

Univerzita Pardubice  
Dopravní fakulta Jana Pernera

Vliv umístění externího elektrického ohřevu na rovnoměrné ohřívání  
ČKD spalovacích motorů

David Vyčítal

Bakalářská práce

2020

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

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

Jméno a příjmení: **David Vyčítal**  
Osobní číslo: **D17606**  
Studijní program: **B3709 Dopravní technologie a spoje**  
Studijní obor: **Dopravní management, marketing a logistika**  
Téma práce: **Vliv umístění externího elektrického ohřevu na rovnoměrné ohřívání ČKD spalovacích motorů**  
Zadávací katedra: **Katedra dopravního managementu, marketingu a logistiky**

### Zásady pro vypracování

Úvod

1. Teoretická východiska řešené problematiky
  2. Analýza a posouzení stávajících chladicích systémů
  3. Návrh vhodného chladicího systému v souladu s požadavky uživatelů
- Závěr

Rozsah pracovní zprávy: **40-50 stran**  
Rozsah grafických prací: **dle doporučení vedoucí/ho**  
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

dle pokynů vedoucí/ho práce

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. David Hůlek, Ph.D.**  
Katedra dopravního managementu, marketingu  
a logistiky

Datum zadání bakalářské práce: **31. října 2019**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **29. května 2020**

L.S.

---

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

---

**doc. Ing. Jaroslava Hyršlová, Ph.D.**  
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 15. května 2020

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 28. 5. 2020

David Vyčítal

Rád bych poděkoval vedoucímu práce Ing. Davidu Hůlkovi, PhD. a Ing. Jiřímu Hlavničkovi ze společnosti ČD Cargo, za vstřícný přístup a cenné rady při zpracovávání bakalářské práce.

## **ANOTACE**

Bakalářská práce se zabývá problematikou přehřevu chladící kapaliny u starších spalovacích motorů ČKD hnacích vozidel, které neprochází celkovou modernizací, za účelem snížení provozních nákladů a také prodloužení jejich životnosti. Analyzuje současné procesy související s tímto problémem a vyhodnocuje jejich nákladovost. Na základě této analýzy pak navrhuje řešení výběrem vhodného druhu přehřevu a návrhem investic, které povedou k zvýšení efektivity provozu.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

přehřev chladící kapaliny, modernizace lokomotiv, lokomotivy nezávislé trakce, motory ČKD, provozní náklady, nákladní železniční doprava, prostoje lokomotiv

## **TITLE**

The effects of external electrical coolant heating placement on even heating of ČKD combustion engines

## **ANNOTATION**

The work focuses on coolant preheating of older ČKD engines on locomotives, which are not undergoing modernization, for a purpose of lowering the operating costs and also for prolonging their service life. It analyses current processes related to the problem and evaluates their costs. Based on this analysis it suggests a solution by choosing a suitable system for coolant preheating and by proposing investments, which will lead to an increased effectiveness of the service.

## **KEYWORDS**

coolant preheating, locomotive modernization, diesel locomotive, ČKD engines, operating costs, freight rail transport, locomotive downtime

# OBSAH

ÚVOD .....	9
1 TEORETICKÁ VÝCHODISKA ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY .....	10
1.1 Ohřev chladící kapaliny spalovacího motoru.....	10
1.1.1 Protáčení spalovacího motoru .....	10
1.1.2 Externí ohřev chladící kapaliny .....	11
1.2 Analýza dopravních nákladů.....	11
1.2.1 Účelové členění nákladů .....	11
1.2.2 Členění nákladů vzhledem k objemu výkonů .....	12
1.3 Dlouhodobý hmotný majetek.....	12
1.3.1 Technické zhodnocení dlouhodobého hmotného majetku .....	13
1.4 Definice nákladů na pořízení a provoz.....	14
1.4.1 Odpisy .....	14
1.5 Hodnocení efektivnosti .....	16
1.5.1 Časový fond zařízení.....	16
1.5.2 Koeficient využití zařízení .....	16
1.6 Nákladové kalkulace .....	16
1.6.1 Struktura nákladů v rámci kalkulace .....	17
1.6.2 Absorpční a neabsorpční kalkulace.....	18
1.6.3 Kalkulace nákladů v hromadné výrobě.....	19
1.6.4 Kalkulace nákladů v zakázkové výrobě .....	19
2 ANALÝZA A POSOUZENÍ STÁVAJÍCÍCH CHLADICÍCH SYSTÉMŮ .....	20
2.1 Společnost ČD Cargo.....	20
2.2 Struktura společnosti.....	20
2.3 SOKV České Budějovice.....	21
2.4 Vozový park PJ České Budějovice .....	22
2.4.1 Lokomotiva 731 (T 457.1) .....	22
2.4.2 Lokomotivy 740 (T448.0), 742 (T 466.2) a 743 (T 466.3) .....	24
2.5 Změna schváleného stavu č. 5472.....	26
2.5.1 Účel a základní charakteristika .....	26
2.5.2 Připojovací místo .....	26
2.5.3 Změna na vozidle .....	26
2.5.4 Popis zařízení instalovaného na vozidlech.....	27

2.6	Meteorologické podmínky ve sledovaném období .....	30
2.7	Režim přehřevu ve sledovaném období .....	31
2.7.1	Evidence přehřevu hnacích vozidel.....	32
2.7.2	Kapacity přípojných míst pro externí elektrický přehřev .....	33
2.8	Provozní režim lokomotiv ve sledovaném období.....	34
2.9	Provozní náklady.....	36
2.10	Kalkulace provozních nákladů jednotlivých režimů.....	37
2.10.1	Kalkulace hodinových nákladů.....	37
2.11	Kalkulace celkových nákladů jednotlivých režimů přehřevu.....	39
2.11.1	Kalkulace nákladů protáčení spalovacího motoru lokomotivy .....	40
2.11.2	Kalkulace nákladů externího elektrického přehřevu .....	40
2.12	Současný stav hnacích vozidel PJ České Budějovice a PP Plzeň.....	42
2.13	Shrnutí analýzy přehřevu chladicí kapaliny ve sledovaném období .....	42
3	NÁVRH VHODNÉHO CHLADICÍHO SYSTÉMU V SOULADU S POŽADAVKY UŽIVATELŮ .....	44
3.1	Návrh evidence přehřevu.....	44
3.2	Návrh a kalkulace zařízení dle Změny schváleného stavu č. 5472 .....	44
3.2.1	Výstavba přípojných míst .....	44
3.2.2	Výroba a instalace zařízení na lokomotivě .....	47
3.3	Chlazení nemrznoucí směsí.....	48
3.3.1	Srovnání chlazení nemrznoucí směsí s přehřevem.....	50
3.4	Úspora celkových nákladů společnosti .....	51
3.5	Shrnutí výběru a implikace vhodného chladicího systému .....	52
	ZÁVĚR .....	54
	POUŽITÁ LITERATURA.....	55
	SEZNAM TABULEK.....	58
	SEZNAM OBRÁZKŮ .....	60
	SEZNAM ZKRATEK.....	61
	SEZNAM PŘÍLOH.....	62



# ÚVOD

Pořízení hnacích vozidel a jejich provoz je pro dopravní podniky na železnici jedním z největších nákladů. Jen pořizovací cena jednoho stroje se vyšplhá ke 100 milionům korun. Proto je snahou českých i světových dopravců lokomotivy udržet v provozu po co nejdelší dobu, ale zároveň snižovat náklady na jejich provoz, který kvůli i 50 let starým technologiím nemusí již být z pohledu dnešního trhu ekonomický. Například společnost ČD Cargo pracuje se stroji o průměrném věku 33 let, který nadále stárne.

Právě z těchto důvodů dochází v současné době u velkého počtu těchto hnacích vozidel k rekonstrukcím a modernizacím. Například výměny trakčních motorů těchto vozidel jsou však vysokou investicí, která vzhledem k dosavadní spolehlivosti a funkčnosti nemusí být nejekonomičtější řešením. Proto se hledají i méně nákladné způsoby, jak zvýšit hospodárnost a spolehlivost vozidel, která i přes vysoký věk mají díky kvalitě výroby a přetrvávající dobré spolehlivosti stále dostatečně ekonomický provoz v porovnání s investicí do jejich nahrazení.

Tento postup se váže na důsledné potlačení jakéhokoliv plýtvání v dopravních podnicích. Proto jsou sledovány veškeré procesy a jsou podnikány kroky k eliminaci jakýchkoliv zbytečně vyložených nákladů. Je tomu tak i u starších dieselových motorů ČKD provozovaných společnostmi ČD Cargo, které kvůli vodě použité v chladicích musí v zimě stále běžet, aby tato voda v okruzích nezamrzala. To sebou však nese zvýšené opotřebení a zrychlené stárnutí těchto jednotek, a při zvyšujících se cenách motorové nafty i vyšší provozní náklady. Proto bylo přistoupeno k několika způsobům, jak tomuto problému čelit.

Cílem této bakalářské práce bude porovnat všechny způsoby přehřevu chladicí kapaliny a vybrat ten nejvhodnější pro aplikaci na vozidlech provozovaných společnostmi ČD Cargo v oblasti Českých Budějovic a Plzně.

# 1 TEORETICKÁ VÝCHODISKA ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

V první kapitole byla vysvětlena podstata a potřeba přehřevu chladicí kapaliny, stejně tak stávající přístup společnosti ČD Cargo k řešení tohoto problému. Dále následuje popis použitých metodik pro analýzu a vyhodnocení stávajícího stavu.

## 1.1 Ohřev chladicí kapaliny spalovacího motoru

Jelikož motory ČKD K6S 230 DR jsou chlazeny vodou, v zimních měsících vzniká riziko zamrzání vody v chladicím okruhu motoru. Proto nastává potřeba v měsících od listopadu do března lokomotivy v prostoji udržovat v provozní teplotě. Toho lze dosáhnout buď protáčením spalovacího motoru, nebo instalací externího zařízení pro ohřev vody podle Směrnice pro organizaci provozu hnacích vozidel a provozních zaměstnanců ČD Cargo (ČD Cargo, 2009).

Proces ohřívání je nutné začít buď přímo při dojezdu do depa, nebo i po delší době, kdy nebyl spalovací motor v běhu. V takovém případě ale nesmí teplota vody v chladicím okruhu spadnout pod 40 °C.

Potřeba ohřevu chladicí kapaliny nastává v takovém případě, pokud teplota vzduchu klesne pod 10 °C. Pokud by tento ohřev nebyl zajištěn, hrozí zamrznutí chladicí kapaliny v chladicím okruhu lokomotivy, což vyřadí vozidlo z provozu. V nejhorším případě může dojít i k prasknutí bloku motoru a následné velmi drahé a zdlouhavé údržbě.

### 1.1.1 Protáčení spalovacího motoru

Postup protáčení spalovacího motoru ČKD K6S 230 DR je následující:

- Zajištění proti ujetí.
- Start spalovacího motoru (není-li v běhu).
- Udržování volnoběžných otáček.
- Po jedné hodině přestavení jízdní páky na polohu čtyři po deset minut.

Pro protáčení lokomotivy nastupuje na směnu tzv. střídač, který má za úkol provádět úkony protáčení na všech lokomotivách v prostoji, které jsou odstavené v prostorách SOKV. Jeho hlavní pracovní náplní je dodržovat intervaly zvyšování a snižování výkonu motorů lokomotiv. To je nutné, protože při dlouhodobém chodu v nízkých otáčkách dochází v některých místech motoru k přepalování a karbonizaci oleje. To má za následek zhoršení mazacích vlastností oleje a degradaci pohyblivých součástí motoru. Výsledkem je tedy zkrácení intervalu výměny oleje a s tím spojené vyšší provozní náklady.

### 1.1.2 Externí ohřev chladící kapaliny

Princip externího ohřevu chladící kapaliny spočívá v instalaci teplovodního topení na dané lokomotivě. Oproti startování a protáčení motoru vzniká úspora obsluhy a trakčního paliva. Taktéž zmírňuje velké opotřebení dílů vozidla spolu s ekologickými hledisky se zatěžováním životního prostředí. Toto zařízení je napájené z rozvodné sítě. Proto je třeba vybudovat stojánky s připojením k elektrické rozvodné síti. Společnost ČD Cargo a.s. využívá na svých vozech několik druhů tohoto ohřevu od různých firem (např. CZ Loko a.s. nebo Eberspächer s.r.o.).

Vzhledem k zaměření této práce na lokomotivy 731, 742 a 743 společnosti ČD Cargo a.s. spadajících pod správu SOKV České Budějovice se dále bude práce zabývat systémem ohřevu spalovacího motoru ČKD K6S 230 DR navrhnutého a instalovaného v SOKV České Budějovice na základě změny schváleného stavu č. 5472 (ČD Cargo, 2002).

## 1.2 Analýza dopravních nákladů

Melichar a Ježek (Melichar, Ježek, 2013, s. 100) popisují náklady jako „peněžně vyjádřené účelné a účelové vynaložení zdrojů ekonomického růstu souvisejícím s uskutečňováním výroby určitých výrobků, zboží a služeb“. Ty mají zásadní úlohu pro podniková rozhodování, protože jejich porovnáním k výnosům vzniká zisk.

### 1.2.1 Účelové členění nákladů

Popesko a Padaki (Popesko, Padaki, 2016) klasifikují náklady jak podle jejich druhu (finanční, spotřební, osobní, odpisy, externí), tak podle v praxi důležitějšího účelu jejich vzniku. Zajímá nás například, zda byl určitý osobní náklad (mzda) vynaložen přímo na výrobu daného produktu, anebo zda byl vynaložen na administrativu. Dále lze tyto náklady rozdělit na náklady technologické, a na náklady na obsluhu a řízení.

Náklady technologické jsou podle Popeska a Padaki takové náklady, které jsou bezprostředně vyvolány použitou technologií procesu nebo s ní nějakým způsobem účelově souvisí (Popesko, Padaki, 2016) V návaznosti na řešenou problematiku se jedná například o spotřebu elektrické energie pro provoz zařízení pro ohřev chladící kapaliny.

Náklady na obsluhu a řízení pak dle Popeska a Padaki slouží k zajištění doprovodných činností k danému technologickému procesu, to jsou náklady obslužných činností, jako je řízení, personalistika, ekonomika a další (Popesko, Padaki, 2016).

Vzhledem k časté nemožnosti jednoznačně přiřadit náklad k jedné z těchto skupin a omezené využitelnosti těchto nákladů ke kalkulaci jednotky výkonu se v praxi využívá spíše rozdělení na náklady jednicové a režijní (Popesko, Padaki, 2016).

Náklady jednicové jsou takové náklady, které souvisí nejen se samotným technologickým procesem, ale také s jednotkou prováděného výkonu, například náklady na jednicový materiál. Náklady režijní se poté nevztahují k této jednotce výkonu, mají ale vztah s technologickým procesem. Mohou jimi být například odpisy (Popesko, Padaki, 2016).

Jak uvádí Popesko a Padaki, pro kalkulační účetnictví je dále důležité kalkulační členění nákladů. Autoři uvádí, že to vychází ve velké míře z účelového členění nákladů, dle kterého jsou náklady děleny na přímé, které konkrétně souvisejí s jedním daným druhem výkonu a nepřímé, které zajišťují průběh procesů v širších souvislostech. V praxi bývá toto členění nákladů často zaměňováno s účelovým členěním, například anglosaská literatura mezi těmito dvěma druhy nerozlišuje (Popesko, Padaki, 2016).

### **1.2.2 Členění nákladů vzhledem k objemu výkonů**

Popesko a Padaki (Popesko, Padaki, 2016) uvádí, že členění nákladů vzhledem k objemu výkonů je jedním z nejvýznamnějších nástrojů řízení nákladů. Je tomu tak hlavně proto, že na rozdíl od ostatních výše zmíněných členění není zaměřeno na klasifikaci minulých, již spotřebovaných nákladů, ale na zkoumání budoucích nákladů v závislosti na objemu výroby. Tyto náklady lze rozdělit na variabilní a fixní (Popesko, Padaki, 2016).

Variabilní náklady Popesko a Padaki (Popesko, Padaki, 2016) definují jako takové náklady, jejichž výše se mění s měnícím se objemem výroby. Dále uvádějí, že jimi může být například úkolová mzda dělníků, nebo spotřeba přímého materiálu. Tyto náklady nemusejí růst stejnou rychlostí jako objem produkce (Popesko, Padaki, 2016). Pokud variabilní náklady rostou rychleji než objem produkce, pak se podle autorů nazývají se nadproporcionální. Jestliže náklady rostou pomaleji než objem výroby, pak se nazývají podproporcionální (Popesko, Padaki, 2016).

Fixní náklady podle Popeska a Padaki (Popesko, Padaki, 2016) zůstávají na stejné úrovni, nezávisle na měnícím se objemu výroby. Jako příklad uvádí odpisy, leasingové náklady, nebo úroky z půjček. Upozorňují, že zatím co celkové fixní náklady zůstávají na stejné úrovni, tak jednotkové fixní náklady se se zvyšujícím objemem výroby snižují. Zde nastává rozdíl oproti jednotkovým variabilním nákladům, které zůstávají stejné, nezávisle na celkovém objemu výroby (Popesko, Padaki, 2016).

## **1.3 Dlouhodobý hmotný majetek**

Dle zákona o účetnictví jsou dlouhodobým hmotným majetkem hmotné movité věci a jejich soubory se samostatným technickoekonomickým určením, které musí mít dobu použitelnosti delší než jeden rok. Minimální hodnotu majetku, od které je považován a veden

v účetnictví jako dlouhodobý hmotný majetek, určuje individuálně vlastní podnik (Česko, 1991).

Dále lze dlouhodobý hmotný majetek rozdělit na odepisovaný a neodepisovaný. Neodepisovaným majetkem jsou pozemky, umělecká díla a sbírky (Česko, 1991).

### 1.3.1 Technické zhodnocení dlouhodobého hmotného majetku

Dle zákona o daních z příjmů (Česko, 1992) technické zhodnocení mění účel nebo technické parametry majetku, který již byl uveden do užívání. Dále dle zákona zvyšuje hodnotu daného majetku. Výdaje jsou vykazovány v účetnictví jako technické zhodnocení, pokud překročí hodnotu danou směrnicí podniku (Česko, 1992). Dříve tato hodnota byla stanovena zákonem o dani z příjmů na 40 000 Kč. Pokud náklady tohoto charakteru danou hodnotu nepřekročí, zařadí se na účet ostatní provozní náklady (Česko, 1992).

Toto zhodnocení se projeví na výši odpisů daného majetku podle následujícího vzorce (Česko, 1992):

$$ZC = PC - O + TZ \text{ [Kč]} \quad (1)$$

kde:

*ZC*..... zůstatková cena [Kč]

*PC*..... pořizovací cena [Kč]

*O*..... oprávky [Kč]

*TZ*..... technické zhodnocení [Kč]

To znamená, že dle zákona zůstatková cena *n*-tém roce, která je základem pro výpočet odpisů v letech následujících, je navýšena o hodnotu technického zhodnocení (Česko, 1992). To je tedy odepisováno jako přidaná hodnota dlouhodobého hmotného majetku, na kterém bylo provedeno (Česko, 1992).

## 1.4 Definice nákladů na pořízení a provoz

Podle Melichara a Ježka (Melichar, Ježek, 2013) je majetek při vstupu do podniku oceňován jeho vstupní cenou. Ta může mít následující formy (Melichar, Ježek, 2013, s. 59):

- *Pořizovací cena*, při nákupu (včetně vedlejších nákladů).
- *Vlastní náklady*, při vlastní výrobě.
- *Hodnota nesplacené pohledávky*, při převodu práva u hmotného movitého majetku, který zůstává ve vlastnictví věřitele.
- *Reprodukční pořizovací cena*.
- *Stanovená cena*, v případě nabytí darováním nebo dědictvím.
- *Hodnota technického zhodnocení*, která je součástí pořizovací ceny.
- *Zůstatková cena*, což je pořizovací cena snižená o oprávk.

### 1.4.1 Odpisy

Melichar a Ježek (Melichar, Ježek, 2013) charakterizují odpisy jako výdaj na dosažení, udržení a zajištění příjmu. Autoři uvádí, že jejich účelem je přenesení vstupní ceny dlouhodobého majetku do nákladů podniku, čímž dochází ke snížení základu daně pro daný rok. Dlouhodobý majetek se dle Zákona o daních z příjmů (Česko, 1992) dělí do šesti odpisových skupin. V zákoně je dále uvedeno, že na tomto rozdělení pak závisí doba, po kterou je majetek odepisován a také roční odpisové sazby.

Zákon o daních z příjmů (Česko, 1992) dále zavádí pojmy rovnoměrné a zrychlené odepisování.

Roční odpisové sazby pro rovnoměrné odepisování dlouhodobého majetku jsou uvedeny v tabulce číslo 3.

**Tabulka 1** Odpisové sazby pro rovnoměrné odepisování dle Zákona o daních z příjmů 586/1992 Sb.

Odpisová skupina	Doba odepisování	Odpisová sazba	
		V 1. roce	V dalších letech
1	3 let	20	40
2	5 let	11	22,25
3	10 let	5,5	10,5
4	20 let	2,15	5,15
5	30 let	1,4	3,4
6	50 let	1,02	2,02

Zdroj: Česko, 1992

Výše ročního odpisu je poté vypočtena podle následujícího vzorce (Česko, 1992):

$$O = VC \frac{OS}{100} \text{ [Kč]} \quad (2)$$

kde:

$O$ ..... výše odpisu [Kč]

$VC$ ..... vstupní cena [Kč]

$OS$ ..... odpisová sazba [Kč]

Roční sazby pro zrychlené odepisování jsou znázorněny v tabulce 4.

**Tabulka 2** Odpisové sazby pro zrychlené odepisování dle Zákona o daních z příjmů 586/1992 Sb.

Odpisová skupina	Doba odepisování	Odpisová sazba	
		V 1. roce	V dalších letech
1	3 let	3	4
2	5 let	5	6
3	10 let	10	11
4	20 let	20	21
5	30 let	30	31
6	50 let	50	51

Zdroj: Česko, 1992

Výše odpisů v prvním roce odepisování se vypočte dle následujícího vzorce (Česko, 1992):

$$O = \frac{VC}{k_1} \text{ [Kč]} \quad (3)$$

kde:

$O$ ..... výše odpisů v daném roce [Kč]

$VC$ ..... vstupní cena [Kč]

$k_1$ ..... koeficient pro první rok odepisování [-]

Výše odpisů v dalších letech se vypočte dle následujícího vzorce (Česko, 1992):

$$O = \frac{2 * ZC}{k_n - n} \text{ [Kč]} \quad (4)$$

kde:

$O$ ..... výše odpisů v daném roce [Kč]

$ZC$ ..... zůstatková cena [Kč]

$k_n$ ..... koeficient pro další n-tý rok odepisování [-]

$n$ ..... rok odepisování [-]

## 1.5 Hodnocení efektivity

Předmětem práce bude zjištění efektivity stávajícího stavu a navržení potenciálního zlepšení. Proto je důležité stanovit určité parametry, díky kterým bude možné porovnat, jak efektivně je využit časový fond např. stojánek pro připojení zařízení externího ohřevu, a zda je třeba jeho rozšíření, či naopak efektivnější využití.

### 1.5.1 Časový fond zařízení

Časový fond zařízení definuje Synek (Synek, 2011) jako plánovaný počet dnů jeho činnosti za rok. Dále jej rozlišuje na tyto fondy:

- Kalendářní časový fond  $T_K$ , který je dán počtem dní v kalendářním roce (tj. 365 v nepřestupném roce a 366 v přestupném roce).
- Nominální časový fond  $T_N$ , který představuje všechny pracovní dny v roce. Jedná se tedy o kalendářní časový fond mínus dny, které není zařízení v provozu z důvodu pracovního volna zaměstnanců např. o víkendech a svátcích.
- Využitelný (efektivní) časový fond  $T_E$ , který se vypočte odečtením dob plánovaných prostojů od nominálního časového fondu. Prostoji jsou zde např. doby plánovaných oprav.

### 1.5.2 Koeficient využití zařízení

Pro porovnání efektivity využití daného zařízení bude zaveden koeficient využití zařízení, který je odvozen od koeficientu celkového využití výroby od Synka (Synek, 2011). Autorem je definován je následujícím vzorcem:

$$K_{VZ} = \frac{T_S}{T_E} [-] \quad (5)$$

kde:

$K_{VZ}$ ..... Koeficient využití zařízení [-]

$T_S$ ..... Skutečné využití [hod.]

$T_E$ ..... Využitelný časový fond [hod.]

## 1.6 Nákladové kalkulace

Popesko a Padaki (Popesko, Padaki, 2016, s. 59) definují nákladovou kalkulaci jako: „*propočítání nákladů, marže, zisku, ceny nebo jiné hodnotové veličiny na výrobek, službu, činnost, operaci nebo jinak naturálně vyjádřenou jednotku výkonu firmy, tedy kalkulační*



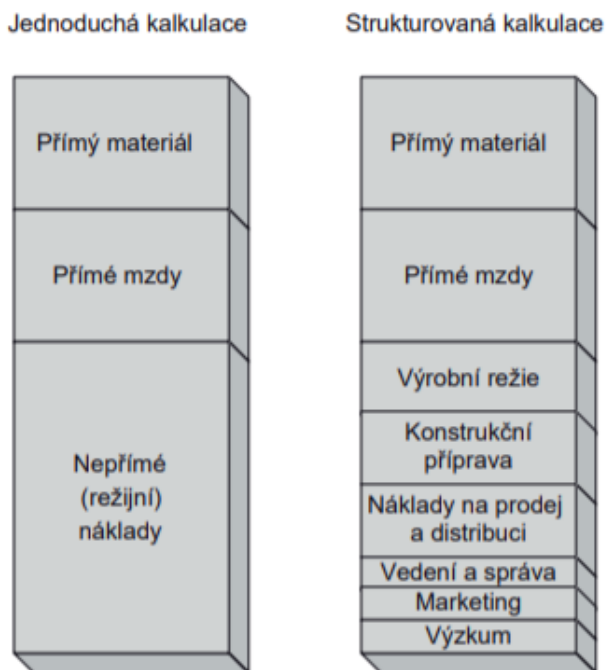
*jednici či nákladový objekt.*“ Nákladová kalkulace je tedy základní nástroj pro výpočet zisku, marže nebo ceny (Popesko, Padaki, 2016).

Dále autoři definují kalkulační metody (Popesko, Padaki, 2016), které se liší hlavně způsobem alokace režijních nákladů. Tato alokace má dle autorů tři fáze. Popesko a Padaki je popisují následovně (Popesko, Padaki, 2016):

- V rámci **první fáze** alokace přímé náklady se přiřazují k objektu alokace. Objektem alokace je to, co vyvolalo jejich vznik. V případě jednicových nákladů to může být přímo finální výrobek.
- Výsledkem **druhé fáze** by měl být co nejpřesnější popis souvislostí mezi jednotlivými objekty alokace a příčinou jejich vzniku. Tato příčina je také objektem alokace, a zároveň zprostředkující veličinou, která vyjadřuje vztah mezi výkony a na ně vynaloženými nepřímými náklady.
- Poslední je **třetí fáze**, jejíž cílem je vyjádřit procento nepřímých nákladů, které jsou vynaloženy na výkon. „*V této fázi jde tedy o přiřazení nákladů ze zprostředkovatele, kterému byly náklady přiřazeny ve druhé fázi, přímo konkrétnímu výkonu*“ (Popesko, Padaki, 2016, s. 62).

### 1.6.1 Struktura nákladů v rámci kalkulace

Podle Popeska a Padaki (Popesko, Padaki, 2016) poskytují kalkulace informace o výši nákladů na jeden určitý nákladový objekt. Neměly by však dle autorů poskytovat pouze informace o nákladech přiřazené k jednici, ale také jejich strukturu. Tyto struktury jsou vyobrazeny na obrázku číslo 1.



**Obrázek 1** Struktura nákladů v rámci kalkulace (Popesko, Padaki, 2016, s. 70)

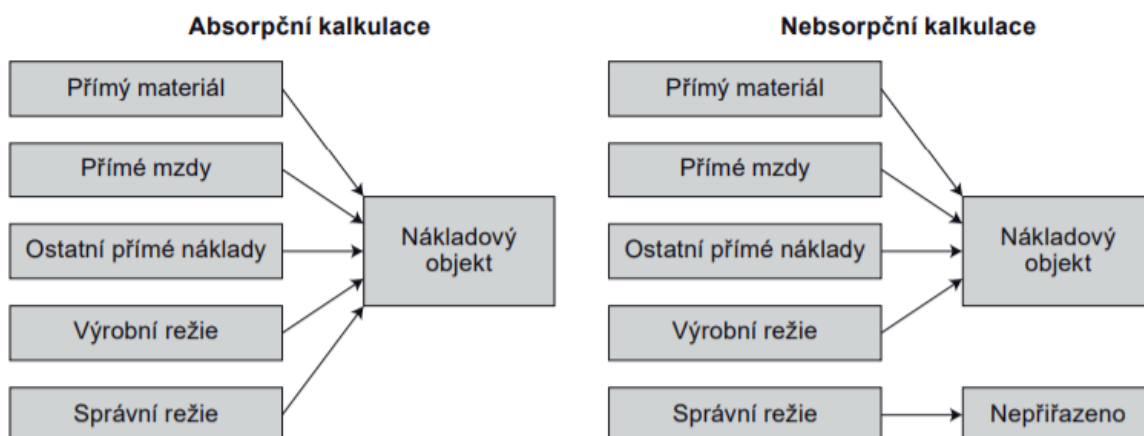
Jak je zobrazeno na obrázku číslo 1, podle detailnosti rozkladu nepřímých nákladů Popesko a Padaki (Popesko, Padaki, 2016) dělí dva druhy kalkulací: jednoduchou a strukturovanou. Dále autoři uvádějí, že strukturovaná kalkulace podává rozbor jednotlivých skupin nákladů a díky tomu dovoluje pružnější reakci na podmínky ovlivňující výši celkových nákladů podle toho, v jakém konkrétním místě vznikají. Díky tomu umožňuje taková kalkulace přesnější obraz o schopnosti výkonu přispět k tvorbě zisku a usnadňuje její přizpůsobení pro potřeby různých uživatelů (Popesko, Padaki, 2016).

### 1.6.2 Absorpční a neabsorpční kalkulace

Popesko a Padaki (Popesko, Padaki, 2016) uvádí, že v současnosti existují dva typy kalkulací podle toho, do jaké míry kalkulace všechny náklady evidované v rámci organizace, nebo jen jejich část. Z tohoto pohledu Popesko a Padaki (Popesko, Padaki, 2016, s. 77) dělí kalkulace následovně:

- „*Absorpční kalkulace (absorption costing) nebo také kalkulace úplných nákladů*“, které představují kalkulace zahrnující celkové náklady podniku, respektive účetní nebo organizační jednotky.
- „*Neabsorpční kalkulace (variable costing) nebo také kalkulace neúplných nákladů*“, provádí kalkulaci pouze variabilních nákladů podniku. Fixní náklady se výkonům nepřirážují.

Tyto dva druhy kalkulací jsou pro přehlednost znázorněny na obrázku číslo 2.



**Obrázek 2** Absorpční a neabsorpční kalkulace (Popesko, Padaki, 2016, s. 78)

### 1.6.3 Kalkulace nákladů v hromadné výrobě

Popesko a Padaki (Popesko, Padaki, 2016) klasifikují hromadnou výrobu jako výrobu stejných, od sebe nerozeznatelných výrobků, mezi které jsou náklady rozděleny rovnoměrně. Základem je pak dle autorů identifikace procesních pracovišť, kde jsou spotřebovávány materiálové, mzdové a režijní náklady. Autoři dále rozdělují následující druhy kalkulací (Popesko, Padaki, 2016, s. 82 - 93):

- *Tok materiálových, mzdových a režijních nákladů.*
- *Kalkulace dělením.*
- *Kalkulace dělením s ekvivalenčními čísly.*
- *Fázová a postupná metoda kalkulace.*
- *Kalkulace sdružených výkonů.*
- *Dynamická kalkulace.*

### 1.6.4 Kalkulace nákladů v zakázkové výrobě

V práci bude postupováno metodou kalkulace nákladů v zakázkové výrobě. Ta dle Popeska a Padaki (Popesko, Padaki, 2016) znamená produkci množství různorodých produktů.

Popesko a Padaki (Popesko, Padaki, 2016) uvádí následující postup kalkulace. Jako první krok uvádí kalkulaci přímých nákladů, které jsou zařazeny do materiálových. V druhém kroku by dle autorů měla být provedena kalkulace přímých mzdových nákladů. Ve třetím kroku přiřazují režijní náklady výroby.

## 2 ANALÝZA A POSOUZENÍ STÁVAJÍCÍCH CHLADICÍCH SYSTÉMŮ

V této kapitole byla popsána společnost ČD Cargo. Dále byla provedena analýza a vyhodnocení nákladovosti pro období od října 2018 do března 2019. V práci jsou uvedeny záznamy z provozní jednotky České Budějovice a provozního pracoviště Plzeň. Vzhledem k nekompletnosti těchto záznamů jsou doplněny o minimální denní teploty pro tyto lokality od Českého hydrometeorologického ústavu.

### 2.1 Společnost ČD Cargo

Jak uvádí webové stránky společnosti (ČD Cargo, 2016a), ČD Cargo, a.s. vznikla jako dceřiná společnost Českých drah, a.s., a to oddělením divize nákladní dopravy, která v současnosti zaměstnává necelých 7 000 osob. Jedná se o největšího českého železničního dopravce. Nabízí přepravu široké škály zboží od surovin po výrobky s vysokou přidanou hodnotou, přepravu kontejnerů, mimořádných zásilek, pronájem železničních vozů, vlečkové a další přepravní služby (ČD Cargo, 2016a).

Ročním objemem zboží patří společnost ČD Cargo, a.s. podle vlastních webových stránek mezi pět největších železničních dopravců v rámci členských zemí EU. Dále tvrdí, že poskytuje služby na přibližně třech tisících místech v rámci České republiky a prostřednictvím svých dceřiných společností i po Evropě a k tomu má v provozu více než 900 lokomotiv (ČD Cargo, 2016a).

### 2.2 Struktura společnosti

Celá struktura společnosti byla převzata z webových stránek ČD Cargo a.s. (ČD Cargo, 2016b). Schéma organizační struktury je uvedena v příloze A.

Celkovou strukturu, uvedenou v příloze A, lze zobecnit tak, jak je uvedeno níže.

#### **Generální ředitelství – centrální úroveň**

- Úsek v přímé řídicí působnosti představenstva společnosti.
- Úsek obchodu.
- Úsek provozu.
- Úsek finančního ředitele.

#### **Provozní jednotky**

Provozní jednotky (dále PJ) jsou výkonnými jednotkami pro zabezpečení provozních a přepravních činností ČD Cargo, a.s. PJ se dále člení na provozní pracoviště (dále PP).

- PJ Brno.
- PJ Česká Třebová.
- PJ České Budějovice.
- PJ Ostrava.
- PJ Praha.
- PJ Ústí nad Labem.

#### **Střediska oprav kolejových vozidel**

Střediska oprav kolejových vozidel (dále SOKV) jsou výkonnými jednotkami pro údržbu a opravy železničních kolejových vozidel. SOKV se dále člení na Opravny kolejových vozidel.

- SOKV České Budějovice.
- SOKV Ostrava.
- SOKV Ústí nad Labem.

#### **Řízení provozu**

Řízení provozu (dále ŘP) je výkonnou jednotkou se specifickým posláním v oblasti řízení provozu.

#### **Odúčtovna přepravních tržeb**

Odúčtovna přepravních tržeb je výkonnou jednotkou se specifickým posláním v oblasti účtování tržeb.

### **2.3 SOKV České Budějovice**

Středisko oprav kolejových vozidel České Budějovice dle webových stránek ČD Cargo (ČD Cargo, 2016b) vzniklo v rámci restrukturalizace společnosti 1. prosince 2007 jako jedna ze tří jednotek organizační struktury zabývající se opravárenstvím a údržbou kolejových vozidel. Dále uvádí, že jeho podřízenou jednotkou je Opravna kolejových vozidel Jihlava, a že SOKV České Budějovice má ve správě celkem 104 elektrických a 112 motorových lokomotiv (ČD Cargo, 2016b).

V současnosti je podle interních materiálů společnosti nejpočetněji zastoupena motorová lokomotiva 742, celkem 66 strojů, dále interoperabilní lokomotiva pro elektrickou trakci řady 363.5, dále řady 731, 740, 743, 709, 340, 218, 749 a 751 (ČD Cargo, 2020a).

V areálu SOKV sídlí také provozní jednotka České Budějovice. Zázemí zde má i společnost České Dráhy, a.s., která zde odstavuje a udržuje některá svá vozidla. Motorové jednotky ČD, a.s. jsou v SOKV také zbrojeny naftou.

Dle webu ČD Cargo zaměštnává SOKV České Budějovice zaměštnává 245 lidí rozdělených do několika specializovaných pracovišť (ČD Cargo, 2016b). Hlavní částí SOKV je hala pro údržbu kolejových vozidel, kde je prováděna běžná údržba (provozní ošetření), periodické prohlídky EM a MM (malá prohlídka pro vozidla elektrické a motorové trakce) a také vyvazovací opravy trakce 20 a 30 a také lokomotiv řad 111 a 163 (ČD Cargo, 2019).

Dále se zde dle stránek ČD Cargo provádí opravy nákladních vozů na celkem třech pracovištích. Běžné opravy vozů jsou prováděny na odstavných kolejích, pro provádění technických kontrol, revizí a rekonstrukcí plechových podlah je určena část jedné z hal. Třetí pracoviště je dislokováno v Jihlavě (ČD Cargo, 2016b).

Další skupinou zaměstnanců, které uvádí jsou tzv. pomocné provozy, kam patří dozorcí depa nebo výhybkáři, kteří jsou spolu se strojmistrem na jednom pracovišti, kde je nepřetržitý provoz nutný pro zajištění a vystavování lokomotiv z depa (ČD Cargo, 2016b).

## **2.4 Vozový park PJ České Budějovice**

Vzhledem k zaměření na zařízení pro ohřev chladící kapaliny, které je třeba instalovat pouze na vodou chlazené spalovací motory, bude práce zaměřena pouze na motorové lokomotivy, které jsou tímto zařízením vstrojeny. Jedná se o řady 731, 740, 742 a 743.

### **2.4.1 Lokomotiva 731 (T 457.1)**

Jak uvádí Weisgärber (Weisgärber, 1994), lokomotiva 731 (původním označením T 457.1) byla vyráběna v letech 1988 až 1992, v celkovém počtu 62 lokomotiv. Lokomotivy 731.001 a 731.002 jako prototypy, 1. sérii tvoří lokomotivy 731.003 až 731.032, 2. sérii pak lokomotivy 731.033 až 731.062 (Weisgärber, 1994). U druhé série byl podle autora dosazen pomocný kompresor pro pojezd z lokomotivní baterie, vodní oběhové čerpadlo pro vytápění kabiny strojvedoucího při stopnutém spalovacím motoru a byly nahrazeny dva startéry sovětské výroby startéry od firmy Bosch (Weisgärber, 1994). Souhrn všech důležitých technických údajů je uveden v tabulce 3.

PJ České Budějovice provozuje dle interních materiálů společnosti v současnosti čtyři lokomotivy typu 731 (ČD Cargo, 2020a). Tuto lokomotivu je možné vidět na obrázku číslo 3.



**Obrázek 3** Lokomotiva 731 (k-report.net, 2008)

**Tabulka 3** Technické informace

Technický parametr	Údaj
Uspořádání dvojkolí	Bo'Bo'
Rozchod dvojkolí	1 435 mm
Přenos výkonu	Elektrický
Nejmenší poloměr projížděného oblouku	80 m
Zásoby paliva	3 800 l
Olej v motoru	385 kg (M7ADSIII)
Voda v chladicích okruzích	800 l
Zásoby písku	320 kg
Hmotnost plně vyzbrojené lokomotivy	68,4 t
Maximální provozní rychlost	80 km/h
Trvalá rychlost	15 km/h

Zdroj: (Weisgärber, 1994)

Weisgärber (Weisgärber, 1994) dále uvádí, že lokomotiva 731 je vybavena čtyřdobým naftovým motorem ČKD K6S 230 DR s přímým vstřikem paliva a plněním turbodmychadlem bez mezichladiče. Motor má dle autora výkon 600 kW a základní otáčky 400 ot/min. Je-li v činnosti kompresor, otáčky motoru se zvyšují na 500 ot/min (Weisgärber, 1994).

Vodní okruh je podle Weisgräbera složen ze dvou na sobě nezávislých okruhů, hlavní okruh sestává z levého vodního čerpadla, chladicí vodu dodává současně do motoru

i do turbodmyhadla a vedlejší okruh sestává z pravého vodního čerpadla, chladící vodu dodává potrubím přes chladič oleje zpět do chladícího bloku (Weisgärber, 1994).

#### **2.4.2 Lokomotivy 740 (T448.0), 742 (T 466.2) a 743 (T 466.3)**

Dieselelektrické lokomotivy 742 byly podle Pindriče (Pindryč, 1993) vyráběny v libeňských závodech ČKD v letech 1977 až 1986 v celkem 541 kusech, řady 740 v letech 1973–1989 v celkem 459 kusech. Lokomotiva 742 disponuje o 8 t nižší hmotností a o 20 km/h vyšší maximální provozní rychlostí (Pindryč, 1993). Původně vlečková lokomotiva 740 tak podle Pindriče prošla úpravou na typy 742 a 743, které jsou určeny primárně pro nákladní dopravu (Pindryč, 1993).

Jak uvádí Vyskočil (Vyskočil, 2008), lokomotiva 743 vznikla na základě lokomotivy 742 v malé sérii deset kusů, které byly speciálně určeny pro trať Tanvald – Kořenov. Od řady 742 je Vyskočil odlišuje zabudováním elektrodynamické brzdy (dále EDB) (Vyskočil, 2008). Jako první lokomotiva ČKD disponovala také elektronickým regulátorem naftového motoru a na rozdíl od řady 742 také umožňuje manipulační pojezd z baterie při nečinném spalovacím motoru (Vyskočil, 2008). Důležité technické údaje jsou uvedeny v tabulce 4.

ČD Cargo a.s. provozuje v současnosti 66 lokomotiv typu 740, 742 a 743 (ČD Cargo, 2020a). Lokomotiva řady 742 je vyobrazena na obrázku číslo 4.





Obrázek 4 Lokomotiva 742 (Zelenka, 2018)

Tabulka 4 Technické údaje

Technický parametr	Údaj
Uspořádání dvojkolí	Bo'Bo'
Rozchod dvojkolí	1 435 mm
Přenos výkonu	Elektrický
Nejmenší poloměr projížděného oblouku	80 m
Zásoby paliva	4 000 l
Olej v motoru	485 kg (M7ADSIII)
Voda v chladících okruzích	850 l
Zásoby písku	320 kg
Hmotnost plně vyzbrojené lokomotivy	64 t
Maximální provozní rychlost	90 km/h
Trvalá rychlost	19,6 km/h

Zdroj: (Pindryč, 1993, s.4)

Podle Pindriče (Pindryč, 1993) jsou lokomotivy 742 a 743 stejně jako řada 731 vybaveny naftovým spalovacím motorem ČKD K 6 S 230 DR. Jedná se o stojatý řadový šestiválec, vysokotlance přeplňovaný turbodmychadlem s rozvodem OHV a přímým vstřikem paliva, který jako chladicí médium slouží voda (Pindryč, 1993).

## **2.5 Změna schváleného stavu č. 5472**

Tato změna je dle 2.5 Změny schváleného stavu č. 5472 (dále ZZS č. 5472) určena pro spalovací motory ČKD K6S 230 DR, které jsou použity na lokomotivách řad 730, 731, 740, 742 a 743 a jedná se o zařízení pro externí elektrický přehřev chladící kapaliny vyvinutý společností ČD Cargo (ČD Cargo, 2003).

### **2.5.1 Účel a základní charakteristika**

Základní charakteristiky úprav UTZ-E předmětné změny vychází z těchto podmínek (ČD Cargo, 2003):

- Univerzálnost provedených úprav na vozidlech uvedených řad.
- Možnost využití stávajících rozvodů sítě nízkého napětí pro napájení vozidel ze stávajících zásuvek v síti TN nebo TT.
- V souladu s nově platnými technickými předpisy a normami zamezení ohrožení napájecí sítě nízkého napětí z trakční napájecí soustavy.
- Neporušení správné činnosti kolejových obvodů zabezpečovacího zařízení dráhy.

### **2.5.2 Připojovací místo**

Provozovatelem určené připojovací místo musí dle ZZS č. 5472 splňovat podmínky připojení na elektrický rozvod sítě nízkého napětí s ohledem na ochranu, elektrickou bezpečnost a uzemnění v souladu s požadavky ČSN EN 50122-1 (ČSN EN 50122-1, 2001), a nesmí negativně ovlivňovat činnost kolejových obvodů zabezpečovacího zařízení ve smyslu ČSN 34 2600 (ČSN 34 2600, 1993) a ČSN 34 2613 (ČSN 34 2613, 1998) (ČD Cargo, 2003). Pro připojovací místo je potřebné jištění 24 A. Ze strany napájecí sítě nízkého napětí je proti nebezpečnému dotyku neživých částí použita ochrana samočinným odpojením od zdroje proudovým chráničem dle ČSN 33 2000-4-41 (ČSN 33 2000-4-41, 2000).

### **2.5.3 Změna na vozidle**

Způsobem řešení a zapojení na vozidle je uvedená změna dle ZZS č. 5472 provedena jako univerzální, použitelná pro všechny běžné napájecí sítě a je slučitelná se stávajícími rozvody a zařízeními těchto sítí. Použití takto vybaveného vozidla je možné i v elektrizovaných stanicích, či na kolejích s kolejovými obvody (ČD Cargo, 2003).

Změna dle ZZS č. 5472 spočívá v dosazení nového, zcela samostatného obvodu pro ohřev spalovacího motoru ze sítě nízkého napětí. Základní zapojení je řešeno pro připojení k síti TN-C, tedy s čtyřkolíkovou napájecí přívodkou. Jako variantní je

v ZSS č. 5472 připraveno i řešení pro připojení k síti TN-S, kde je použita přívodka pětikolíková (ČD Cargo, 2003).

Nové zařízení ohřevu má dle ZSS č. 5472 ze síťové přívodky propojeny jen krajní (fázové) vodiče a vodič N, nemá tedy propojen ochranný vodič (ČD Cargo, 2003). Nepochybně vodiče PE napájecí sítě nízkého napětí s kostrou vozidla řeší ZSS č. 5472 na elektrizovaných tratích možné zavlečení trakčních proudů do ochranné soustavy napájecí soustavy sítě nízkého napětí (ČD Cargo, 2003). Taktéž je tímto podle ZSS č. 5472 zabráněno možnému ovlivnění zabezpečovacího zařízení s kolejovými obvody. Proudový chránič je instalován do rozvodné skříně na vozidle a pohyblivý napájecí přívod je proveden ve dvojité izolaci (ČD Cargo, 2003).

#### **2.5.4 Popis zařízení instalovaného na vozidlech**

Ohřev chladící kapaliny spalovacího motoru zajišťují podle ZSS č. 5472 dvě topná tělesa o příkonu, který odpovídá objemu náplně hlavního okruhu – 2 x 6 kVA / 3 x 400V (výkon 12 kVA byl zvolen co by polovina příkonu na vozidle instalovaného zrychleného ohřevu motoru) (ČD Cargo, 2003). Součástí kotlíku je v ZSS č. 5472 termostat a oběhové čerpadlo 70 W / 230 V zajišťující cirkulaci chladícího média a termostat, který je nastavený na 50 °C, což je hodnota nastavení stanovená s ohledem na možné klimatické podmínky a snížení opotřebení spalovacího motoru po následném startu. Celá sestava je vidět na obrázku 5.



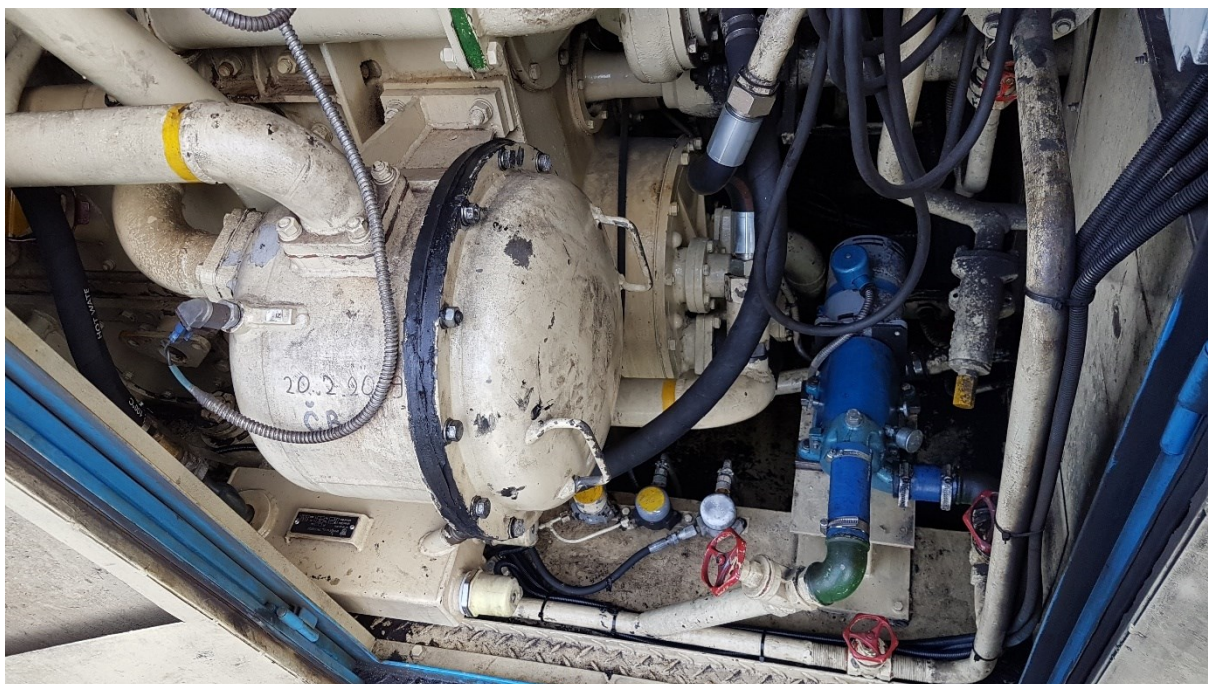
**Obrázek 5** Kotlík (autor)

Ostatní ochranné, jistící, spínací a ovládací prvky zařízení ohřevu jsou podle ZSS č. 5472 umístěny v plastové instalační krabici s krytím IP55 (ČD Cargo, 2003), jak je možné vidět na obrázku 6. Použitá ochrana před nebezpečným napětím neživých částí je v ZSS č. 5472 zajištěna proudovým chráničem, napájení obvodů zásuvkou (tříkolíkovou/čtyřkolíkovou) 32 a / 3 x 400 V (ČD Cargo, 2003). Signalizaci činnosti zařízení podle ZSS č. 5472 signalizuje lampa (s magnetickým držákem) s bílým světlem dle ČSN IEC 73 čl. 5.1 (ČSN IEC 73, 1994). Světlo je opatřeno pohyblivým přívodem, takže pověřená osoba může toto světlo umístit tak, aby mohlo být na vozidlo dohlíženo ze vzdáleného místa, odkud lze ještě sledovat (ČD Cargo, 2003). Provoz zařízení (stav pod napětím) je indikován svitem této lampy.



**Obrázek 6** Krabice s ochrannými, jistícími, spínacími a ovládacími prvky (autor)

Zařízení ohřevu je podle ZSS č. 5472 včleněno do hlavního okruhu chlazení (HO) (ČD Cargo, 2003). U lokomotiv řady 730 a 731 provádí ZSS č. 5472 sání přes filtr INOX ARB 10023/BUG 170 čerpadlem na horní stěně kotlíku, připojené hadicí a nátrubkem k potrubí sání čerpadla HO, výtlač z kotlíku přes zpětnou záklopku BUG 191/ARB 1045, potom hadicí k nově instalovanému potrubí výtlaču, které vyústíuje do potrubí výtlaču čerpadla HO (ČD Cargo, 2003). U lokomotiv řady 740, 742 a 743 je sání je v ZSS č. 5472 provedeno přes filtr INOX ARB 10023/BUG 107 do tělesa kotlíku a výtlač čerpadlem kotlíku přes zpětnou záklopku BUG 191/ARB 1045 trubkou vyústující do potrubí výtlaču čerpadla HO (ČD Cargo, 2003). Připojení do hlavního okruhu chlazení se nachází na obrázku 7.



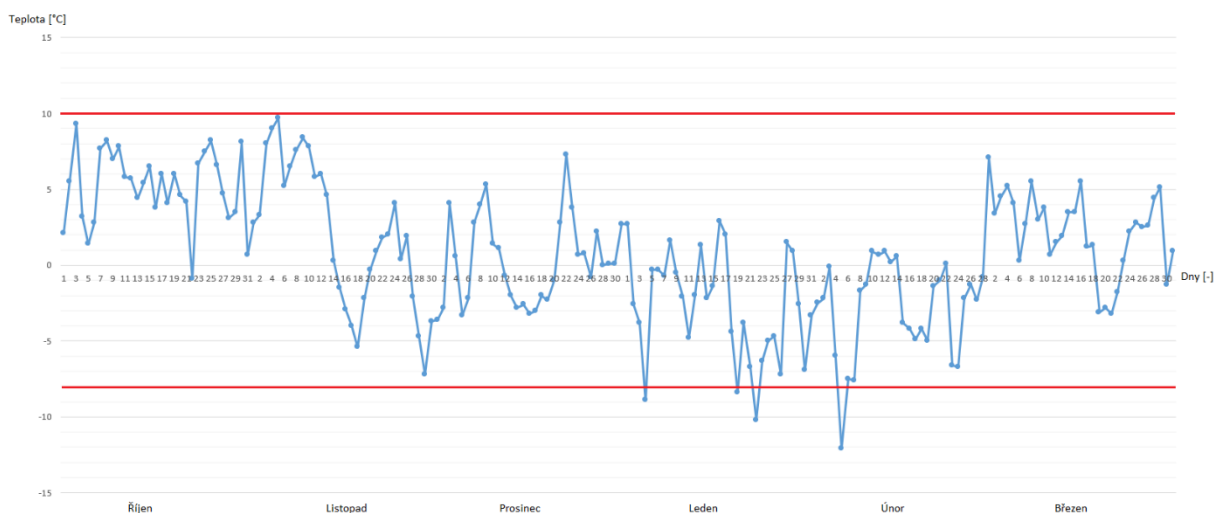
**Obrázek 7** Připojení do hlavního chladicího okruhu (autor)

## **2.6 Meteorologické podmínky ve sledovaném období**

Teplota okolního vzduchu zásadně ovlivňuje režim přehřevu. Dle interních materiálů společnosti ČD Cargo je při teplotách pod  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  nutné začít buď protáčet, nebo připojit lokomotivu na externí přehřev, dále při teplotách pod  $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$  je již externí přehřev nedostačující, takže musí být kombinován s protáčením spalovacího motoru lokomotivy (ČD Cargo, 2003). Proto byly v práci sledovány právě teploty v rozpětí do  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , od  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$  a dále pod  $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

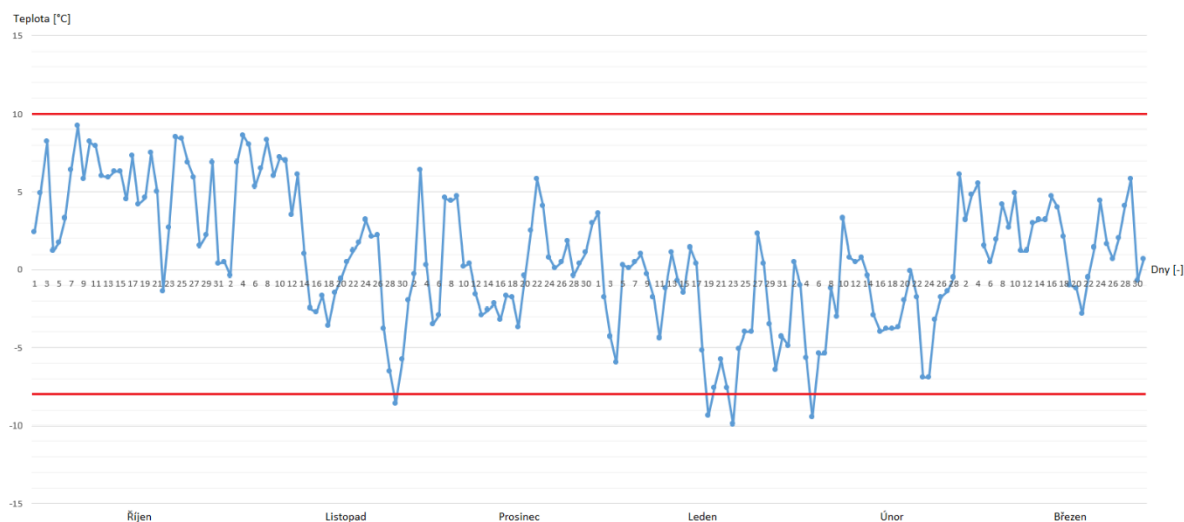
Z tohoto důvodu byli od Českého hydrometeorologického ústavu získány denní minimální teploty pro stanice České Budějovice – Rožnov a Plzeň – Mikulka, které se nachází v blízkosti obou sledovaných provozních jednotek.

V oblasti České Budějovice byli podle dat Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ, 2020a) ve sledovaném období z celkového počtu 182 dnů ve 178 dnech naměřeny teploty mezi  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$  a ve čtyřech dnech pod  $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Hodnoty teplot jsou vyznačeny v obrázku číslo 8. Červenou čarou jsou znázorněny hranice  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$ .



**Obrázek 8** Minimální denní teploty stanice České Budějovice – Rožnov (ČHMÚ, 2020a)

Stejně tak tomu bylo v oblasti města Plzeň, kde bylo také naměřeno 178 dnů s teplotami mezi 10 °C a -8 °C a ve čtyřech dnech pod -8 °C. Tyto hodnoty jsou znázorněny na obrázku číslo 9.



**Obrázek 9** Minimální denní teploty stanice Plzeň – Mikulka (ČHMÚ, 2020b)

V obou oblastech bylo ve všech dnech sledovaného období potřebné předehřívání chladící kapaliny lokomotiv v prostojích.

## 2.7 Režim předehřevu ve sledovaném období

Pro posouzení efektivity byly použity data evidence předehřevu. Kvůli jejich nekompletnosti byla tato data doplněna o časy prostojů vybraného vzorku lokomotiv.

## 2.7.1 Evidence přehřevu hnacích vozidel

Pro sledování přehřevu vozidel vede ČD Cargo a.s. papírovou evidenci, kterou vede pracovník na pozici střídače. Tu vede každé SOKV ve vlastní formě.

Příklad této evidence vedené v SOKV České Budějovice je zobrazen na obrázku číslo 10. V kolonce strojvedoucí byla začerněna jména pracovníků.

Strana č. ....

Výkon		hnací vozidlo (číslo)	Strojvedoucí jméno / osobní číslo (hůlkové písmo)	Pořadové číslo RP
datum	vlak číslo poč. / konec			
20.2.	12:00 - 14:00	741 008	██████████	50/50 92
20.2.	12:00 - 14:00	740 22	██████████ (27.02.2019)	
11.12.12	19:00 - 6:00	731 014-7	██████████ (připojena na kabel)	
10	6:30 - 19:30	743 006	██████████ (PŘÍP. NA KABEL)	
	6:30 - 19:30	743 018	-11-	
	12:00 - 19:30	742 323	-11-	
	12:00 - 19:30	742 111	-11-	
11	12:30 - 19:30	742 437	-11-	
	18:30 - 7:30	743 008	██████████ (PŘÍPOJENA NA KABEL)	
	-11-	743 006	-11-	
	-11-	743 003	-11-	
	-11-	742 323	-11-	
-11-	-11-	742 111	-11-	

**Obrázek 10** Evidence přehřevu lokomotiv v SOKV České Budějovice (ČD Cargo a.s., 2019)

Zaznamenávají se následující údaje:

- Datum.
- Čas připojení a čas odpojení vozidla od sítě, případně časy protáčení motoru.
- Evidenční číslo hnacího vozidla.
- Jméno střídače.
- Režim přehřevu.
  - Protáčení.
  - Připojení na externí elektrický přehřev.
  - Kombinace protáčení a externího elektrického přehřevu.
  - Oživení vozidla pro přípravu do provozu.
- Teplota chladícího média.



Příklad vedené evidence v PP Plzeň je uveden na obrázku číslo 11. Na obrázku byly začerněny jména a podpisy pracovníků.

DATA	JMÉNO	HV	ČAS	Podpis
12.1.	████████	442 034, 300, 284, 293, 329	19:40-19:40	████████
12.1. 101	████████	742 034, 300, 284, 439, 293, 329	20:00-21:00	████████
	████████	742 293, 329 - NA PROSTAVU		████████
13.1.	████████	742 434, 034, 284, 300, 033, 441, 397	5:30-6:30	████████
	████████	742 293, 329 - STOJAN		████████
13.1.	████████	742 441, 397, 439, 034, 284, 300, 033	14:00-15:00	████████
13/14.1.	████████	742 300, 284	21:30-22:30	████████
14.1.	████████	742 284	3:30-4:00	████████
14.1.	████████	749. 019	10:30-12:00	████████

**Obrázek 11** Evidence předeřevu lokomotiv v SOKV České Budějovice (ČD Cargo a.s., 2019)

Zaznamenávají se následující údaje:

- Datum.
- Jméno střídače.
- Evidenční číslo hnacích vozidel a režim předeřevu, tj.
  - Protáčení.
  - Připojení na externí elektrický předeřev.
  - Kombinace protáčení a externího elektrického předeřevu.
  - Oživení vozidla pro přípravu do provozu.
- Podpis střídače.

Tyto záznamy jsou však značně nekompletní, a to především v případě Českých Budějovic. Pro stanovené sledované období nepodávají kompletní informace. Proto byla analýza předeřevu provedena pomocí meteorologických dat. Z informací, pro které jsou záznamy lze ale zjistit, jaké byli průměrné stavy odstavených lokomotiv a po jakou dobu byly v PJ České Budějovice a PP Plzeň odstaveny.

### 2.7.2 Kapacity přípojných míst pro externí elektrický předeřev

V současné době je v Českých Budějovicích deset přípojných míst a v Plzni dvě (ČD Cargo, 2020a). Vzhledem k tomu, že průměrný počet lokomotiv, které mají v jednu chvíli prostoj v PP Plzeň byl podle dat ČD Cargo 7,14 (ČD Cargo a.s., 2020a), je zřejmé, že

počet přípojných míst v Plzni není dostačující. Případů, kdy bylo třeba potřeba připojit na externí elektrický přehřev pouze jedna až dvě lokomotivy bylo pouze 12 % (18 dnů). To znamená, že 88 % lokomotiv muselo být protáčeno, i když mají nainstalované zařízení pro externí elektrický přehřev. Naopak v Českých Budějovicích se toto číslo pohybuje okolo 5 %. Kapacita v PJ České Budějovice je tedy dostatečná.

## 2.8 Provozní režim lokomotiv ve sledovaném období

Pro vyhodnocení provozního režimu byli vybrány lokomotivy z provozní jednotce České Budějovice a provozním pracovišti Plzeň. Pro nedostatek dat v daném období byli pro analýzu provozu v Českých Budějovicích vybrány čtyři lokomotivy řady 743. Jedná se o upravenou verzi řady 742, dle interních materiálů ČD Cargo však disponuje stejným motorem ČKD K6S 230 DR, s jedinou markantní změnou v regulátoru (ČD Cargo, 2020a). Ta však nebrání vzájemnému porovnání, protože základní charakteristiky motoru zůstávají stejné. Průměrné stavy všech lokomotiv v provozu ve sledovaném období jsou uvedeny v tabulce číslo 5.

**Tabulka 5** Průměrný stav provozních hnacích vozidel ř. 742 ve sledovaném období

<b>Průměrný stav provozních hnacích vozidel ř. 742 ve sledovaném období</b>	44
<b>PJ České Budějovice, PP Plzeň</b>	19
<b>PJ Praha</b>	21
<b>PJ Brno, PP Havlíčkův Brod</b>	4

Zdroj: ČD Cargo, 2020

V tabulce číslo 6 je uveden průměrný stav všech provozních hnacích vozidel řady 743 ve sledovaném období.

**Tabulka 6** Průměrný stav provozních hnacích vozidel ř. 743 ve sledovaném období

<b>Průměrný stav provozních HDV ř. 743 ve sledovaném období:</b>	4
<b>PJ České Budějovice</b>	4

Zdroj: ČD Cargo, 2020

Účelem zde bylo zjištění průměrných dob prostojů lokomotiv v provozu v jednotlivých sledovaných provozních jednotkách. Vypočtené hodnoty jsou znázorněny níže v tabulkách číslo 7 a 8.

Pro potřeby práce byly podle Kleprlíka (Kleprlík, 2012, s. 72) stanoveny následující ukazatele:

- $VD_e$  [vozden] ... Vozový den v evidenci, tzn. počet kalendářních dnů ve sledovaném období, kdy bylo vozidlo v evidenčním stavu dopravce.
- $VD_n$  [vozden] ... Vozový den v odstavení, tzn. počet dnů ve sledovaném období, kdy bylo vozidlo odstaveno.
- $VD_{nm}$  [vozden] ... Měsíční počet dnů v odstavení, tzn. průměrná hodnota počtů dnů odstavení za měsíc.
- $T_n$  [hod] ... Doba v odstavení, tzn. počet hodin, který bylo vozidlo odstaveno.
- $T_{np}$  [hod] ... Průměrná doba v odstavení, tzn. průměrný počet hodin jednoho odstavení vozidla.
- $\alpha_n$  [%] ... Součinitel prostojů vozidla, který byl vypočítán podle vztahu (6).

$$\alpha_n = \frac{VD_n}{VD_e} * 100 \text{ [%]} \quad (6)$$

kde:

$\alpha_n$  ..... Součinitel prostojů vozidla [%]

$VD_n$ .... Vozový den v odstavení [vozden]

$VD_e$ .... Vozový den v evidenci [vozden]

Podle této metodiky byly vypočteny průměrné hodnoty. Tyto hodnoty pro lokomotivy řady 742 jsou uvedeny v tabulce číslo 7.

**Tabulka 7** Provozní režim vybraných lokomotiv řady 742 (PP Plzeň)

Sledované hnací vozidlo	$VD_e$ [vozden]	$VD_n$ [vozden]	$VD_{nm}$ [vozden]	$T_n$ [hod]	$T_{np}$ [hod]	$\alpha_n$ [%]
742.137-3	182	45	7,5	783	60,23077	17,92582
742.206-6	182	19	3,166667	275	55	6,295788
742.243-9	182	83	13,83333	1243	41,43333	28,45696
742.284-3	182	58	9,666667	931	42,31818	21,3141
742.329-6	182	80	13,33333	1152	36	26,37363
<b>Průměr</b>	<b>182</b>	<b>57</b>	<b>9,5</b>	<b>876,8</b>	<b>46,99646</b>	<b>20,07326</b>

Zdroj: (ČD Cargo, 2020a)

Průměrné hodnoty pro lokomotivy řady 743 jsou dále znázorněny v tabulce číslo 8.

**Tabulka 8** Provozní režim vybraných lokomotiv řady 743 (PJ České Budějovice)

Sledované hnací vozidlo	VD <sub>e</sub> [vozden]	VD <sub>n</sub> [vozden]	VD <sub>nm</sub> [vozden]	T <sub>n</sub> [hod]	T <sub>np</sub> [hod]	α <sub>n</sub> [%]
743.003-6	182	91	15,16667	1 412	52,2963	32,32601
743.005-1	151	59	11,8	682	48,71429	18,81898
743.006-9	182	70	11,66667	1 061	50,52381	24,29029
743.008-5	121	50	12,5	832	48,94118	28,65014
<b>Průměr</b>	<b>159</b>	<b>67,5</b>	<b>12,78333</b>	<b>996,75</b>	<b>50,11889</b>	<b>26,02136</b>

Zdroj: (ČD Cargo, 2020a)

Data pro České Budějovice mohou být do jisté míry zkreslená tím, že dvě ze sledovaných lokomotiv byli po dobu dvou (743.008-5), respektive jednoho (743.005-1) měsíce odstaveny z důvodu oprav (ČD Cargo, 2020a).

## 2.9 Provozní náklady

Provozní náklady se liší podle druhu nebo kombinace režimů přehřevu. Ty se dají rozdělit na tři druhy: protáčení spalovacího motoru lokomotivy, externí elektrický přehřev a kombinace obou režimů (ČD Cargo, 2020a).

Provozní náklady protáčení spalovacího motoru se skládají ze dvou složek. První je spotřeba nafty. Motor ČKD K6S 230 DR, který pohání sledované lokomotivy, má při volnoběhu udávanou spotřebu nafty 18 l/h. V práci je počítáno s průměrnou cenou nafty 26,28 Kč/l jako s jednicovým nákladem (ČD Cargo, 2020a). Tato hodnota byla ČD Cargo stanovena jako dlouhodobá průměrná cena. Další složkou jsou náklady na dozor. Při protáčení musí být přítomen jeden pracovník. Pracovníci dohledu pracují na osmihodinové směny při superhrubé mzdě 161 Kč/h (ČD Cargo, 2020a). Tato mzda je ve vztahu k jednotlivým výkonům režijním nákladem, protože pro přehřev musí být přítomen jeden pracovník nehledě na to, kolik hnacích vozidel je právě v tu chvíli v prostoji (ČD Cargo, 2020a).

V případě externího elektrického přehřevu je dle informací od ČD Cargo počítáno s průměrnou cenou elektřiny 2,22 Kč/KWh (ČD Cargo, 2020a). Pro výpočet provozních nákladů elektrického přehřevu je nutné nejdříve vypočítat hodinovou spotřebu elektrické energie daného zařízení (elektrické práce vykonané daným zařízením). Ta byla vypočtena podle Blahovce, který udává následující vzorec (Blahovec, 2005, s. 19):

$$A = U * I * t [J] \quad (7)$$

kde:

*A* ..... Elektrická práce [J]  
*U* ..... Elektrické napětí [V]  
*I* ..... Elektrický proud [A]  
*t* ..... Čas [s]

Pro potřeby výpočtu byl vzorec upraven dosazením elektrického výkonu ve wattech a času v hodinách následujícím způsobem:

$$A = P * t [kWh] \quad (8)$$

kde:

*A* ..... Elektrická práce [kWh]  
*P* ..... Elektrický výkon [kW]  
*t* ..... Čas [hod.]

Zařízení dle Změny schváleného stavu č. 5472 (ČD Cargo a.s., 2003) má příkon 12 kW, jako čas byla do vzorce dosazena jedna hodina. Spotřeba elektrické energie pro jednu hodinu jeho provozu je tedy 12 kWh, vzhledem k výkonu jde o jednicový náklad. Zařízení však není bezdoporové, proto musí být přítomen jeden dohlížející pracovník. Pracovníci se podle ČD Cargo střídají po osmihodinových směnách se superhrubou mzdou 161 Kč/h (ČD Cargo, 2020a). Tato mzda je vzhledem k výkonu režijním nákladem.

Pokud klesne teplota pod -8°C, je nutná dle ČD Cargo kombinace obou režimů (ČD Cargo, 2020a). Zde je třeba počítat s náklady na spotřebu elektrické energie, nafty a mzdu pracovníků dozoru.

## 2.10 Kalkulace provozních nákladů jednotlivých režimů

V následující části jsou vyčísleny náklady na jednotlivé režimy přehřevu. Ty jsou založeny na hodnotách podle analýzy provozu, jejíž výsledky jsou znázorněny v tabulkách číslo 6 a 7.

### 2.10.1 Kalkulace hodinových nákladů

Při kalkulaci byly nejdříve pro znázornění rozdílů v nákladovosti jednotlivých režimů stanoveny náklady na hodinu výkonu. Tyto hodnoty jsou vypočítány pro jednu lokomotivu v prostoji. Nepočítají tedy s rozdělením režijního nákladu mzdy pracovníka dozoru na všechna vozidla, která mají právě v daném místě prostoj.

Pro výpočet provozních nákladů byl využit klasický kalkulační vzorec, jak jej uvádí Popesko a Padaki (Popesko, Padaki, 2016). Ten byl upraven pro potřeby úseku dopravy do následujícího tvaru:

$$N_V = Z_T + N_m + N_R \text{ [Kč]} \quad (9)$$

kde:

$N_V$ ..... Vlastní náklady výkonu [Kč]

$Z_T$ ..... Trakční zdroje (palivo nebo elektrická energie) [Kč]

$N_m$ ..... Přímé mzdy [Kč]

$N_R$ ..... Provozní režie [Kč]

Náklady na jednu hodinu připojení lokomotivy na externí elektrický přehřev jsou vypočteny dle vztahu (9) v tabulce číslo 9.

**Tabulka 9** Hodinové náklady elektrického přehřevu

Sledované hnací vozidlo	Hodinové náklady na práci [Kč/hod]	Průměrná cena elektřiny [Kč/hod]	Celkové hodinové náklady [Kč/hod]
742	161,00	26,64	187,64
743	161,00	26,64	187,64
<b>Celkem</b>	x	x	375,28

Zdroj: autor

Náklady na jednu hodinu provozu při protáčení spalovacího motoru lokomotivy jsou vypočteny dle vztahu (9) v tabulce číslo 10.

**Tabulka 10** Hodinové náklady protáčení

Sledované hnací vozidlo	Hodinové náklady na práci [Kč/hod]	Průměrná cena nafty [Kč/hod]	Celkové hodinové náklady [Kč/hod]
742	161,00	473,04	634,04
743	161,00	473,04	634,04
<b>Celkem</b>	x	x	1 268,08

Zdroj: autor

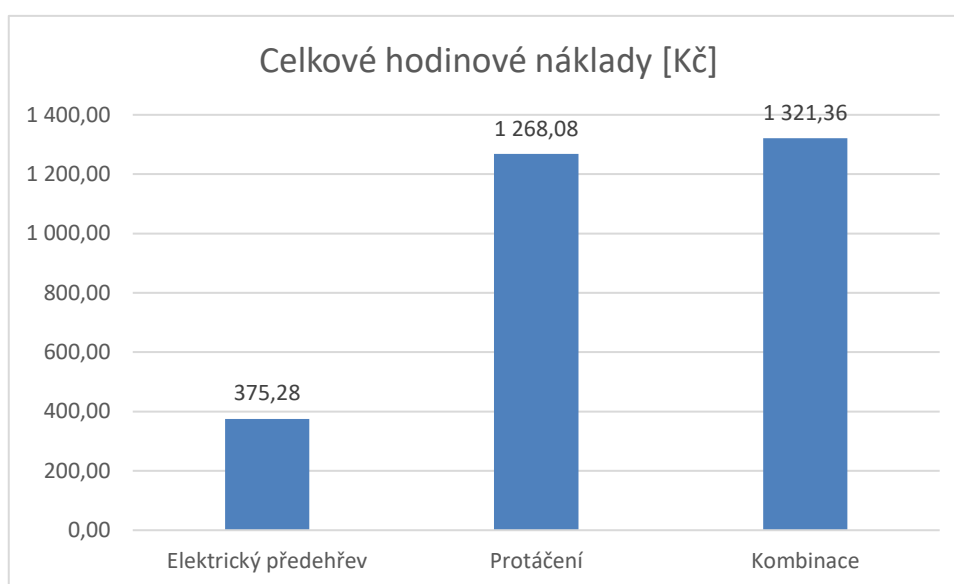
Náklady na jednu hodinu provozu při nutnosti kombinace obou výše zmíněných systémů vlivem nízkých teplot jsou vypočteny dle vztahu (9) v tabulce číslo 11.

**Tabulka 11** Hodinové náklady při kombinaci elektrického předehřevu a protáčení

Sledované hnací vozidlo	Hodinové náklady na práci [Kč/hod]	Průměrná cena elektřiny [Kč/hod]	Průměrná cena nafty [Kč/hod]	Celkové hodinové náklady [Kč/hod]
742	161,00	26,64	473,04	660,68
743	161,00	26,64	473,04	660,68
<b>Celkem</b>	x	x	x	1 321,36

Zdroj: autor

Porovnání celkových hodinových nákladů jednotlivých režimů předehřevu je dále znázorněno ve grafu na obrázku číslo 12.



**Obrázek 12** Porovnání celkových hodinových nákladů jednotlivých režimů (autor)

Je zřejmé, že provozní náklady na elektrický předehřev jsou významně nižší, a to o 892,80 Kč/hod (vyjádřeno v procentech přibližně 70,4 % úspora). Dále je zřejmé, že při extrémně nízkých teplotách (< -8 °C) nastává markantní nárůst provozních nákladů, a to o 946,08 Kč/hod (přibližně 71,6 %).

## 2.11 Kalkulace celkových nákladů jednotlivých režimů předehřevu

Při kalkulaci celkových nákladů budou porovnávány pouze dva režimy, a to protáčení a elektrický předehřev, který je při nízkých teplotách doplňován protáčením. Následující náklady jsou vypočteny podle dat ČD Cargo za sledované období od října 2018 do března 2019 (ČD Cargo, 2019).

### 2.11.1 Kalkulace nákladů protáčení spalovacího motoru lokomotivy

V tabulce 12 jsou dle vztahu (9) vypočteny náklady na celé období, pokud by byl předehev prováděn pouze protáčením spalovacího motoru lokomotivy.

**Tabulka 12** Kalkulace nákladů protáčení spalovacího motoru lokomotivy

Sledované hnací vozidlo	Počet sledovaných hnacích vozidel [-]	Celkový počet dnů ve sledovaném období [den]	Celkový počet hodin v odstavení [hod]	Celkové náklady [Kč]
742	19	182	876,80	8 675 443,97
743	4	159	996,75	2 589 258,48
<b>Celkem</b>	23	x	1 873,55	11 264 702,45

Zdroj: autor

### 2.11.2 Kalkulace nákladů externího elektrického předehevu

V případě externího elektrického předehevu je však dle ČD Cargo potřeba počítat s určitým časovým fondem, kdy kvůli nízkým teplotám ( $< -8$  °C) je nutné kombinovat elektrický předehev s protáčením spalovacího motoru lokomotivy (ČD Cargo, 2020a). Ve sledovaném období byly zaznamenány čtyři dny, kdy tato kombinace byla potřeba. Při kalkulaci byla uvažována průměrná hodnota lokomotiv v prostoji, a to 5,28 lokomotivy, jak udává ČD Cargo (ČD Cargo a.s., 2020a).

K elektrickému předehevu se také váže určitá vstupní investice spojená s úpravou lokomotivy a výstavbou stojánek pro připojení do elektrické sítě. Vzhledem k tomu, že obě tyto zařízení patří do odpisové skupiny 2, tak ve sledovaném období jsou již instalovaná zařízení odepsaná. Proto s nimi v této analýze není uvažováno.

V tabulce číslo 13 jsou dle vztahu (9) vypočteny celkové náklady za celé sledované období od října 2018 do března 2019. Jak je uvedeno v tabulkách číslo 7 a 8, lokomotivy řady 742 byli v provozu 182 dnů, lokomotivy řady 731 kvůli opravám pouze 159 dnů. Z těchto dnů bylo v případě řady 742 ve čtyřech dnech potřeba kombinovat elektrický předehev s protáčením spalovacího motoru lokomotivy, u řady 731 to byli pouze dva dny.



**Tabulka 13** Kalkulace nákladů elektrického přehřevu

Sledované hnací vozidlo	Počet hodin v odstavení při teplotě od 10 °C do -8 °C [hod]	Počet hodin v odstavení při teplotě pod -8 °C [hod]	Hodinové náklady na práci [Kč/hod]	Průměrná cena elektřiny [Kč/hod]	Průměrná cena nafty [Kč/hod]	Celkové náklady [Kč]
742	857,53	19,27033	161,00	26,64	473,04	1 320 246,19
743	984,21	12,53774	161,00	26,64	473,04	833 185,08
<b>Celkem</b>	1 841,74	31,80807	-	-	-	2 153 431,27

Zdroj: autor

Celkové náklady pro celé období všech provozuschopných lokomotiv vycházejí na 2 153 431,27 Kč. V porovnání s náklady na protáčení se za jeden rok jedná o úsporu 9 111 271,18 Kč. U této kalkule je počítáno s tím, že všechny lokomotivy jsou vybaveny zařízením pro externí elektrický přehřev chladící kapaliny, a že kapacita přípojních míst je dostatečná pro všechny lokomotivy, které mají v daném místě prostoj. V realu tomu však tak není. Proto je nutné upravit kalkulaci o jisté procento času, kdy musel být přehřev zajištěn protáčením spalovacího motoru lokomotivy. Co se týče PJ České Budějovice, zde byla překročena kapacita přípojních míst ve sledovaném období v 5,34 % časového fondu. V PP Plzeň se toto číslo vyšplhalo na 88 % času. Kalkulace upravená o nutnost protáčení je vypočtena dle vztahu (9) v tabulce číslo 14.

**Tabulka 14** Kalkulace nákladů upravená o nutnost protáčení

Sledované hnací vozidlo	Počet hodin nutnosti protáčet [hod]	Počet hodin na přehřevu [hod]	Hodinové náklady na práci [Kč/hod]	Průměrná cena elektřiny [Kč/hod]	Průměrná cena nafty [Kč/hod]	Celkové náklady [Kč]
742	409,2026	429,06	161,00	26,64	473,04	4 781 184,75
743	465,1832	506,49	161,00	26,64	473,04	1 662 480,23
<b>Celkem</b>	874,3858	935,55	x	x	x	6 443 664,98

Zdroj: autor

Výsledné náklady na celé období jsou pak o 4 290 233,71 Kč vyšší, než v případě, kdy by byla dostatečná kapacita přípojních míst pro všechny lokomotivy v prostoji. Jedná se tedy o asi trojnásobný nárůst nákladů na jeden každý rok.

## 2.12 Současný stav hnacích vozidel PJ České Budějovice a PP Plzeň

V práci již byli zpracovány stavy hnacích vozidel ve sledovaném období od října 2018 do listopadu 2019. V tabulce číslo 15 je uveden současný stav provozuschopných vozidel k 4.5.2020.

**Tabulka 15** Současný inventární stav provozuschopných hnacích vozidel v SOKV České Budějovice

Typ hnacího vozidla	Počet
731	4
742	41
743	6

Zdroj: ČD Cargo, 2020

Dále v tabulce číslo 16 jsou uvedeny stavy vozidel s instalovaným ohřevem chladící kapaliny z elektrické rozvodné sítě (k 4.5.2020). Vedle již zmíněného zařízení dle změny schváleného stavu číslo 5472 (dále ZSS 5472) je zde ještě uvedeno zařízení dle změny schváleného stavu číslo 5521 (dále ZSS 5521), které je instalováno na deseti lokomotivách řady 742. ZSS 5521 obsahuje ZSS 5472 s přemístěním ovládacího rozvaděče včetně dobíječe baterií 110 V DC.

**Tabulka 16** Současný stav provozuschopných vozidel v SOKV České Budějovice s instalovaným zařízením elektrického ohřevu

Typ hnacího vozidla	ZSS 5521	ZSS 5472	Celkem	Bez instalovaného ohřevu
731	0	4	4	0
742	10	29	39	2
743	0	6	6	0

Zdroj: ČD Cargo, 2020

## 2.13 Shrnutí analýzy přehřevu chladící kapaliny ve sledovaném období

Tato kapitola byla věnována analýze přehřevu chladící kapaliny lokomotiv provozovaných PJ České Budějovice a PP Plzeň. Analýza byla provedena pro období od října 2018 do března 2019. V této době bylo v provozu 19 lokomotiv řady 742 a čtyři lokomotivy řady 743. Pro lokomotivy řady 731, které byli také v provozu, nebyla dostupná potřebná data, proto s nimi analýza nepočítá.

Za zmíněné sledované období byli vypočteny náklady na předeřev ve výši 6 443 664,98 Kč. Také bylo zjištěno, že i když má většina vozového parku nainstalováno zařízení pro externí elektrický předeřev, kapacity přípojných míst jsou v depu Plzeň natolik nedostatečné, že oproti teoretickému stavu, kdy všechny lokomotivy při prostoji jsou předeřívány elektricky, současné náklady jsou o 4 290 233,71 Kč. Je tomu právě proto, že v depu Plzeň je v 88 % případů překročena kapacita přípojných míst.

Dále byly zjištěny velké rozdíly ve způsobu vedení evidence předeřevu mezi jednotlivými provozními jednotkami (provozními pracovišti). Právě proto musela být velká část analýzy být provedena ne na základě dat společnosti ČD Cargo, a tedy i reálného stavu lokomotiv připojených na elektrickém předeřevu či předeříváných jiným způsobem, ale na základě meteorologických dat pro dané oblasti.

### 3 NÁVRH VHODNÉHO CHLADICÍHO SYSTÉMU V SOULADU S POŽADAVKY UŽIVATELŮ

Ve třetí kapitole bude provedeno porovnání tří možných způsobů řešení problému zamrznání chladicí kapaliny v zimních měsících a výběr toho nejvhodnějšího. Dále také návrh možných investic a zlepšení současných procesů v podniku.

#### 3.1 Návrh evidence přehřevu

Největší překážkou pro analýzu přehřevu chladicí kapaliny lokomotiv byla nedostatečná evidence těchto procesů. Dále se tato evidence liší v každé provozní jednotce (případně provozním pracovišti). Pro efektivní controlling je nutné dohlížet na řádné vedení této evidence. Bylo navrženo sjednocení formulářů pro evidenci podle jednotného vzoru uvedeného na obrázku číslo 13.

Datum	Čas		Hnací vozidlo	Strojvedoucí (Jméno   Osobní číslo)	Režim	Teploty	Teplota vzduchu
	Od	Do					
26.02.2020	8:45	9:30	731 008-9 742 420-3 742 371-8	Češka   001  (podpis)	Protáčení El. přehřev El. přehřev	50 °C / 50 °C	3 °C
28.02.2020	12:00	14:00	731 014-7	Šrejber   015  (podpis)	El. přehřev	50 °C / 50 °C	0 °C
26.02.2020	8:45	9:30	742 111-8	Makovec   003  (podpis)	Protáčení	50 °C / 50 °C	2 °C

**Obrázek 13** Návrh evidence přehřevu (autor)

Návrh evidence vychází z již používaných způsobů evidence. Pracovník bude zaznamenávat datum, čas, evidenční číslo daného hnacího, nebo více hnacích vozidel, jméno a osobní číslo střídače na směně, o jaký úkon se jedná (protáčení, elektrický přehřev, oživení), teploty chladicí kapaliny při začátku a konci úkonu a teplota okolního vzduchu.

#### 3.2 Návrh a kalkulace zařízení dle Změny schváleného stavu č. 5472

Přípojné místo bylo navrženo dle Změny schváleného stavu č. 5472 (ČD Cargo, 2003). Odpadá tak nutnost schválení nového zařízení Drážním úřadem. Nové přípojné zařízení bude také kompatibilní se dříve instalovanými kotlíky v lokomotivách. Stejně bylo postupováno i u návrhu zařízení instalovaného na lokomotivách.

##### 3.2.1 Výstavba přípojních míst

Dle Změny schváleného stavu č. 5472 (ČD Cargo a.s., 2003) nesmí být propojen ochranný vodič z rozvodné sítě nízkého napětí na zařízení na lokomotivě a na kabelu

je pětikolíková zásuvka, protože všechny běžné zásuvky mají ochranný pól, na který se nesmí zapojit pracovní vodič (fáze ani N) (ČD Cargo, 2003). V tomto zapojení lze na zásuvku připojit jakýkoliv spotřebič, nepropojení PE musí být na straně kotlíku.

V práci není jasně určeno místo v depu, kde by měly být přípojky umístěny. Finální cena se tak může lišit v závislosti na rozsahu nutných stavebních úprav podle umístění těchto přípojných míst. V tabulce číslo 17 je uvedena kalkulace nákladů na výstavbu jednoho přípojného místa. Schéma zapojení tohoto zařízení je znázorněno v příloze B.

**Tabulka 17** Kalkulace nákladů přípojného místa

Typové označení	Popis	Výrobce	Cena [Kč]
EB 1555.500	Elektrobox EB 300x300x120 s MP, RAL7035, IP66	Rittal	1 871,00
PL7-C25/3N	Jistič 3p+N C 25A 10kA PL7	Eaton	1 203,00
PF7-25/4/003-A	Chráníč proudový 4p 25A 30mA a PF7	Eaton	1 835,00
H07RN-F 5G 4	Kabel H07RN-F 5G 4 (gumový), 5m	DDA	470,00
PC-2252-6	spojka 5-pólová, 32A / 380V, krytí IP 67	PCE (Schmachtl)	306,00
	kabelové vývodky, montážní materiál		200,00
	výroba rozvaděče, zapojení kabelu, instalace na stěnu		4 800,00
	<b>Celkem</b>		<b>10 685,00</b>

Zdroj: autor

V Českých Budějovicích je kapacita přípojných míst dostačující. Nedostatečná byla v období od října 2018 do března 2019 pouze v 5,34 % časového fondu. Podle příkladu Českých Budějovic byla stanovena jako cíl pro depo Plzeň hodnota přibližně 5% překročení kapacit. Aby bylo tohoto cíle dosaženo, bude potřeba vystavět dalších osm přípojných míst.

Proto je nutné provést určité stavební úpravy. Vzhledem k nedostatku informací pro přesnou kalkulaci nebylo určeno přesné místo, kam přípojná místa umístit. Dle společnosti Manag by dodávka a montáž 200 m kabelu CYKY-J 5x6 mm<sup>2</sup> do stávající kabelové trasy stála přibližně 36 400,00 Kč (Manag, 2020). Pokud by bylo nutné vystavět novou kabelovou trasu, pak by stavební úpravy, dodávka a montáž 200 m kabelu CYKY-J 5x6 mm<sup>2</sup> vyšli přibližně na 173 000,00 Kč (Manag, 2020).

Celkové vstupní náklady na tuto investici jsou tak 121 880 Kč, respektive 258 480 Kč. Pokud by bylo dosaženo v obou depech hodnoty 5 % překročení kapacit stojánek, roční náklady na přehřev by byli sníženy na 2 603 164,56 Kč, což je oproti současnému stavu úspora 3 840 500,42 Kč za každý rok.

V tabulce číslo 18 jsou uvedeny účetní odpisy bez nutnosti výstavby nové kabelové trasy. Majetek bude odepisován od 1.1.2021.

**Tabulka 18** Rovnoměrné účetní odepisování přípojného místa bez nutnosti výstavby nové kabelové trasy

Rok	Zůstatková cena [Kč]	Měsíční odpis [Kč]	Roční odpis [Kč]	Oprávký celkem [Kč]
2021	97 520,00	2 030*12	24 360,00	24 360,00
2022	73 160,00	2 030*12	24 360,00	48 720,00
2023	48 800,00	2 030*12	24 360,00	73 080,00
2024	24 440,00	2 030*12	24 360,00	97 440,00
2025	0,00	2 030*11+80*1	24 440,00	121 880,00

Zdroj: autor

V tabulce číslo 19 jsou vypočteny rovnoměrné daňové odpisy pro toto řešení. Rovnoměrný způsob odepisování byl zvolen vzhledem k dlouhé životnosti zařízení. Dle zákona o daních z příjmů je tento majetek zařazen do druhé odpisové skupiny (Česko, 1992).

**Tabulka 19** Rovnoměrné daňové odepisování přípojného místa bez nutnosti výstavby nové kabelové trasy

Rok	Zůstatková cena [Kč]	Roční odpis [Kč]	Oprávký celkem [Kč]
2021	108 473	13 407	13 407
2022	81 354	27 119	40 526
2023	54 235	27 119	67 645
2024	27 116	27 119	94 764
2025	0	27 118	121 880

Zdroj: autor

Dále v tabulce číslo 20 jsou uvedeny účetní odpisy s nutností výstavby nové kabelové trasy.

**Tabulka 20** Rovnoměrné účetní odepisování přípojného místa s nutností výstavby nové kabelové trasy

Rok	Zůstatková cena [Kč]	Měsíční odpis [Kč]	Roční odpis [Kč]	Oprávky celkem [Kč]
2021	206 784,00	4 308*12	51 696,00	51 696,00
2022	155 088,00	4 308*12	51 696,00	103 392,00
2023	103 392,00	4 308*12	51 696,00	155 088,00
2024	51 696,00	4 308*12	51 696,00	206 784,00
2025	0,00	4 308*12	51 696,00	258 480,00

Zdroj: autor

Daňové odpisy pro toto řešení jsou vypočteny v tabulce číslo 21. Rovnoměrný způsob odepisování byl zvolen vzhledem k dlouhé době životnosti zařízení.

**Tabulka 21** Rovnoměrné daňové odepisování přípojného místa s nutností výstavby nové kabelové trasy

Rok	Zůstatková cena [Kč]	Roční odpis [Kč]	Oprávky celkem [Kč]
2021	230 047	28 433	28 433
2022	172 535	57 512	85 945
2023	115 023	57 512	143 457
2024	57 511	57 512	200 969
2025	0	57 511	258 480

Zdroj: autor

### 3.2.2 Výroba a instalace zařízení na lokomotivě

Dle informací ČD Cargo a.s. o dříve vyráběných zařízeních byla sestavena následující kalkulace na výrobu a instalaci zařízení na jedné lokomotivě. Dle ČD Cargo (ČD Cargo a.s., 2020a) je cena potřebného materiálu přibližně 18 000 Kč. Rozsah práce je 75 hodin při třech pracovnících s hodinovou mzdou 242 Kč. Celková cena pro jednu lokomotivu vychází 72 450 Kč.

V tabulce číslo 22 jsou vyčísleny daňové odpisy při zvolení rovnoměrného způsobu odepisování. Ten byl zvolen vzhledem k dlouhé době životnosti zařízení (více než 20 let). Majetek bude odepisován od 1.1.2021.

**Tabulka 22** Rovnoměrné daňové odepisování zařízení na lokomotivě

Rok	Zůstatková cena [Kč]	Roční odpis [Kč]	Oprávký celkem [Kč]
2021	64 480	7 970	7 970
2022	48 359	16 121	24 091
2023	32 238	16 121	40 212
2024	16 117	16 121	56 333
2025	0	16 120	72 450

Zdroj: autor

V následující tabulce číslo 23 jsou znázorněny účetní odpisy pro zvolený způsob odepisování. Průměrné měsíční odpisy byli určeny na 1 207 Kč s tím, že poslední měsíc bude odepsáno zbývajících 1 237 Kč. Toto zařízení lze podle zákona o daních z příjmů (ČESKO, 1991) klasifikovat jako technické zhodnocení dané lokomotivy.

**Tabulka 23** Rovnoměrné účetní odepisování zařízení na lokomotivě

Rok	Zůstatková cena [Kč]	Měsíční odpis [Kč]	Roční odpis [Kč]	Oprávký celkem [Kč]
2021	57 966	1 207*12	14 484	14 484
2022	43 482	1 207*12	14 484	28 968
2023	28 998	1 207*12	14 484	43 452
2024	14 514	1 207*12	14 484	57 936
2025	0	1 207*11+1237	14 514	72 450

Zdroj: autor

Jak bylo dříve uvedeno v tabulce číslo 15, v současnosti spadá pod PJ České Budějovice a přidruženou PP Plzeň celkem 49 hnacích vozidel. Z těchto vozidel pouze dvě lokomotivy nemají instalováno žádné zařízení pro externí elektrický předehřev a jako chladicí médium využívají vodu. Proto je návrhem této práce přestavba těchto dvou vozidel v souladu se Změnou schváleného stavu číslo 5472 (ČD Cargo, 2003).

### 3.3 Chlazení nemrznoucí směsí

Alternativou k výše zmíněným způsobům předehřevu chladicí kapaliny je nahrazení vody v chladicím okruhu nemrznoucí směsí, jak je tomu u v současnosti vyráběných motorů. Tyto nemrznoucí směsi jsou dle ČD Cargo však poměrně agresivní vůči starým gumovým těsněním v motorech ČKD K6S 230 DR (ČD Cargo, 2020a). Proto je před výměnou chladicího média třeba provést plnou opravu motoru, včetně chlazení a topení stanoviště.



S tím se váže velká vstupní investice. Velká část vozového parku ČD Cargo má místo tohoto řešení již instalován externí elektrický ohřev (ČD Cargo, 2020a).

Pro kalkulaci nákladovosti výměny chladicího média za nemrznoucí směs je třeba nejprve zajistit vytápění stanoviště strojvůdce. Pro to bylo zvoleno nezávislé teplovodní topení Eberspächer D7W, a to hlavně z důvodů, že jak uvádí ČD Cargo, tak proběhli minulé instalace tohoto zařízení na rekonstruovaných lokomotivách ČD Cargo osazených motory Caterpillar (ČD Cargo, 2020a). Nákupní cena instalační sady je 508,04 EUR, ta byla přepočtena na koruny české 28.4.2020 při kurzu 27,22 Kč / 1 EUR dle cenové nabídky společnosti Ogrzewaniepostojowe.eu (Ogrzewaniepostojowe.eu, 2020) na 13 828,85 Kč. Montáž tohoto zařízení byla firmou Eberspächer Praha s.r.o. (Eberspächer Praha, [b.r.]) naceněna na 13 000 Kč. Celková pořizovací cena zařízení potom vychází na 26 828,85 Kč.

Toto zařízení dle Zákona o daních z příjmů (ČESKO, 1991) není dlouhodobým hmotným majetkem a není tak daňově uznatelným nákladem. Účetní odpisy jsou znázorněny v tabulce číslo 24. Zařízení bude odepisováno od 1.1.2021.

**Tabulka 24** Účetní odepisování zařízení Eberspächer rovnoměrným způsobem

Rok	Zůstatková cena [Kč]	Měsíční odpis [Kč]	Roční odpis [Kč]	Oprávký celkem [Kč]
2021	21 464,85	447*12	5 364	5 364
2022	16 100,85	447*12	5 364	10 728
2023	10 736,85	447*12	5 364	16 092
2024	5 372,85	447*12	5 364	21 456
2025	0,00	447*11+455,85	5 372,85	26 828,85

Zdroj: autor

Poté musí být zajištěna výměna těsnění teplotně namáhaných u hlav válců. Dle ČD Cargo (ČD Cargo, 2020a) je cena sady při použití bezazbestového materiálu přibližně 4 000 Kč. Dále je třeba výměna těsnění pouzder válců, chladících článků, článků topení a propojovacích hadic vodního okruhu v ceně přibližně 8 000 Kč. Na rozborku a sborku pístních kompletů je dle ČD Cargo třeba přibližně 300 hodin, na dosazení relativně dostupných těsnění a hadic asi 100 hodin (ČD Cargo, 2020a). Dohromady se jedná o 400 hodin práce, při nákladech 59 200 Kč. Celkové náklady na tento úkon tedy vychází na přibližně 71 200 Kč. Technická životnost těchto součástí je šest let. Poté je nutná výměna. Celkové náklady úpravy lokomotivy vychází 98 028,85 Kč.

Dále je nutná výměna chladicího média za nemrznoucí směs. Ta je dodávána v sudech o objemu 200 l a je nutné ji v poměru 1:1 ředit destilovanou vodou (Filson, [b.r.]). Ta se dle ČD Cargo musí dále měnit při každé třetí prohlídce rozsahu M, nejdéle však po třech letech (ČD Cargo, 2020a). Pro tuto aplikaci byla zvolena chladicí kapalina Fridex Stabil / Typ B / VW TL774B - 200l, která je určena pro starší typy vozidel. Celkem je třeba v případě lokomotivy 742 850 litrů této směsi, respektive pro lokomotivu 731 800 litrů. Cena za litr dle společnosti Filson s.r.o. činí 84,77 Kč (Filson, [b.r.]). Ta dále uvádí cenu 7,18 Kč/l za destilovanou vodu pro technické účely. Celková cena jedné výměny této směsi pro lokomotivu 742 tak vychází 78 154,1 Kč, respektive 73 556,8 Kč pro lokomotivu 731.

Náklady na jeden rok provozu potom u řady 742 vychází na 90 020,77 Kč. Pro lokomotivu řady 731 je náklad na jedno období 85 423,47 Kč, tj. o 4 597,30 Kč méně než v případě řady 742. Náklady pro celý vozový park by pro řadu 742 byli 1 710 394,57 Kč, respektive 341 693,87 Kč pro řadu 731, celkem tedy 2 052 088,43 Kč. To však platí pouze v ideálním případě, kdy je chladicí kapalina měněna na horní hranici své technické životnosti, stejně tak těsnění chladicího okruhu. Dle zkušeností ČD Cargo je však u motorů ČKD interval mezi výměnami značně kratší, a to přibližně jeden rok i méně (ČD Cargo, 2020a).

Výhodou chlazení nemrznoucí směsí je, že odpadá potřeba dozoru při prostojích v zimních měsících. Nedochozí také k opotřebením pohyblivých částí motoru vlivem protáčení a není třeba výstavba přípojných míst v areálech dep.

### 3.3.1 Srovnání chlazení nemrznoucí směsí s předeřevem

V tabulce číslo 25 jsou srovnány náklady na jednotlivé způsoby ochrany chladicí kapaliny proti zamrznutí.

**Tabulka 25** Srovnání chlazení nemrznoucí směsí s předeřevem

Systém předeřevu / chlazení	Celkové náklady na jedno období [Kč/rok]
Protáčení	11 264 702,45
Elektrický předeřev	2 153 431,27
Nemrznoucí směs	2 052 088,43

Zdroj: autor

Tyto náklady jsou přepočteny pro celý vozový park PJ České Budějovice a PP Plzeň. Toto však platí v ideálním případě, kdy jsou kapacity přípojných míst dostatečné a při minimálních a kdy je chladicí kapalina i těsnění chladicího okruhu měněno na horní hranici jejich technické životnosti. Tento systém chlazení při těchto podmínkách vychází jako

nejvýhodnější. Rozdíl 101 342,84 Kč však není velkou úsporou vzhledem k tomu, že pokud by musela být výměna chladicí kapaliny a popřípadě i těsnění chladicího okruhu motoru prováděna ročně, náklady se mohou vyšplhat až na 6 975 065,30 Kč. I v tomto případě je sice toto řešení méně nákladné než protáčení spalovacího motoru lokomotivy, ale oproti elektrickému přehřevu je velice nevýhodné.

V následující tabulce číslo 26 jsou znázorněny hodnoty nákladů současného stavu ve srovnání s pravděpodobnými reálnými náklady při roční výměně chladiva.

**Tabulka 26** Srovnání reálných nákladů přehřevu a chlazení nemrznoucí směsí

Systém přehřevu / chlazení	Celkové náklady na jedno období [Kč/rok]
Protáčení	11 264 702,45
Elektrický přehřev	6 443 664,98
Nemrznoucí směs	6 975 065,30

Zdroj: autor

V tomto případě je chlazení nemrznoucí směsí o 531 400,32 Kč na rok nákladnější než elektrický přehřev. Oproti protáčení spalovacího motoru lokomotivy se jedná o 4 289 637,15 Kč roční úspory.

Pokud by byli provedeny výše zmíněné úpravy, to znamená rozšíření počtu přípojných míst v depu Plzeň a instalace zařízení pro externí elektrický přehřev. Tento případ je znázorněn v tabulce číslo 25.

**Tabulka 27** Srovnání nákladovosti podle doporučení práce

Systém přehřevu / chlazení	Celkové náklady na jedno období [Kč/rok]
Protáčení	11 264 702,45
Elektrický přehřev	2 603 164,56
Nemrznoucí směs	6 975 065,30

Zdroj: autor

Jak je zřejmé, v takovém případě by chlazení nemrznoucí směsí nebylo ekonomicky výhodné. Oproti elektrickému přehřevu je tento systém o 4 371 900,74 Kč ročně nákladnější.

### 3.4 Úspora celkových nákladů společnosti

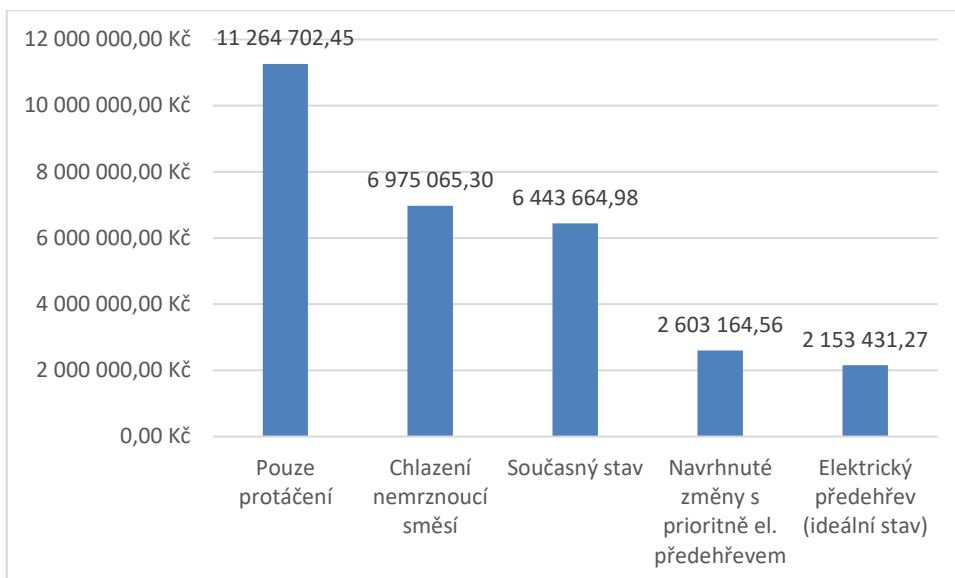
Pokud by byla následována všechna doporučení této práce, celková úspora nákladů na přehřev je 3 840 500,42 Kč ročně. Dle segmentové analýzy nákladů za rok 2019, jak

uvádí ČD Cargo a.s. ve výroční zprávě 2019 (ČD Cargo a.s., 2020b), roční náklady na trakční palivo 406 mil. Kč. Tyto náklady by se podařilo snížit o 4 069 691,57 Kč na přibližně 401,9 mil., což je 1% úspora. Současně s tím je však třeba počítat s nárůstem spotřeby elektrické energie. V současnosti ČD Cargo udává náklady na netrakční energii na 91 mil. Kč. Tyto náklady by byly zvýšeny o 229 191,15 Kč, což je nárůst pouhých 0,25 %. Na výsledku hospodaření se tato doporučení projeví zvýšením zisku o 3 840 500,42 Kč na přibližně 794,8 mil. Kč.

### **3.5 Shrnutí výběru a implikace vhodného chladicího systému**

V této kapitole byl navrhnout jednotný systém evidence přehřevu pro všechny provozní jednotky (pracoviště). Dále byli vypočteny náklady na výstavbu přípojních míst a zařízení na lokomotivách pro rozšíření systému elektrického přehřevu pro celý vozový park a zvýšení kapacit přípojních míst, aby se omezila potřeba protáčení spalovacích motorů lokomotiv na minimum. Tento návrh by vyžadoval investici v celkové výši přibližně 121 880 Kč, respektive 258 480 Kč, podle rozsahu nutnosti stavebních úprav.

Dále byl vypočten návrh na výměnu chladicí kapaliny v lokomotivách za nemrznoucí směs. Provozní náklady při využití tohoto systému byli vypočteny a porovnány s ostatními systémy rozpracovanými v minulých kapitolách. Porovnání všech těchto systému je znázorněno na obrázku číslo 14.



**Obrázek 14** Srovnání nákladovosti všech systémů chlazení / přehřevu (autor)

Na základě tohoto srovnání byl vybrán již z velké části zavedený systém externího elektrického přehřevu s vodou jako chladícím médiem, a při realizaci výše zmíněných investic.

## ZÁVĚR

Tato práce se zabývala problematikou zamezení zamrznutí chladicí kapaliny ve starších motorech ČKD v zimních měsících. Cílem práce byl průzkum problematiky přehřevu chladicí kapaliny, porovnání možných systémů chlazení a přehřevu, výběr a implikace nejvhodnějšího z nich.

Při analýze těchto procesů v PJ České Budějovice a v přidružené PP Plzeň byli přes velké rozšíření systému externího elektrického přehřevu zjištěno několik problémů, které ve výsledku nabízí velký prostor k úsporám. To je způsobeno hlavně nedostatečnou kapacitou přípojných míst v oblasti depa Plzeň, kde je z 88 % nutné zajišťovat přehřev protáčením spalovacího motoru lokomotivy.

Při analýze nákladů jednotlivých možných řešení tohoto problému bylo zjištěno, že při stávajícím stavu jako nejvýhodnější vychází externí elektrický přehřev. Zařízení pro tento způsob přehřevu jsou v současnosti také instalována na starších typech hnacích vozidel společnosti ČD Cargo, které neprochází celkovou modernizací.

Cílem bylo zajistit efektivní systém pro zamezení zamrznutí chladicí kapaliny, který nebude vyžadovat rozsáhlé vstupní investice ve formě komplexních modernizací hnacích vozidel, který bude vyžadovat co nejmenší zásah do hnací soustavy lokomotivy, zajistí co nejspolehlivější, nejefektivnější a nejméně nákladný provoz. Z těchto důvodů byl vybrán systém externího elektrického přehřevu chladicí kapaliny.

Implementace tohoto systému tak, aby byl co nejefektivnější vyžaduje několik investic ze strany ČD Cargo, a to zaprvé instalací těchto zařízení na zbytku vozového parku, a zadruhé navýšením kapacit přípojných míst v oblasti depa Plzeň, kde jsou tyto kapacity v současnosti značně nedostatečné, a jsou hlavním zdrojem ztrát. Pokud by byli tyto investice provedeny, bylo dosaženo úspor 59,6 % celkových nákladů.

Velkou překážkou při analýze procesů souvisejících s přehřevem chladicí kapaliny lokomotiv byla nedostatečná a mezi jednotlivými jednotkami jejich rozdílná evidence. Pro zlepšení následného controllingu těchto procesů byli navrženy nové formuláře, které by měli sjednotit tuto evidenci pro všechny provozní jednotky a provozní pracoviště ČD Cargo. To usnadní následné sledování těchto procesů, což by mělo vést k možnému dalšímu snižování nákladů na dané procesy.

## POUŽITÁ LITERATURA

- BLAHOVEC, Antonín, 2005. *Elektrotechnika III: (příklady a úlohy) 5., nezměn. vyd.* Praha: Informatorium. ISBN 80-733-3045-8.
- ČD CARGO A.S., 2003. *Změna schváleného stavu 5472: Ohřev spalovacího motoru K6S 230DR z elektrické rozvodné sítě pro lokomotivy.* České Budějovice: ČD Cargo a.s.
- ČD CARGO A.S., 2009. *PTs7-B-2009: Směrnice pro organizaci provozu hnacích vozidel a provozních zaměstnanců.* České Budějovice: České Budějovice: ČD Cargo a.s.
- ČD CARGO A.S., 2016a. Jednotky organizační struktury. *ČD Cargo a.s.* [online]. [cit. 2020-02-04]. Dostupné z: [https://www.cdcargo.cz/cs\\_CZ/jednotky-organizacioni-struktury](https://www.cdcargo.cz/cs_CZ/jednotky-organizacioni-struktury)
- ČD CARGO A.S., 2016b. O společnosti. *ČD Cargo a.s.* [online]. [cit. 2020-02-04]. Dostupné z: [https://www.cdcargo.cz/cs\\_CZ/o-spolecnosti](https://www.cdcargo.cz/cs_CZ/o-spolecnosti)
- ČD CARGO A.S., 2019. *Interní materiály.* České Budějovice: ČD Cargo a.s.
- ČD CARGO A.S., 2020a. *Interní materiály.* České Budějovice: ČD Cargo a.s.
- ČD CARGO A.S., 2020b. *Výroční zpráva 2019* [online]. [cit. 2020-05-22]. Dostupné z: [https://www.cdcargo.cz/documents/10179/70000/vz\\_2019.pdf/9bb0473b-4861-41f7-bb99-caf3553ba68c](https://www.cdcargo.cz/documents/10179/70000/vz_2019.pdf/9bb0473b-4861-41f7-bb99-caf3553ba68c)
- ČESKO, 1991. Zákon č. 586/1992 Sb., o daních z příjmů, In. Sbíрка zákonů České Republiky. 1991, částka 117, str. 586. ISSN 1211-1244.
- ČESKO, 1998. Zákon č. 563/1991 Sb., o účetnictví. In. Sbíрка zákonů České Republiky. 1991, částka 107, str. 563. ISSN 1211-1244.
- ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV, 2020a. *Výpis denních minimálních teplot v období od 1.10.2018 do 31.3.2019 z Českých Budějovic.* České Budějovice.
- ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV, 2020b. *Výpis denních minimálních teplot v období od 1.10.2018 do 31.3.2019 z Plzně.* Plzeň.
- ČSN 33 2000-4-41, 2000 *Elektrické instalace nízkého napětí - Část 4-41: Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti - Ochrana před úrazem elektrickým proudem.* Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. Třídící znak 332 000.
- ČSN 34 2600, 1993. *Elektrická železniční zabezpečovací zařízení.* Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. Třídící znak 342 600.
- ČSN 34 2613, 1998. *Železniční zabezpečovací zařízení. Kolejové obvody.* Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. Třídící znak 342 613.
- ČSN EN 50122-1, 2001. *Drážní zařízení - Pevná trakční zařízení - Část 1: Ochranná opatření vztahující se na elektrickou bezpečnost a uzemňování.* Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. Třídící znak 341 520.

ČSN IEC 73, 1994. *Elektrotechnické předpisy. Kódování sdělovačů a ovládačů pomocí barev a doplňkových prostředků*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. Třídící znak 330 170.

EBERSPÄCHER PRAHA S.R.O, [b.r.]. Ceník služeb Eberspächer Praha. *Eberspächer Praha*. [online]. [cit. 2020-05-15]. Dostupné z: <https://www.eberspaecher.cz/spolecnost/eberspaecher-praha/servisni-strediska-eberspaecher/servis-brno/cenik.html>

FILSON S.R.O, [b.r.]. Chladící kapalina Fridex Stabil / Typ B / VW TL774B - 200l. *Filson store* [online]. [cit. 2020-05-15]. Dostupné z: <https://www.filsonstore.cz/chladici-kapalina-fridex-stabil-typ-b-vw-tl774b-200l-velvana>

FORMÁNEK, Ivo a Alan VÁPENÍČEK, 2019. CELKOVÁ EFEKTIVNOST ZAŘÍZENÍ. *VŠPP Entrepreneurship studies: Odborně-vědecký journal VŠPP, a.s.* 8.(1-2), 40-52.

KLEPRLÍK, Jaroslav, 2012. Hodnocení technologického procesu silniční nákladní dopravy. *Perner's Contacts*. 7(3), 67-84. ISSN 1801-674X.

K-REPORT.NET, 2008. Lokomotiva 731. *k-report.net* [online]. [cit. 2020-02-04]. Dostupné z: <https://www.k-report.net/ukazobrazek.php?soubor=431053.jpg&stranka=1>

MANAG A.S., 2020. *Interní materiály*. Kolín: Manag a.s.

MÁČE, Miroslav, 2006. *Finanční analýza investičních projektů: praktické příklady a použití*. Praha: Grada. Finanční řízení. ISBN 80-247-1557-0.

MELICHAR, Vlastimil, Jindřich JEŽEK a Jiří ČÁP, 2013. *Ekonomika dopravního podniku: studijní opora*. Pardubice: Univerzita Pardubice. ISBN 978-80-7395-656-1.

NAVRÁTIL, Martin, 2016. Špageta i po čtvrt století brázdí české koleje. *Železničář* [online]. [cit. 2020-02-04]. Dostupné z: <https://zeleznicar.cd.cz/zeleznicar/provoz-a-technika/spageta-i-po-ctvrtstoletu-brazdi-tuzemske-koleje/-11000/21,0,,/>

OGRZEWANIE POSTOJOWE [online]. [cit. 2020-05-15]. Dostupné z: <http://en.ogrzewaniepostojowe.eu/produkt/eberspacher/344/d7w-universal-24-v>

PINDRYČ, Milan, 1993. *Lokomotiva 742: lokomotiva 740, T448.0*. Olomouc: Metis. ISBN 80-901629-0-8.

POPESKO, Boris a Šárka PAPADAKI, 2016. *Moderní metody řízení nákladů: jak dosáhnout efektivního vynakládání nákladů a jejich snížení. 2., aktualizované a rozšířené vydání*. Praha: Grada Publishing. Prosperita firmy. ISBN 978-80-247-5773-5.

SCHOLLEOVÁ, Hana a Petra ŠTAMFESTOVÁ, 2015. *Finance podniku: sbírka řešených příkladů a otázek*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-5544-1.

SŮRA, Jan, 2016. Šrot nebo držáky? Vlakům v Česku je i přes padesát let, dál jezdí. *Idnes.cz* [online]. [cit. 2020-05-22]. Dostupné z: [https://www.idnes.cz/ekonomika/doprava/prehled-nejstarsich-vlaku-na-ceske-zeleznici.A160409\\_151914\\_eko-doprava\\_suj](https://www.idnes.cz/ekonomika/doprava/prehled-nejstarsich-vlaku-na-ceske-zeleznici.A160409_151914_eko-doprava_suj)



SYNEK, Miloslav, 2011. *Manažerská ekonomika 5., aktualiz. a dopl. vyd.* Praha: Grada. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-3494-1.

VEISGÄRBER, Josef, 1994. *Lokomotiva 731. 2.* Olomouc: Metis. ISBN 80-901629-1-6.

VYSKOČIL, Václav, 2008. Lokomotivy řady 743. *Vlaky.net* [online]. [cit. 2020-02-04]. Dostupné z: <https://www.vlaky.net/zeleznice/spravy/002470-Lokomotivy-rady-743/>

ZELENKA, Jiří, 2018. Motorová lokomotiva 742 303 – 1, *Wikimedia Commons* [online]. [cit. 2020-02-04]. Dostupné z: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Motorová\\_lokomotiva\\_742\\_303\\_-\\_1\\_obrázek\\_01.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Motorová_lokomotiva_742_303_-_1_obrázek_01.jpg)

## SEZNAM TABULEK

<b>Tabulka 1</b>	Technické informace.....	23
<b>Tabulka 2</b>	Technické údaje .....	25
<b>Tabulka 3</b>	Odpisové sazby pro rovnoměrné odepisování dle Zákona o daních z příjmů 586/1992 Sb. ....	14
<b>Tabulka 4</b>	Odpisové sazby pro zrychlené odepisování dle Zákona o daních z příjmů 586/1992 Sb. ....	15
<b>Tabulka 5</b>	Průměrný stav provozních hnacích vozidel ř. 742 ve sledovaném období.....	34
<b>Tabulka 6</b>	Průměrný stav provozních hnacích vozidel ř. 743 ve sledovaném období.....	34
<b>Tabulka 7</b>	Provozní režim vybraných lokomotiv řady 742 (PP Plzeň).....	35
<b>Tabulka 8</b>	Provozní režim vybraných lokomotiv řady 743 (PJ České Budějovice) .....	36
<b>Tabulka 9</b>	Hodinové náklady elektrického přehřevu .....	38
<b>Tabulka 10</b>	Hodinové náklady protáčení .....	38
<b>Tabulka 11</b>	Hodinové náklady při kombinaci elektrického přehřevu a protáčení .....	39
<b>Tabulka 12</b>	Kalkulace nákladů protáčení spalovacího motoru lokomotivy.....	40
<b>Tabulka 13</b>	Kalkulace nákladů elektrického přehřevu .....	41
<b>Tabulka 14</b>	Kalkulace nákladů upravená o nutnost protáčení .....	41
<b>Tabulka 15</b>	Současný inventární stav provozuschopných hnacích vozidel v SOKV České Budějovice .....	42
<b>Tabulka 16</b>	Současný stav provozuschopných vozidel v SOKV České Budějovice s instalovaným zařízením elektrického ohřevu.....	42
<b>Tabulka 17</b>	Kalkulace nákladů přípojného místa.....	45
<b>Tabulka 18</b>	Rovnoměrné účetní odepisování přípojného místa bez nutnosti výstavby nové kabelové trasy .....	46
<b>Tabulka 19</b>	Rovnoměrné daňové odepisování přípojného místa bez nutnosti výstavby nové kabelové trasy .....	46
<b>Tabulka 20</b>	Rovnoměrné účetní odepisování přípojného místa s nutností výstavby nové kabelové trasy .....	47
<b>Tabulka 21</b>	Rovnoměrné daňové odepisování přípojného místa s nutností výstavby nové kabelové trasy .....	47
<b>Tabulka 22</b>	Rovnoměrné daňové odepisování zařízení na lokomotivě .....	48
<b>Tabulka 23</b>	Rovnoměrné účetní odepisování zařízení na lokomotivě .....	48
<b>Tabulka 24</b>	Účetní odepisování zařízení Eberspächer rovnoměrným způsobem .....	49

<b>Tabulka 25</b> Srovnání chlazení nemrznoucí směsí s předehřevem .....	50
<b>Tabulka 26</b> Srovnání reálných nákladů předehřevu a chlazení nemrznoucí směsí.....	51
<b>Tabulka 27</b> Srovnání nákladovosti podle doporučení práce .....	51

## SEZNAM OBRÁZKŮ

<b>Obrázek 1</b>	Struktura nákladů v rámci kalkulace.....	18
<b>Obrázek 2</b>	Absorpční a neabsorpční kalkulace.....	19
<b>Obrázek 3</b>	Lokomotiva 731 .....	23
<b>Obrázek 4</b>	Lokomotiva 742 .....	25
<b>Obrázek 5</b>	Kotlík .....	28
<b>Obrázek 6</b>	Krabice s ochrannými, jistícími, spínacími a ovládacími prvky.....	29
<b>Obrázek 7</b>	Připojení do hlavního chladicího okruhu .....	30
<b>Obrázek 8</b>	Minimální denní teploty stanice České Budějovice – Rožnov .....	31
<b>Obrázek 9</b>	Minimální denní teploty stanice Plzeň – Mikulka .....	31
<b>Obrázek 10</b>	Evidence přehřevu lokomotiv v SOKV České Budějovice .....	32
<b>Obrázek 11</b>	Evidence přehřevu lokomotiv v SOKV České Budějovice .....	33
<b>Obrázek 12</b>	Porovnání celkových hodinových nákladů jednotlivých režimů .....	39
<b>Obrázek 13</b>	Návrh evidence přehřevu .....	44
<b>Obrázek 14</b>	Srovnání nákladovosti všech systémů chlazení / přehřevu .....	53

## SEZNAM ZKRATEK

ČD Cargo	ČD Cargo a.s.
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČKD	Českomoravská-Kolben-Daněk
EDB	Elektrodynamická brzda
EU	Evropská unie
HO	Hlavní okruh
OHV	Over Head Valve
PJ	Provozní jednotka
PP	Provozní pracoviště
ŘP	Řízení provozu
SOKV	Středisko opravy kolejových vozidel
ZSS	Změna schváleného stavu

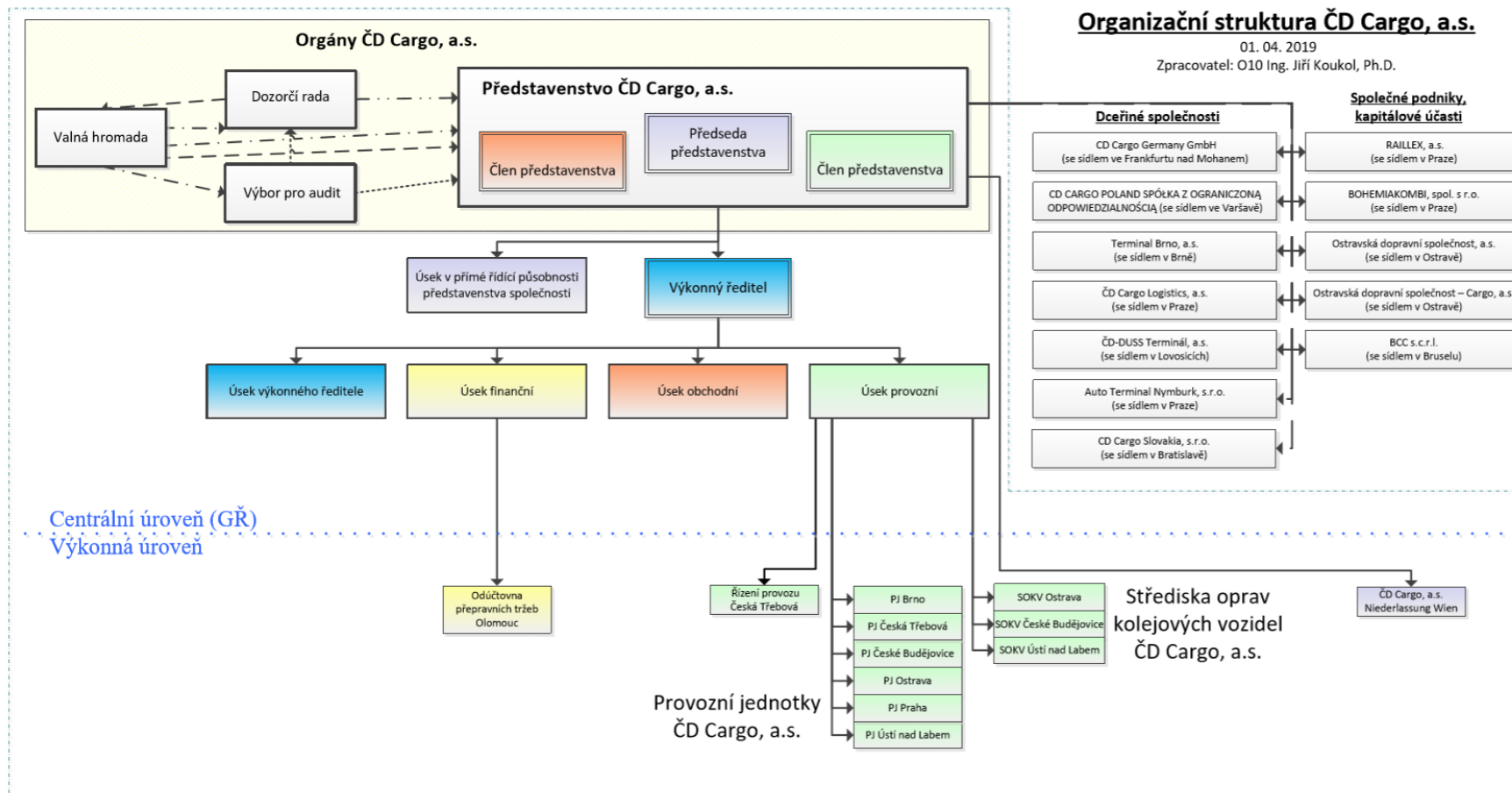
## **SEZNAM PŘÍLOH**

**Příloha A** Organizační struktura podniku ČD Cargo a.s.

**Příloha B** Návrh přípojného místa

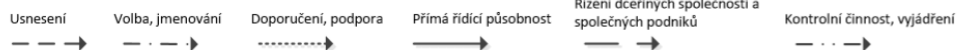


## Příloha A Organizační struktura ČD Cargo a.s.



### Vysvětlivky / poznámky:

#### Řídící vztahy



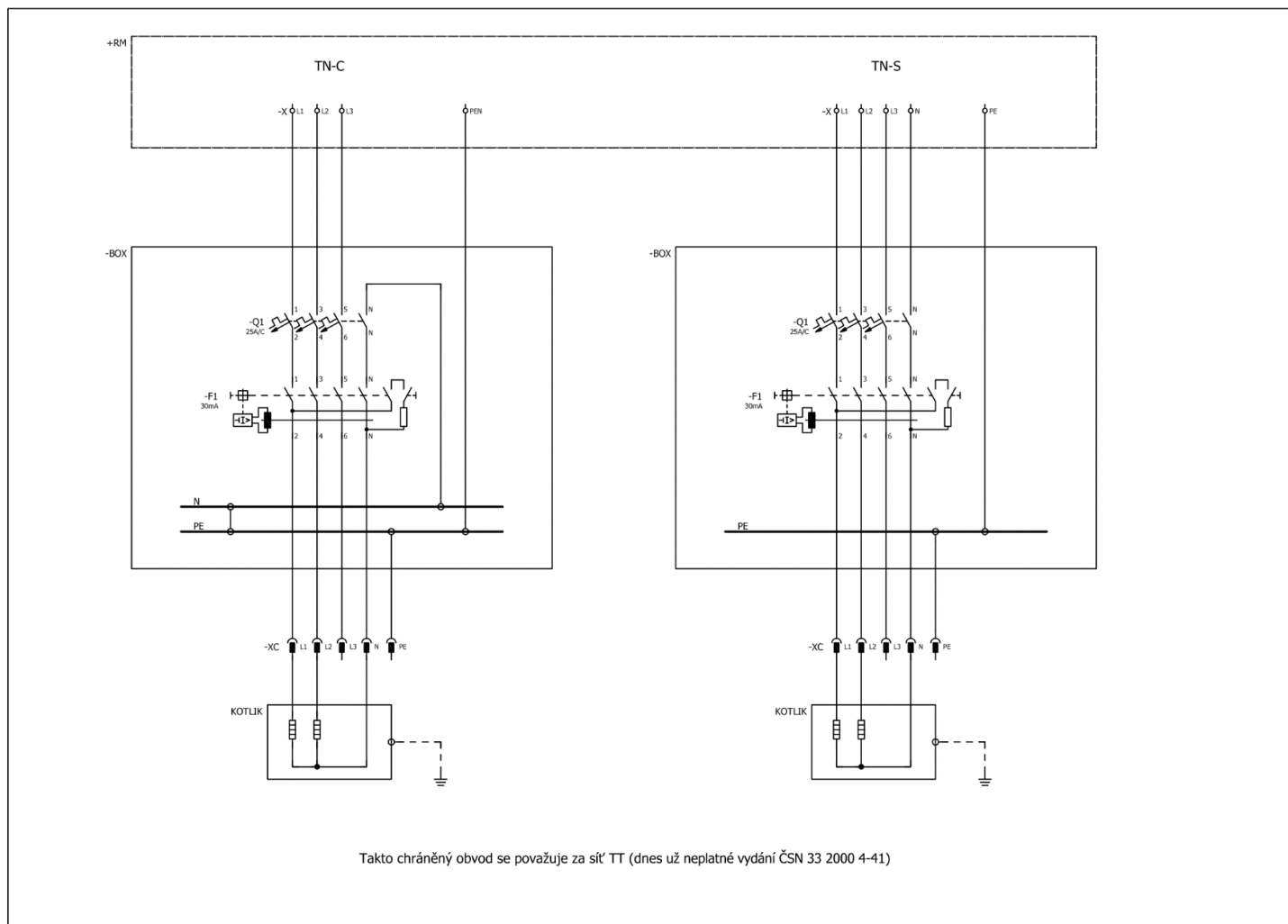
ČD Cargo, a.s.

Finanční ředitel přímo řídí Odúčtovnu přepravních tržeb Olomouc.  
 Provozní ředitel přímo řídí Provozní jednotky ČD Cargo, a.s.  
 Ředitel O12 přímo řídí Střediska oprav kolejových vozidel ČD Cargo, a.s.  
 Ředitel O14 přímo řídí Řízení provozu Česká Třebová.

Zdroj: ČD Cargo, 2016a



## Příloha B Návrh přípojného místa



Zdroj: autor