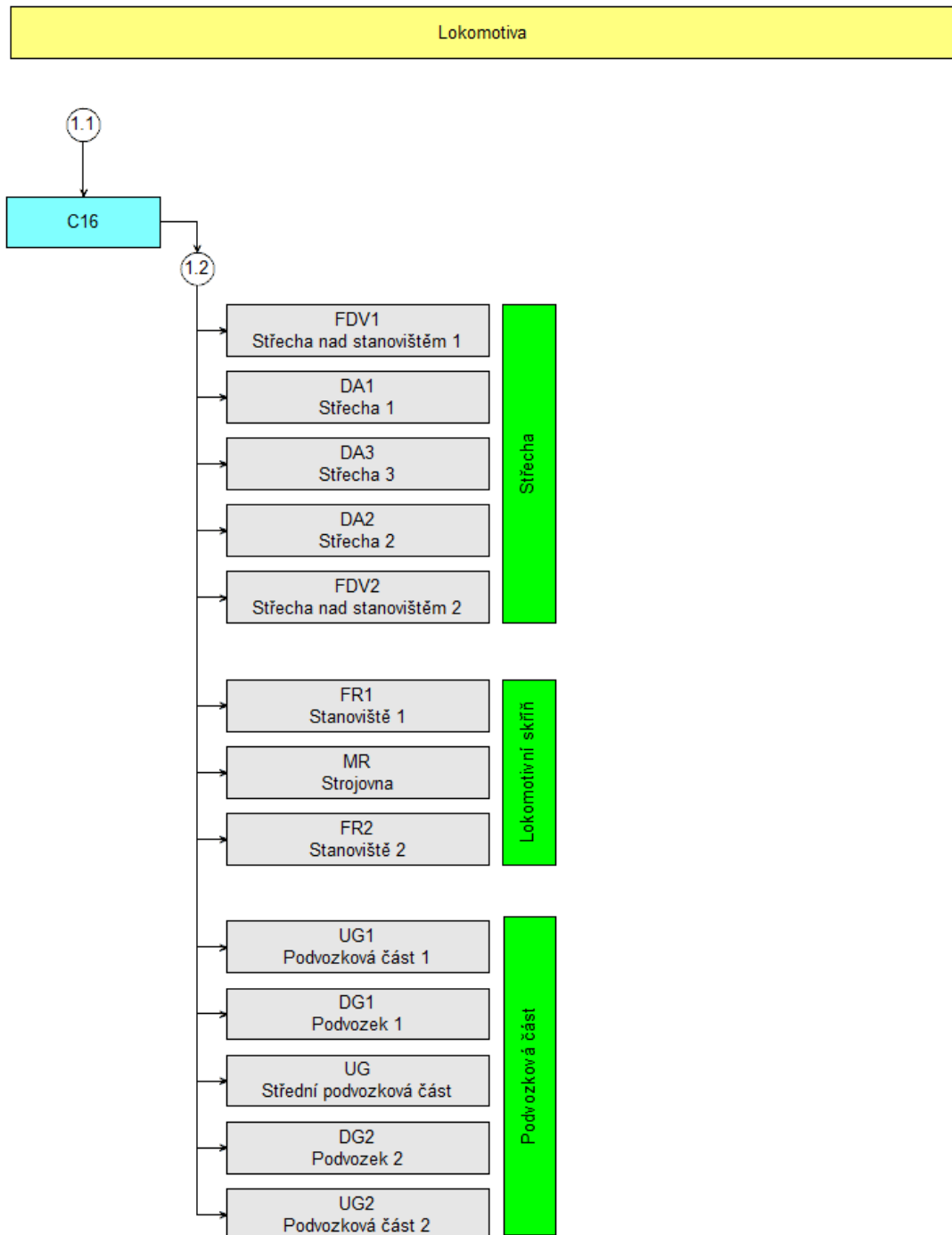
- [1] BITTNER, Jaromír, Jaroslav KŘENEK, Bohumil SKÁLA a Milan ŠRÁMEK. Malý atlas lokomotiv 2019. Praha: Gradis Bohemia, [2018]. ISBN 978-80-86925-19-6
- [2] Lokomotiva řady 704 (T 234.0). Atlas lokomotiv [online]. [cit. 2020-02-18]. Dostupné z: <http://www.atlaslokomotiv.net/loko-704.html>
- [3] Technický popis Lokomotiva Vectron. 2015
- [4] MÍKOVÁ, J., P. DRESLER, V. HRANOŠ, P. ŠKAPA a J. ŠMIRAUS. Provoz a údržba vozidel pozemní dopravy. Druhé revidované vydání. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, Univerzita Pardubice, 2017. ISBN 978-80-248-3267-8
- [5] Návod k údržbě: Lokomotiva E 186 D/A/PL/CZ/SK/H. 01. Kassel.
- [6] METRANS DYKO Rail repair shop s.r.o. [online]. [cit. 2020-05-24]. Dostupné z: <https://dyko.cz/>
- [7] Vectron AC/DC/MS [online]. In: . [cit. 2020-05-16]. Dostupné z: <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:36c74d44-da30-410b-8f30-5c00fb8950ff/version:1537532409/mo-vectron-technical-data-en.pdf>
- [8] Protokol pomocný 386 - C16 D A PL CZ SK H. Metrans Dyko Rail Repair Shop s.r.o.
- [9] Návod k obsluze - E 186 DAPLNLCZSKH. 04. Kassel, 2016.
- [10] Protokol údržby vlakové radiostanice MESA 23. Funkwerk Aktiengesellschaft.
- [11] Lokomotivy Siemens Vectron MS Vs. Bombardier Traxx F140 MS. Elektropromysl.cz [online]. 10.8.2018 [cit. 2020-04-16]. Dostupné z: <https://www.elektropromysl.cz/energetika/lokomotivy-siemens-vectron-ms-vs-bombardier-traxx-f140-ms>
- [12] Trakční měnič TC 3300 MS V04. 2014.
- [13] GREGORA, Stanislav. Vozidla elektrické trakce. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2013. ISBN 978-80-7395-596-0.
- [14] Zkušební protokol revize D3 pro Mirel VZ1 a RM1 na HDV řady 386. Metrans Dyko Rail Repair Shop s.r.o.

- [15] Protokol o revizi zabezpečovacího systému SHP po 12 měsících. Metrans Dyko Rail Repair Shop s.r.o.
- [16] Linienzugbeeinflussung. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2020-04-22]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Linienzugbeeinflussung>
- [17] Indusi. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2020-04-22]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Indusi>
- [18] Protokol revize EBI Cab 2000 100Tkm a nastavení MIREL VZ1 a RM1. Metrans Dyko Rail Repair Shop s.r.o.
- [19] Zákony pro lidi: Vyhláška č. 100/1995 Sb. Zakonyprolidi.cz [online]. [cit. 2020-04-30]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/print/cs/1995-100/zneni-20170501.htm?sil=1>
- [20] CMMS - Systémy pro plánování a řízení údržby a servisu. Managementmania.com [online]. [cit. 2020-03-02]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/cmms-computerized-maintenance-management-system>
- [21] What is CMMS? Computerized Maintenance Management. Micromain.com [online]. [cit. 2020-03-02]. Dostupné z: <https://www.micromain.com/what-is-a-cmms/>
- [22] Informační systém QI, ERP systém - QI.cz. QI.cz [online]. [cit. 2020-03-02]. Dostupné z: <https://www.qi.cz/>
- [23] Synergit | podnikový software - chytré řízení údržby. Synergit [online]. [cit. 2020-03-02]. Dostupné z: <https://www.synergit.cz/>
- [24] Mobilní aplikace S-maintenance - YouTube. YouTube.com [online]. [cit. 2020-03-02]. Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=_eJLnnqfk7I&feature=emb_logo
- [25] Digitalizace řízení údržby se systémem CMMS. Act-in.cz [online]. [cit. 2020-03-02]. Dostupné z: <http://www.act-in.cz/rizeni-udrzby-cmms>
- [26] Naše riešenia pre výrobu a obchod. Easysoft.sk [online]. [cit. 2020-03-02]. Dostupné z: <https://www.easyssoft.sk/>
- [27] What is CMMS? Computerized Maintenance Management Explained. Fiixsoftware.com [online]. [cit. 2020-03-02]. Dostupné z: <https://www.fiixsoftware.com/cmms/>

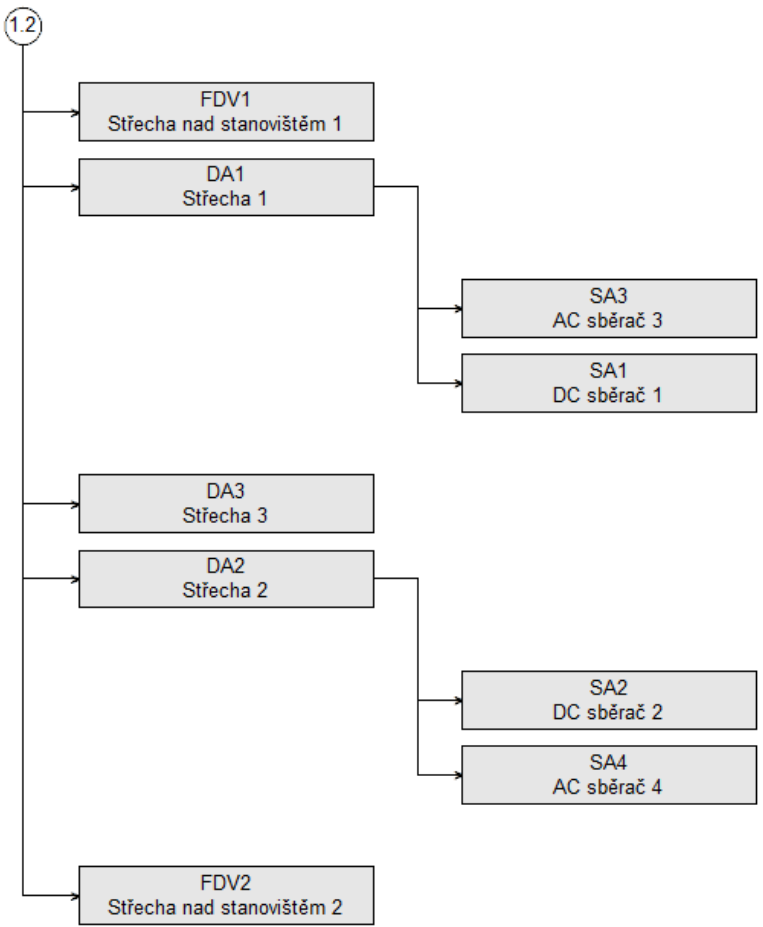
SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A – Stromová struktura lokomotivy Traxx	63
Příloha B – Stromová struktura lokomotivy Vectron	67
Příloha C – Stromová struktura lokomotivy Herkules.....	71

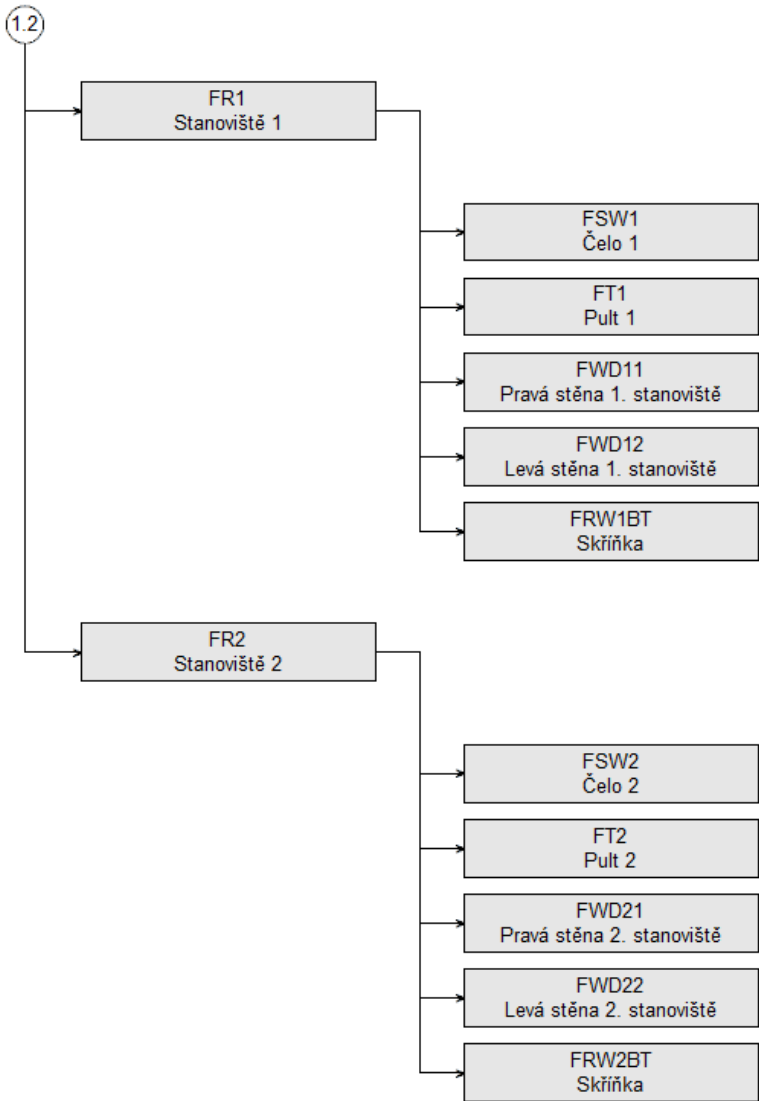
Příloha A – Stromová struktura lokomotivy Traxx

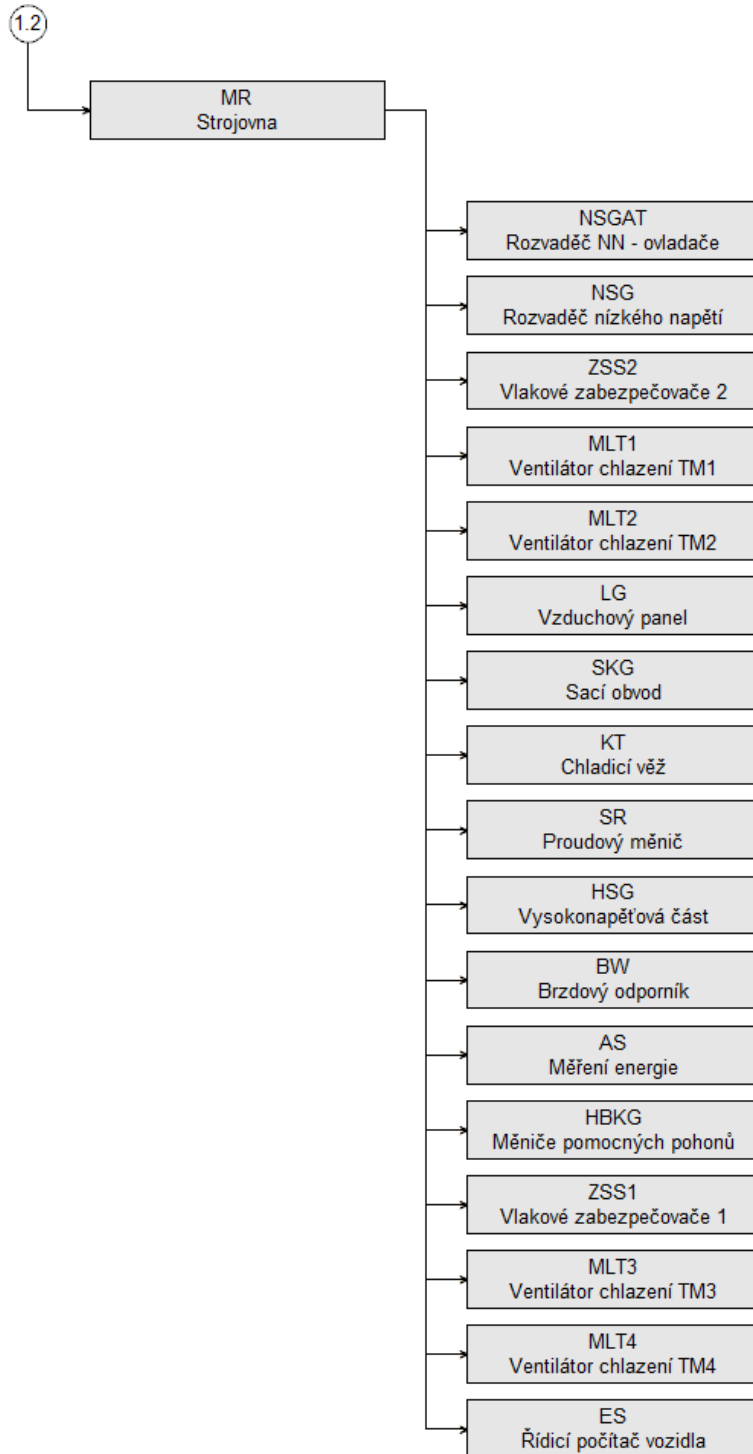


Střecha

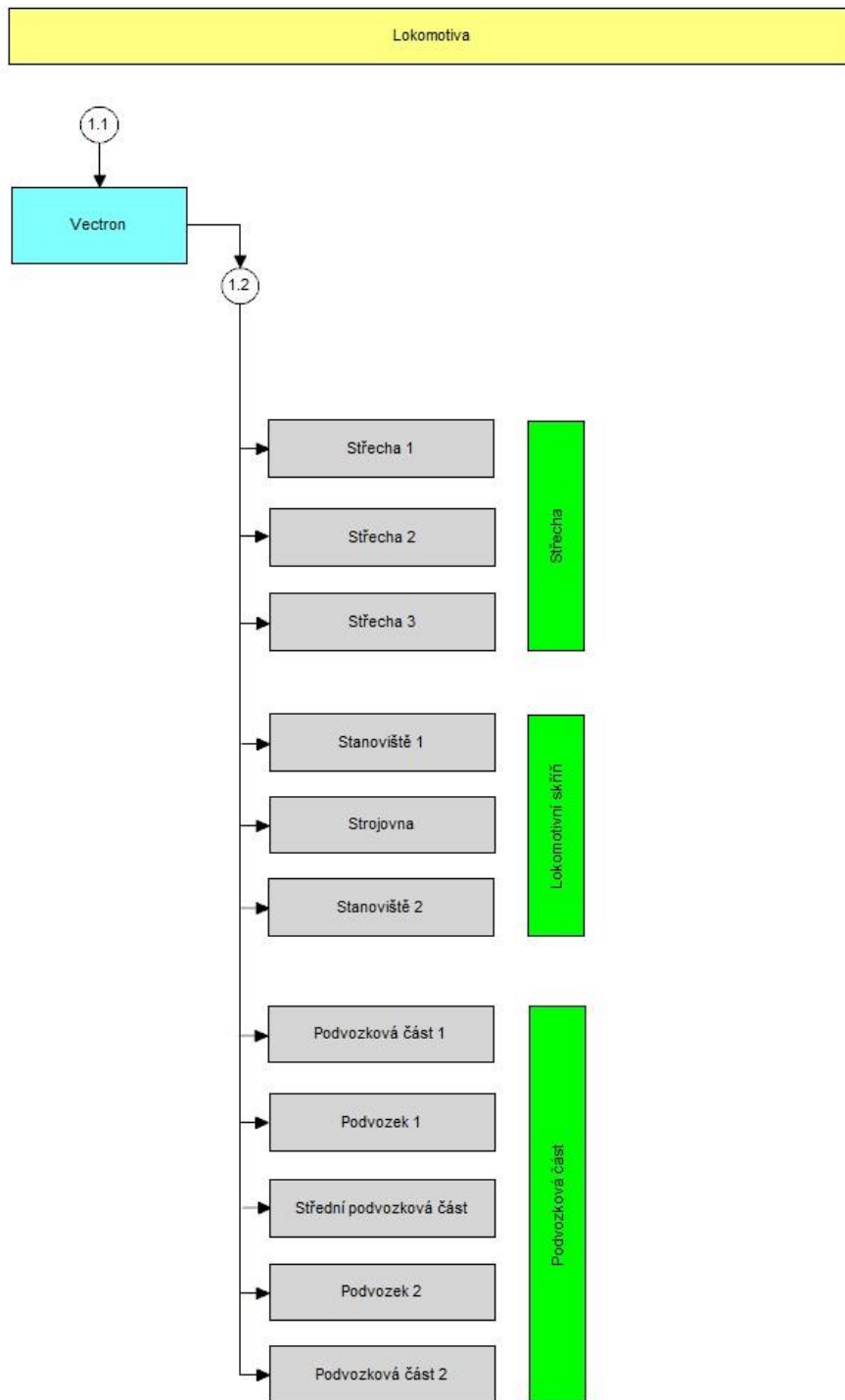


Skříň

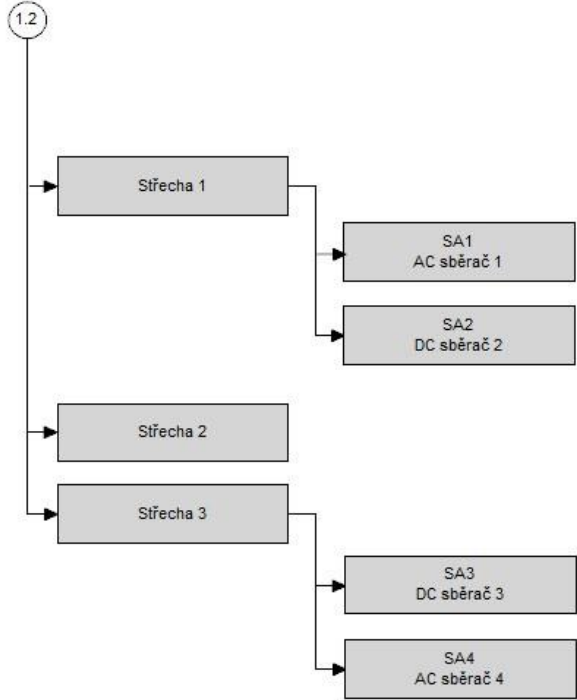




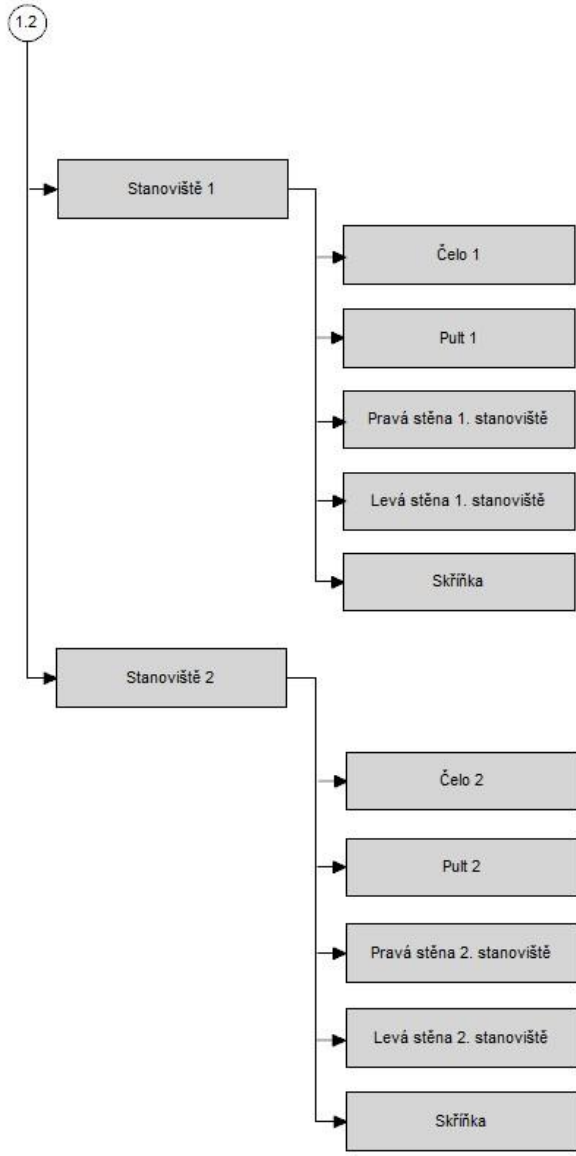
Příloha B – Stromová struktura lokomotivy Vectron



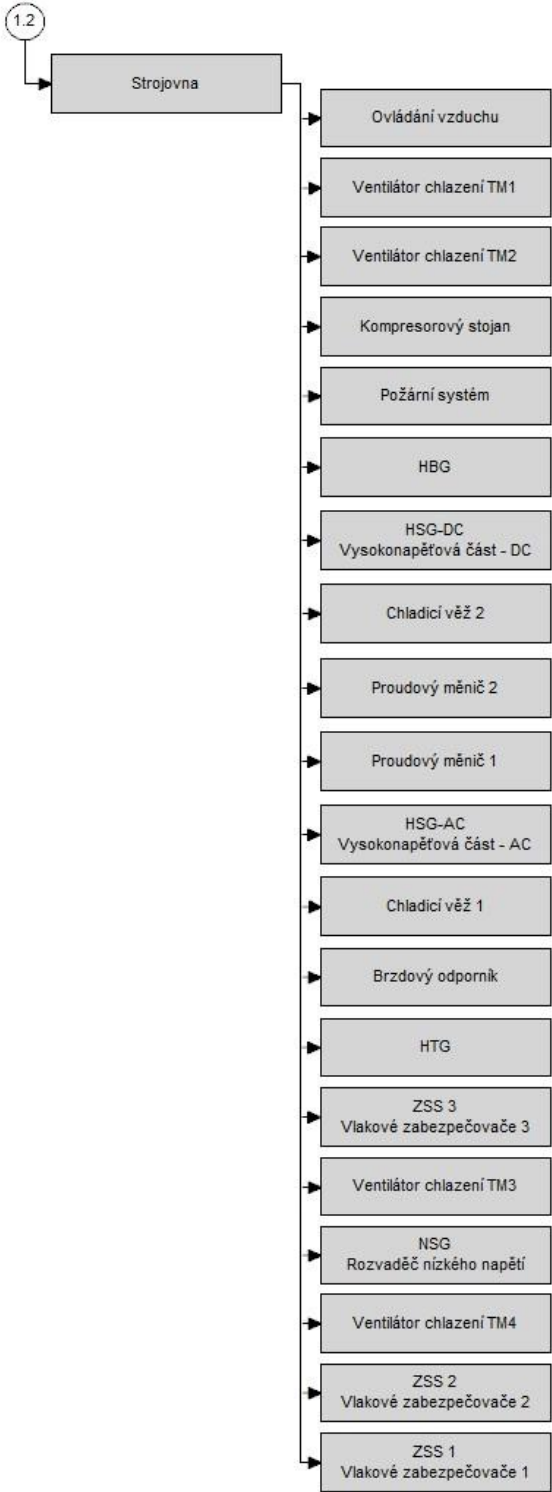
Sřecha



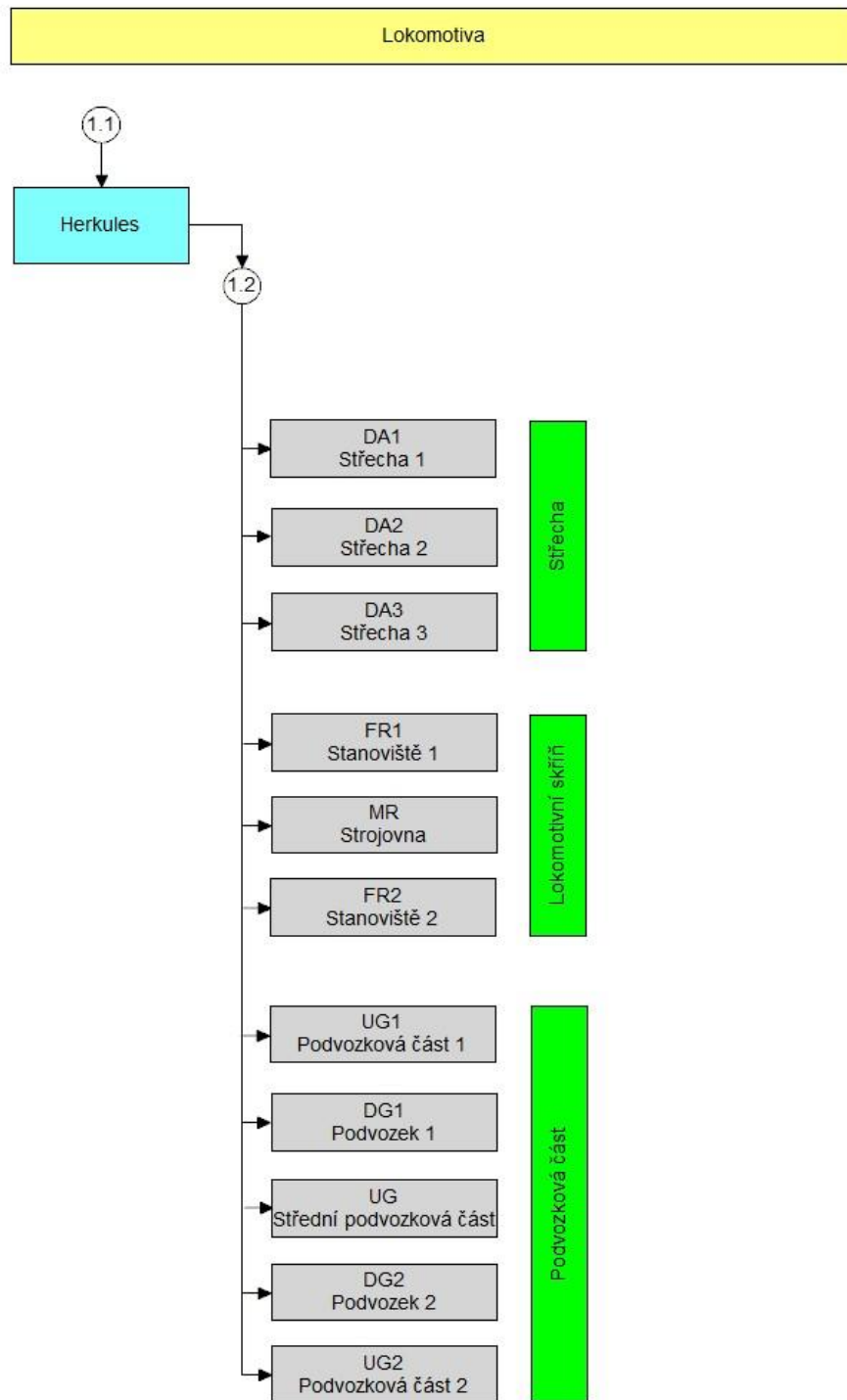
Lokomotivní skříň



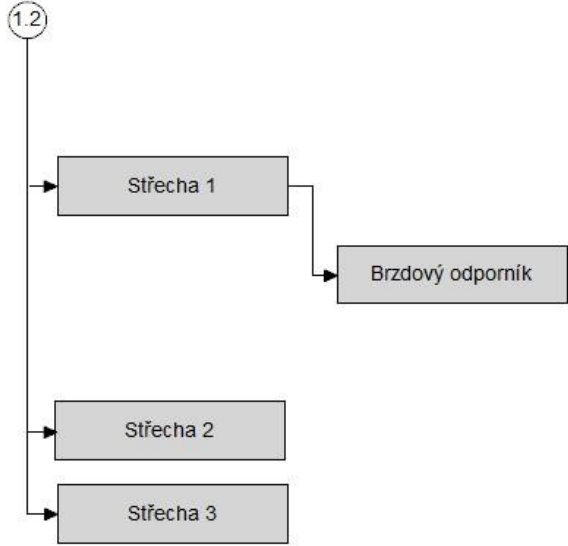
Lokomotivní skříň



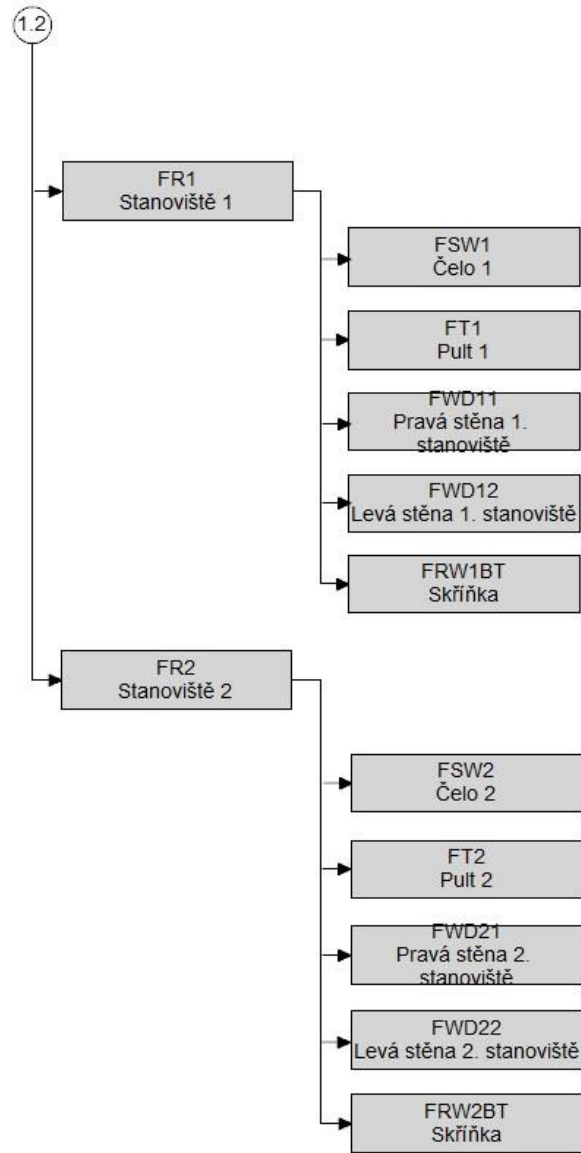
Příloha C – Stromová struktura lokomotivy Herkules



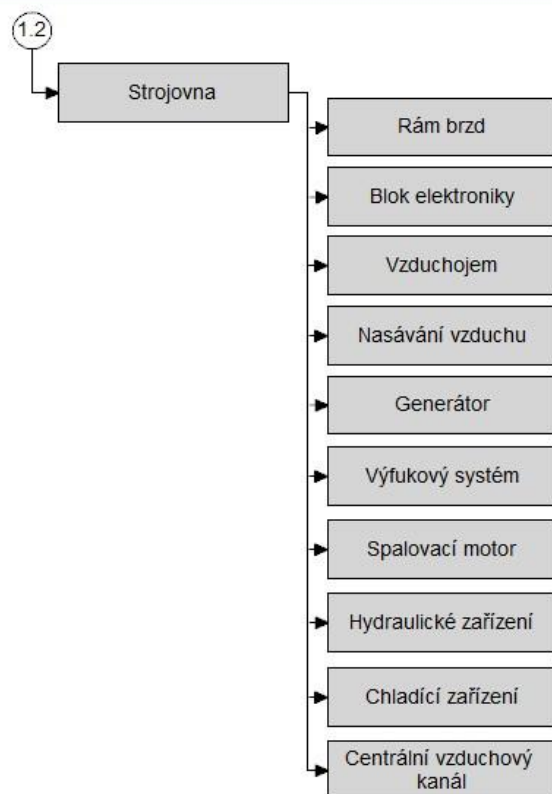
Střecha



Lokomotivní skříň



Lokomotivní skříň



Podvozková část

