

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Optimalizace zimní údržby pozemních komunikací v Liberci

Bc. Jan Šimoník

Diplomová práce

2019

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Akademický rok: 2017/2018

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jan Šimoník**

Osobní číslo: **D16496**

Studijní program: **N3708 Dopravní inženýrství a spoje**

Studijní obor: **Technologie a řízení dopravy**

Název tématu: **Optimalizace zimní údržby pozemních komunikací v Liberci**

Zadávací katedra: **Katedra technologie a řízení dopravy**

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

Úvod

1 Právní předpisy a charakteristika zimní údržby

2 Analýza současného stavu zimní údržby

3 Návrhy na optimalizaci zimní údržby

4 Zhodnocení navržených změn

Závěr

Rozsah grafických prací: 4 - 5
Rozsah pracovní zprávy: 40 - 50
Forma zpracování diplomové práce: tištěná
Seznam odborné literatury:

- (1) BULÍČEK, J. Systémová analýza. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2013, 96 s. ISBN 978-80-7395-630-1.
- (2) BULÍČEK, J., LEDVINOVÁ, M. Řešené příklady z teorie a řízení dopravy. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2013, 237 s. ISBN 978-80-7395-642-4.
- (3) Zákon č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích, v platném znění.
- (4) Vyhláška č. 104/1997 Sb., kterou se provádí zákon o pozemních komunikacích, v platném znění.
- (5) Interní materiály Technických služeb města Liberce, a. s.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Jaroslav Matuška, Ph.D.**
Katedra technologie a řízení dopravy

Datum zadání diplomové práce: **6. února 2018**
Termín odevzdání diplomové práce: **18. ledna 2019**



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

L.S.



doc. Ing. Jaromír Šimoký, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 6. února 2018

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použitých informačních zdrojů.

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

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

V Pardubicích dne 18. 1. 2019

Bc. Jan Šimoník

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval panu doc. Ing. Jaroslavu Matuškov, Ph.D. za vedení diplomové práce, cenné rady i připomínky. Rovněž bych chtěl poděkovat panu Aleši Nedvídkovi a panu Ing. Tomáši Reicheltovi ze společnosti Technické služby města Liberce, a. s. za vstřícný přístup i ochotu při poskytování informací a materiálů ke zpracování této práce. Velké poděkování patří mé rodině za obrovskou podporu, kterou mi po celou dobu mého studia vyjadřovala. Děkuji Elišce a Markétě za ochotu, podporu a jejich drahocenný čas.

ANOTACE

Diplomová práce se zabývá zimní údržbou místních komunikací v Liberci, kterou provádějí Technické služby města Liberce, a. s. Práce obsahuje analýzu současného stavu zimní údržby, která vychází z Operačního plánu zimní údržby městských komunikací 2017 - 2018 pro město Liberec. Na základě výsledků analýzy současného stavu je navržena obnova vozového parku a také úprava Operačního plánu zimní údržby. Navržené změny jsou v závěru práce posouzeny a zhodnoceny.

KLÍČOVÁ SLOVA

Liberec, místní komunikace, obnova vozového parku, plán zimní údržby, zimní údržba

TITLE

Optimization of winter maintenance of ground roads in Liberec

ANNOTATION

The Master Thesis deals on the winter maintenance of local roads in Liberec performed by the Technické služby města Liberce, a. s. The thesis presents an analysis of the current condition of winter maintenance, which is based on the Operating plan of winter maintenance of urban roads in Liberec for years 2017 and 2018. On the basis of the results which came of the analysis of the current condition of the roads, a renewal of the car fleet was suggested, as well as the revision of the Operating plan of winter maintenance. The suggested recommendations are evaluated in the final chapter of the thesis.

KEYWORDS

Liberec, local roads, renewal of car fleet, plan of winter maintenance, winter maintenance

OBSAH

SEZNAM OBRÁZKŮ.....	9
SEZNAM TABULEK.....	10
SEZNAM ZKRATEK	12
ÚVOD	13
1 PRÁVNÍ PŘEDPISY A CHARAKTERISTIKA ZIMNÍ ÚDRŽBY	14
1.1 Právní předpisy	14
1.2 Charakteristika zimní údržby	15
1.2.1 Plán zimní údržby	16
1.2.2 Lhůty pro zmírňování závad ve sjízdnosti	17
1.2.3 Mechanismy pro zimní údržbu	18
1.2.4 Posypové materiály.....	19
1.2.5 Technologie pro zajištění sjízdnosti a schůdnosti.....	19
1.3 Dílčí shrnutí.....	20
2 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU ZIMNÍ ÚDRŽBY	21
2.1 Město Liberec	21
2.1.1 Zimní údržba pozemních komunikací	22
2.1.2 Technické služby města Liberce, a. s.	24
2.2 Operační plán zimní údržby	26
2.2.1 Hlavní část Operačního plánu zimní údržby	26
2.2.2 Příloha k Operačnímu plánu zimní údržby.....	29
2.3 Mechanizační prostředky	31
2.3.1 Mechanismy pro zimní údržbu vozovek	33
2.3.2 Mechanismy pro zimní údržbu chodníků	38
2.3.3 Ostatní mechanismy a vozidla pro zimní údržbu.....	43
2.3.4 Mechanismy smluvních dodavatelů	47
2.4 Posypové materiály	47
2.4.1 Úložiště posypových materiálů.....	48
2.4.2 Skladování posypových materiálů	48
2.5 Technologie zimní údržby	48
2.5.1 Pořadí důležitosti místních komunikací	49
2.5.2 Lhůty pro zmírňování závad ve sjízdnosti a schůdnosti.....	50
2.5.3 Zimní údržba vozovek	52
2.5.4 Zimní údržba chodníků	55
2.5.5 Zimní údržba ostatních místních komunikací	57
2.6 Shrnutí zjištěných nedostatků	61

3	NÁVRHY NA OPTIMALIZACI ZIMNÍ ÚDRŽBY	63
3.1	Obnova vozového parku	63
3.1.1	Multikriteriální analýza	64
3.1.2	Metody odhadu vah kritérií	66
3.1.3	Metody multikriteriálního hodnocení variant	67
3.1.4	Požadavky na nový mechanizační prostředek	71
3.1.5	Nabídka vhodných mechanizačních prostředků na trhu	72
3.1.6	Výpočet řešení	73
3.1.7	Návrh na nový mechanizační prostředek	78
3.2	Úprava Operačního plánu zimní údržby	80
3.2.1	Jednotná formální úprava	80
3.2.2	Uspořádání a názvy kapitol	81
3.2.3	Členění kapitol do číslovaných kapitol a podkapitol	87
3.2.4	Číslování a názvy tabulek	90
3.2.5	Programy preventivního posypu vozovek I. kategorie	91
3.2.6	Programy zimní údržby křižovatek	92
3.2.7	Specifikace používaných druhů inertních posypových materiálů	92
3.2.8	Změna názvu Operačního plánu zimní údržby	93
3.2.9	Další navrhované úpravy	93
4	ZHODNOCENÍ NAVRŽENÝCH ZMĚN	94
4.1	Návrh na obnovu vozového parku	94
4.2	Návrh na úpravu Operačního plánu zimní údržby	95
	ZÁVĚR	96
	SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ	97
	SEZNAM PŘÍLOH	99

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 <i>Pohled z liberecké radnice na centrum města a Ještědsko-kozákovský hřbet</i>	21
Obr. 2 <i>Mapa sítě pozemních komunikací na území města Liberce</i>	23
Obr. 3 <i>Mapa znázorňující sídlo Technických služeb města Liberce, a. s.</i>	25
Obr. 4 <i>Technické osvědčení samostatného technického celku (přední strana)</i>	32
Obr. 5 <i>Sypač Mercedes-Benz Atego</i>	33
Obr. 6 <i>Sypač Iveco Magirus</i>	34
Obr. 7 <i>Sypač Multicar M27</i>	34
Obr. 8 <i>Traktor Zetor 6945</i>	35
Obr. 9 <i>Graf podílu jednotlivých značek mechanismů pro zimní údržbu vozovek</i>	37
Obr. 10 <i>Malotraktor Iseki TM 3240</i>	38
Obr. 11 <i>Malotraktor Kioti CK 2810</i>	39
Obr. 12 <i>Kloubový nosič Holder C 250</i>	39
Obr. 13 <i>Nakladač Gehl 5640</i>	40
Obr. 14 <i>Graf podílu jednotlivých značek mechanismů pro zimní údržbu chodníků</i>	42
Obr. 15 <i>Nakladač ZTS UNK 320</i>	43
Obr. 16 <i>Nákladní vozidlo Peugeot Boxer</i>	44
Obr. 17 <i>Graf podílu jednotlivých značek ostatních mechanismů pro zimní údržbu</i>	46
Obr. 18 <i>Nakladač Caterpillar 246D</i>	79

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Rozdělení místních komunikací podle pořadí důležitosti	17
Tab. 2 Lhůty pro zmírňování závad ve sjízdnosti místních komunikací	17
Tab. 3 Klimatické podmínky v Liberci a jejich charakteristika	22
Tab. 4 Nedostatky v hlavní části Operačního plánu zimní údržby	28
Tab. 5 Nedostatky v příloze k Operačnímu plánu zimní údržby.....	30
Tab. 6 Seznam mechanizačních prostředků TSML pro zimní údržbu	31
Tab. 7 Technické parametry mechanismů pro zimní údržbu vozovek	35
Tab. 8 Průměrné stáří mechanismů pro zimní údržbu vozovek	36
Tab. 9 Technické parametry mechanismů pro zimní údržbu chodníků	40
Tab. 10 Průměrné stáří mechanismů pro zimní údržbu chodníků	41
Tab. 11 Technické parametry ostatních mechanismů a vozidel pro zimní údržbu	44
Tab. 12 Průměrné stáří ostatních mechanismů a vozidel pro zimní údržbu	45
Tab. 13 Rozdělení vozovek a chodníků do kategorií podle pořadí důležitosti	49
Tab. 14 Lhůty pro zmírňování závad ve sjízdnosti a schůdnosti místních komunikací	51
Tab. 15 Programy zimní údržby vozovek	52
Tab. 16 Programy zimní údržby chodníků.....	55
Tab. 17 Programy zimní údržby ostatních místních komunikací	58
Tab. 18 Kriteriaální matice.....	72
Tab. 19 Saatyho matice	74
Tab. 20 Ideální a bazální varianta (metoda váženého součtu).....	74
Tab. 21 Normalizovaná kriteriaální matice (metoda váženého součtu)	75
Tab. 22 Užitek jednotlivých variant (metoda váženého součtu).....	75
Tab. 23 Normalizovaná kriteriaální matice (metoda TOPSIS)	76
Tab. 24 Vážená kriteriaální matice (metoda TOPSIS)	76
Tab. 25 Ideální a bazální varianta (metoda TOPSIS)	77
Tab. 26 Vzdálenosti variant od ideální a bazální varianty (metoda TOPSIS).....	77
Tab. 27 Relativní ukazatel vzdáleností variant od bazální varianty (metoda TOPSIS)	77
Tab. 28 Porovnání dosažených výsledků a stanovení nejlepší varianty	78
Tab. 29 Technické parametry nakladače Caterpillar 246D.....	79

Tab. 30 <i>Programy preventivního posypu vozovek I. kategorie</i>	91
Tab. 31 <i>Programy zimní údržby křižovatek</i>	92

SEZNAM ZKRATEK

ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČR	Česká republika
GPS	Globální polohový systém
KSSLK	Krajská správa silnic Libereckého kraje
MHD	Městská hromadná doprava
OSVM	Odbor správy veřejného majetku
RZ	Registrační značka
ŘSD	Ředitelství silnic a dálnic ČR
SSÚD	Středisko správy a údržby dálnic
SÚS	Správa a údržba silnic
TSML	Technické služby města Liberce, a. s.
ZÚMK	Zimní údržba místních komunikací

ÚVOD

Česká republika se z hlediska geografické polohy nachází v mírném podnebném pásu, pro který je typické pravidelné střídání čtyř ročních období. Podnebí je na našem území ovlivněno především reliéfem a nadmořskou výškou. Z pohledu silniční dopravy a především její dopravní infrastruktury, je nejproblematictější období v roce zima, která přináší různorodé povětrnostní situace v podobě velmi nízkých teplot, mrznoucího deště, souvislé námrazy, mlhy, oblevy, intenzivního dlouhodobého sněžení, vánic či sněhových jazyků. Při velmi nepříznivých klimatických podmínkách může dojít až ke vzniku kalamitních situací. Během zimního období je na pozemních komunikacích prováděna jejich vlastníkem (správcem) zimní údržba prostřednictvím mechanizačních prostředků a ručního dočišťování. Úkolem zimní údržby je podle pořadí důležitosti zmírňování a v ideálním případě odstraňování závad ve sjízdnosti a schůdnosti pozemních komunikací vzniklých povětrnostními vlivy a podmínkami za zimních situací. Zajišťování sjízdnosti a schůdnosti pozemních komunikací představuje poměrně složitou a obsáhlou problematiku.

Diplomová práce je zaměřena na zimní údržbu místních komunikací ve vlastnictví Statutárního města Liberec, kterou zabezpečuje na základě schváleného Operačního plánu zimní údržby městských komunikací 2017 - 2018 společnost Technické služby města Liberce, a. s. Vlastní práce je rozčleněna do čtyř hlavních kapitol. Úvodní kapitola se zabývá základními právními předpisy a rovněž charakteristikou zimní údržby. Ve druhé kapitole je provedena analýza současného stavu zimní údržby pozemních komunikací v Liberci se zaměřením na problematiku schváleného Operačního plánu zimní údržby, nasazovaných mechanizačních prostředků, používaných posypových materiálů a technologie provádění zimní údržby. V závěru druhé kapitoly jsou shrnuty nedostatky zjištěné v analyzovaných oblastech. Třetí kapitola představuje návrhy autora na optimalizaci zimní údržby, které mohou eliminovat či odstranit zjištěné nedostatky. Závěrečná kapitola práce je věnována zhodnocení a přínosům navržených změn.

Cílem diplomové práce je na základě analýzy současného stavu zimní údržby pozemních komunikací v Liberci navrhnout možná optimalizační řešení, která povedou ke zlepšení a zefektivnění zimní údržby místních komunikací ve vlastnictví města Liberce.

1 PRÁVNÍ PŘEDPISY A CHARAKTERISTIKA ZIMNÍ ÚDRŽBY

V úvodní kapitole diplomové práce jsou nejprve představeny základní právní předpisy, které upravují provádění zimní údržby pozemních komunikací v ČR. Dále je stručně popsána charakteristika zimní údržby pozemních komunikací se zaměřením na řešenou problematiku, tj. místní komunikace v Liberci. Na závěr úvodní kapitoly je provedeno dílčí shrnutí důležitých skutečností.

1.1 Právní předpisy

Mezi základní právní předpisy, které upravují provádění zimní údržby pozemních komunikací v ČR, patří zákon č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích, v platném znění a vyhláška č. 104/1997 Sb., kterou se provádí zákon o pozemních komunikacích, v platném znění. Zimní údržbu pozemních komunikací ve městě Liberci dále upravuje také Nařízení Statutárního města Liberec č. 5/2009, o vymezení úseků místních komunikací, chodníků a schodišť, na kterých se pro jejich malý dopravní význam nezajišťuje sjízdnost a schůdnost odstraňováním sněhu a náledí.

Zákon č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích

Zákon č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích, v platném znění (dále jako „zákon (1)“), z hlediska problematiky zimní údržby pozemních komunikací definuje:

- pozemní komunikace a jejich rozdělení podle kategorií,
- dálnice, silnice a místní komunikace,
- vlastníka pozemních komunikací a jeho povinnosti,
- sjízdnost a schůdnost pozemních komunikací, stavební stav a dopravně technický stav, povětrnostní situace a jejich důsledky, závady ve sjízdnosti a schůdnosti pozemních komunikací,
- povinnosti vlastníka či správce pozemní komunikace nahradit škody uživatelům pozemní komunikace vzniklé závadou ve sjízdnosti nebo schůdnosti pozemních komunikací a označit úseky pozemních komunikací, na kterých se z důvodu malého dopravního významu nezajišťuje sjízdnost či schůdnost odstraňováním sněhu a náledí (1).

Vyhláška č. 104/1997 Sb., kterou se provádí zákon o pozemních komunikacích

Vyhláška Ministerstva dopravy a spojů č. 104/1997 Sb., kterou se provádí zákon o pozemních komunikacích, v platném znění (dále jako „vyhláška (2)“), z pohledu problematiky zimní údržby pozemních komunikací definuje:

- zimní údržbu pozemních komunikací, vzor plánu zimní údržby, opatření před zahájením zimní údržby, přehled technologií používaných v zimní údržbě, vzor deníku o zimní údržbě, způsob vyhodnocení zimní údržby a zimní období,
- rozdělení pozemních komunikací podle pořadí důležitosti,
- rozsah a technologii zimní údržby pozemních komunikací,
- lhůty pro zmírňování závad ve sjízdnosti pozemních komunikací,
- zajišťování sjízdnosti čištěním pozemních komunikací a mostů (2).

Nařízení Statutárního města Liberec č. 5/2009

Nařízení Statutárního města Liberec č. 5/2009, o vymezení úseků místních komunikací, chodníků a schodišť, na kterých se pro jejich malý dopravní význam nezajišťuje sjízdnost a schůdnost odstraňováním sněhu a náledí (dále jako „nařízení (3)“), vydala Rada města Liberce a obsahuje celkem 3 články. Nejdůležitější je článek 1, který z hlediska zimní údržby pozemních komunikací v Liberci odkazuje na:

- Přílohu č. 1 - Seznam neudržovaných komunikací,
- Přílohu č. 2a - Seznam neudržovaných chodníků,
- Přílohu č. 2b - Seznam neudržovaných schodišť (3).

1.2 Charakteristika zimní údržby

Charakteristika zimní údržby pozemních komunikací vychází ze zákona (1) a také vyhlášky (2), které definují základní názvosloví vztahující se k zimní údržbě pozemních komunikací. Jedná se zejména o tyto pojmy: pozemní komunikace, sjízdnost pozemních komunikací, schůdnost pozemních komunikací, závada ve sjízdnosti pozemních komunikací, závada ve schůdnosti pozemních komunikací, zimní údržba pozemních komunikací, zimní období a kalamitní situace.

Technologie zimní údržby pozemních komunikací obecně zahrnuje celkem 3 oblasti:

- opatření před zahájením zimní údržby,
- provádění zimní údržby,
- vyhodnocení zimní údržby.

Opatření před zahájením zimní údržby pozemních komunikací jsou podrobně uvedena v Příloze č. 7 k vyhlášce (2). Dále jsou charakterizovány oblasti, které se týkají provádění zimní údržby a které jsou analyzovány v kapitole 2. Jedná se především o plán zimní údržby, lhůty pro zmírňování závad ve sjízdnosti, mechanismy pro zimní údržbu, posypové materiály a technologie pro zajištění sjízdnosti a schůdnosti. Vyhodnocení zimní údržby pozemních komunikací je podrobně popsáno v Příloze č. 8 k vyhlášce (2).

1.2.1 Plán zimní údržby

Zimní údržbu pozemních komunikací provádí u dálnic, silnic a místních komunikací jejich vlastníci, nebo jím pověřený správce příslušné komunikace podle schváleného dokumentu v podobě plánu zimní údržby. Plán zimní údržby se zpracovává pro každé zimní období zvlášť a jeho zpracovatelem je u dálnic Středisko správy a údržby dálnic (SSÚD), u silnic Správa a údržba silnic (SÚS) kraje, u města a obce technické služby, pověřená firma, nebo obec samotná. V případě města Liberce jsou zpracovatelem plánu zimní údržby místních komunikací (ZÚMK) technické služby, které jsou představeny v kapitole 2.1.2.

Pro účely plánu zimní údržby se pozemní komunikace rozdělují podle pořadí důležitosti. Kritéria pro stanovení pořadí důležitosti pozemních komunikací jsou:

- kategorie pozemní komunikace,
- intenzita dopravy,
- vedení tras veřejné linkové dopravy,
- dopravní význam pozemní komunikace,
- stavební a dopravně technický stav pozemní komunikace,
- územní a povětrnostní podmínky,
- aktuální dopravní situace aj.

Plán zimní údržby místních komunikací

O zpracování plánu zimní údržby pro místní komunikace rozhodují obce podle velikosti obce a dopravního významu místních komunikací (2). Základními podklady pro zpracování plánu zimní údržby jsou geografická poloha, demografie, údaje o dopravní síti, intenzita dopravy, údaje o organizaci dopravy, ekologie, významné objekty, občanská vybavenost, volba druhu technologie zimní údržby, stanovení tras a počtu mechanismů, údaje od meteorologů apod. Rozdělení místních komunikací podle pořadí důležitosti uvádí Tab. 1.

Tab. 1 Rozdělení místních komunikací podle pořadí důležitosti

Pořadí důležitosti	Dopravní význam místní komunikace
I. pořadí	Rychlostní a sběrné místní komunikace s hromadnou veřejnou dopravou a s linkovou osobní dopravou, příjezdové místní komunikace ke zdravotnickým zařízením a další významné místní komunikace
II. pořadí	Sběrné místní komunikace nezařazené do I. pořadí a důležité obslužné místní komunikace
III. pořadí	Ostatní obslužné místní komunikace
Neudržované	Místní komunikace, na nichž není třeba vykonávat zimní údržbu z důvodu dopravní bezvýznamnosti

Zdroj: (2)

1.2.2 Lhůty pro zmírňování závad ve sjízdnosti

V zimním období vlastník nebo správce pozemní komunikace zmírní, či v ideálním případě odstraní, závady ve sjízdnosti či schůdnosti příslušné komunikace v časových lhůtách stanovených plánem zimní údržby. Úkolem správců pozemních komunikací je zabezpečit provádění zimní údržby neprodleně po zjištění její potřeby. V době zimního období nesmí být doba mezi zjištěním závady ve sjízdnosti nebo schůdnosti pozemní komunikace a výjezdem mechanizačních prostředků delší než 30 minut. Mimo zimní období se tyto závady zmírňují bez zbytečných odkladů. Sjízdnost místních komunikací musí být zajištěna od výjezdu mechanismů v časových lhůtách uvedených v Tab. 2.

Tab. 2 Lhůty pro zmírňování závad ve sjízdnosti místních komunikací

Místní komunikace	Časová lhůta
Zařazené do I. pořadí důležitosti	do 4 hodin
Zařazené do II. pořadí důležitosti	do 12 hodin
Zařazené do III. pořadí důležitosti	do 48 hodin

Zdroj: (2)

Z Tab. 2 vyplývají časové lhůty stanovené vyhláškou (2), které je nutné dodržovat při zmírňování závad ve sjízdnosti místních komunikací. Časová lhůta u místních komunikací zařazených do III. pořadí důležitosti je stanovena po ošetření komunikací I. a II. pořadí důležitosti, nejpozději však do 48 hodin. Uvedené lhůty budou porovnány s lhůtami stanovenými Operačním plánem zimní údržby v kapitole 2.5.2.

1.2.3 Mechanismy pro zimní údržbu

Mechanizační prostředky určené pro provádění zimní údržby pozemních komunikací se rozlišují na vlastní a dodavatelské. Podle určení lze mechanismy rozdělit na mechanismy pro posyp a mechanismy pro pluhování (bez možnosti současného posypu).

Mechanismy pro posyp

- sypače pro posyp chemickými rozmrazovacími materiály:
 - se sněhovou radlicí,
 - bez radlice,
- sypače pro posyp inertními (zdrsňovacími) materiály:
 - se sněhovou radlicí,
 - bez radlice (2).

Mechanismy pro pluhování (bez možnosti současného posypu)

- nosiče se sněhovou radlicí,
- nosiče se šípovým pluhem,
- traktory se závěsnou radlicí nebo škrabkou,
- sněhové metače,
- sněhové frézy (2).

V Liberci zajišťují ZÚMK sypače chemických rozmrazovacích materiálů se sněhovou radlicí, sypače inertních materiálů se sněhovou radlicí, nosiče se sněhovou radlicí, traktory se závěsnou radlicí a sněhové frézy. Technické požadavky, které mají splňovat sypače chemických rozmrazovacích materiálů a sypače inertních materiálů, jsou podrobně uvedeny v Příloze č. 7 k vyhlášce (2).

1.2.4 Posypové materiály

Pro zimní údržbu pozemních komunikací se podle vyhlášky (2) doporučují používat chemické rozmrazovací materiály, inertní posypové materiály a směsi inertních a chemických rozmrazovacích materiálů.

Chemické rozmrazovací materiály

- chlorid sodný (NaCl) neboli sůl kamenná,
- chlorid vápenatý (CaCl₂),
- směsi chloridů.

Inertní posypové materiály

- písek,
- drť,
- struska,
- škvára.

Směsi inertních a chemických rozmrazovacích materiálů

- písek + chlorid sodný (poměr: 1 díl chloridu sodného na 3 až 6 dílů písku),
- drť + chlorid sodný (poměr: 1 díl chloridu sodného na 3 až 6 dílů drtě) (2).

V Liberci se pro ošetření místních komunikací používají chlorid sodný, písek, drť, ekogrit i směsi inertních a chemických posypových materiálů. Podrobný popis chemických rozmrazovacích materiálů, inertních posypových materiálů, směsí inertních a chemických rozmrazovacích materiálů a doporučeného skladování posypových materiálů, je uveden v Příloze č. 7 k vyhlášce (2).

1.2.5 Technologie pro zajištění sjízdnosti a schůdnosti

Sjízdnost a schůdnost místních komunikací se zajišťuje odstraňováním spadaného sněhu a náledí pomocí mechanismů těmito způsoby:

- mechanickým odklizením sněhu,
- chemickým nebo inertním posypem.

Při mechanickém odklizení sněhu se provádí pluhování nebo frézování, které se v případě potřeby periodicky opakuje. V Liberci se k mechanickému odklizení sněhu používají sněhové radlice, šípové pluhy a frézy. Chemický posyp se používá pouze u místních komunikací určených Operačním plánem zimní údržby a v případě potřeby se periodicky opakuje, ale vždy až po provedeném pluhování. K chemickému posypu se používají posypové nástavby a závěsné sypače. Dávkování se provádí v závislosti na intenzitě sněžení. Inertní posyp se používá u místních komunikací, které nejsou podle Operačního plánu zimní údržby udržovány chemickými rozmrazovacími materiály. K inertnímu posypu se v Liberci používají, stejně jako u chemického posypu, posypové nástavby a závěsné sypače. Podrobný popis jednotlivých technologických postupů při mechanickém odklizení sněhu, chemickém posypu a inertním posypu, je uveden v Příloze č. 7 k vyhlášce (2).

1.3 Dílčí shrnutí

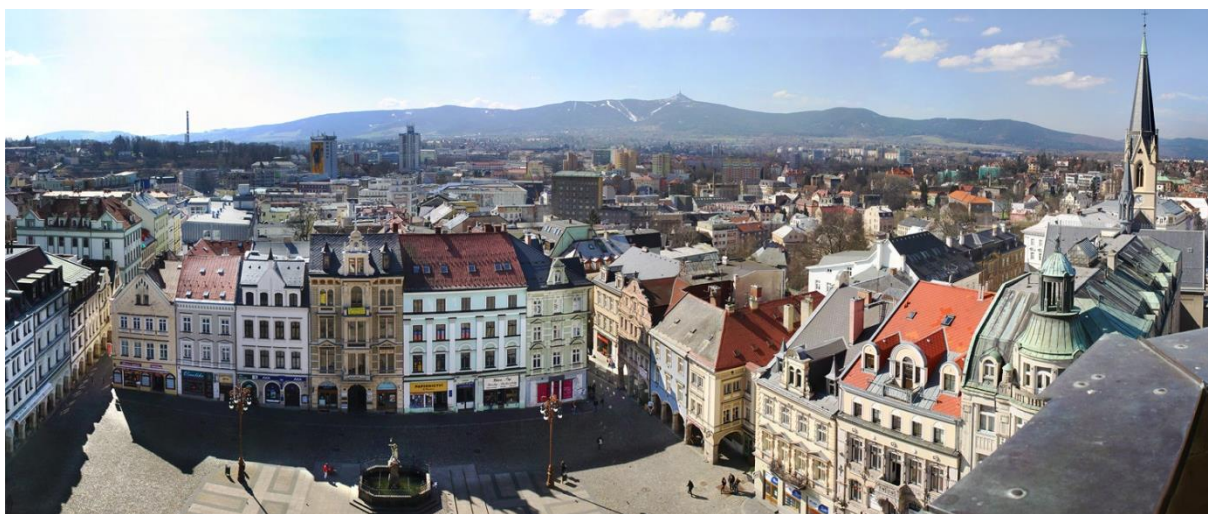
Aby bylo možné správně analyzovat a posoudit současný stav ZÚMK v Liberci a také navrhnout možná optimalizační řešení případných nedostatků, je nezbytné mít znalost základních právních předpisů, které problematiku zimní údržby pozemních komunikací v ČR upravují a definují. Ve městě Liberci se ZÚMK řídí zákonem č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích, v platném znění, dále vyhláškou č. 104/1997 Sb., kterou se provádí zákon o pozemních komunikacích, v platném znění a také Nařízením Statutárního města Liberec č. 5/2009. Zimní údržba je prováděna podle schváleného Operačního plánu zimní údržby, jehož zpracovatelem jsou Technické služby města Liberce, a. s. Na základě zvolených kritérií (intenzita dopravy, vedení tras veřejné linkové dopravy, dopravní význam pozemních komunikací atd.) jsou pro účely provádění zimní údržby místní komunikace rozděleny podle pořadí důležitosti. Jednotlivé komunikace jsou během zimního období udržovány ve lhůtách pro zmírňování závad ve sjízdnosti a schůdnosti, které stanovuje Operační plán zimní údržby a jež nesmí překročit lhůty dané platnými právními předpisy. Vlastní nebo dodavatelské mechanismy pro zimní údržbu musí splňovat technické parametry dané platnou legislativou. Používané posypové materiály i jejich skladování musí rovněž odpovídat platným právním předpisům, podobně jako technologické postupy pro zajištění sjízdnosti a schůdnosti místních komunikací. Technologie zimní údržby se neustále vyvíjí, příkladem může být používání ekologického inertního posypového materiálu známého jako ekogrit.

2 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU ZIMNÍ ÚDRŽBY

Ve druhé kapitole diplomové práce je analyzován současný stav ZÚMK v Liberci. Nejprve je stručně představeno severočeské krajské město Liberec a rovněž společnost Technické služby města Liberce, a. s. (TSML), která je zodpovědná za provádění ZÚMK. Jelikož zimní údržba pozemních komunikací představuje velice obsáhlou problematiku, je analýza současného stavu zaměřena na tyto autorem zvolené oblasti: schválený Operační plán zimní údržby, nasazované mechanizační prostředky, používané posypové materiály a technologie provádění zimní údržby. Na závěr analýzy je provedeno shrnutí zjištěných nedostatků.

2.1 Město Liberec

Statutární město Liberec leží na severu Čech v kotlině mezi Ještědsko-kozákovským hřbetem na jihozápadní straně a Jizerskými horami na severovýchodní straně. Liberec je krajským městem Libereckého kraje a se svými 103 853 obyvateli pátým největším městem v ČR (4). Centrum města se nachází v nadmořské výšce 374 m n. m. (Obr. 1), dominanta a symbol města i celého kraje, známý televizní vysílač a horský hotel Ještěd, v nadmořské výšce 1 012 m n. m. Území města o celkové rozloze přes 100 km² je rozděleno na celkem 33 městských čtvrtí a jeden městský obvod, který tvoří Vratislavice nad Nisou.



Obr. 1 Pohled z liberecké radnice na centrum města a Ještědsko-kozákovský hřbet

Zdroj: (5)

V současné době je Liberec moderním a vyhledávaným městem, které nabízí svým občanům i turistům nádhernou okolní přírodu a celou řadu atraktivních možností v oblasti kultury, vzdělávání, služeb, letních i zimních sportů, turistiky, zábavy a volnočasových aktivit.

2.1.1 Zimní údržba pozemních komunikací

Zimní údržba pozemních komunikací je ovlivněna především klimatickými podmínkami, které panují v dané oblasti. Liberec je díky geografické poloze v podhůří Jizerských hor předurčen ke specifickému horskému podnebí s častějším výskytem srážek. Podnebí v liberecké kotlině určují především horská pásma a jejich hřebeny, které tvoří přírodní překážku proudění vlhkého a chladného vzduchu od Atlantského oceánu (6). Klimatické podmínky v Liberci v podobě základních klimatologických charakteristik a jejich dlouhodobých průměrných hodnot za období let 1981 - 2010, naměřených Českým hydrometeorologickým ústavem (ČHMÚ), shrnuje Tab. 3.

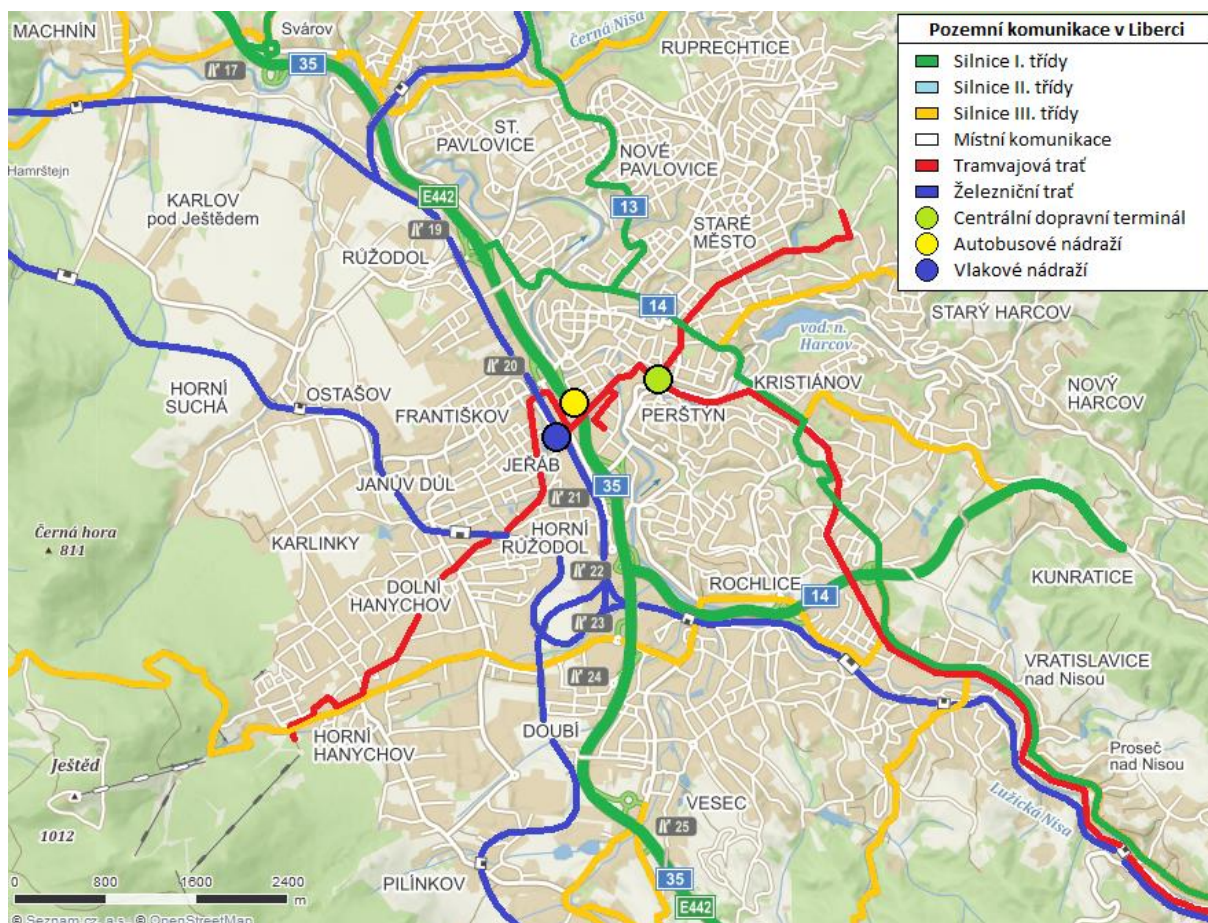
Tab. 3 Klimatické podmínky v Liberci a jejich charakteristika

Základní klimatologická charakteristika	Průměrná hodnota
Průměrná roční teplota vzduchu	7,3 [°C]
Průměrná teplota vzduchu v zimním období	0,2 [°C]
Průměrný počet mrazových dní v roce	112,2 [dní]
Průměrný počet mrazových dní v zimním období	97,6 [dní]
Průměrný počet ledových dní v roce	40,4 [dní]
Průměrný počet ledových dní v zimním období	40,3 [dní]
Průměrný roční úhrn srážek	67,3 [mm]
Průměrný úhrn srážek v zimním období	55,8 [mm]
Průměrný počet dní v roce se srážkami alespoň 1 mm	134,0 [dní]
Průměrný počet dní se sněžením v roce	70,1 [dní]
Průměrný úhrn výšky nového sněhu (listopad - duben)	22,5 [cm]

Zdroj: (7), úprava autor

Z Tab. 3 mj. vyplývá, že průměrná teplota vzduchu v zimním období dosahuje v Liberci pouze 0,2 °C. Průměrný počet mrazových dní (tj. dní, v nichž je minimální teplota vzduchu nižší než 0 °C) činí během roku celkem 112,2 dní, z toho v zimním období 97,6 dní, což je období trvající déle než 3 kalendářní měsíce. Průměrný počet ledových dní (tj. dní, v nichž je maximální teplota vzduchu nižší než 0 °C) činí během roku celkem 40,4 dní, z toho v zimním období 40,3 dní, což je období trvající necelých 6 kalendářních týdnů. V severočeském Liberci sněží průměrně 70,1 dní v roce, oproti tomu např. v Praze pouze 45,7 dní v roce.

Na území města Liberce se nachází rozsáhlá síť pozemních komunikací (Obr. 2), kterou doplňují tramvajové pásy vedené po vozovkách, úrovněová křižení s tramvajovými tratěmi, úrovněová křižení s železničními tratěmi, dopravní plochy centrálního dopravního terminálu Městské hromadné dopravy (MHD), dopravní plochy autobusového nádraží atd.



Obr. 2 Mapa sítě pozemních komunikací na území města Liberce

Zdroj: (8), úprava autor

Jak je patrné z Obr. 2, na území krajského města Liberce se nachází silnice ve vlastnictví státu (silnice I. třídy), silnice ve vlastnictví kraje (silnice III. třídy), místní komunikace ve vlastnictví města a účelové komunikace ve vlastnictví právnických nebo fyzických osob. Silnice II. třídy se na území města nevyskytují. Páteřním silničním tahem, který prochází Libercem ze severozápadu od Hrádku nad Nisou na jihovýchod směrem na Turnov, je silnice I. třídy I/35. Jedná se o dopravně nejvýznamnější silnici na území města s vysokou intenzitou dopravy. K dalším významným silnicím I. třídy patří silnice I/14, která začíná v centru Liberce a pokračuje směrem na Jablonec nad Nisou a silnice I/13, která vede jednak ze směru

od Nového Boru kolem okrajové městské čtvrtě Machnín dále na Frýdlant, ale také z městské čtvrtě Staré Město směrem na Frýdlant.

Zimní údržbu na území města provádí u silnic I. třídy I/13, I/14 a I/35 Ředitelství silnic a dálnic ČR (ŘSD) prostřednictvím společností EUROVIA CS¹ a TSML², u silnic III. třídy Krajská správa silnic Libereckého kraje (KSSLK) prostřednictvím společnosti Silnice LK³ a u místních komunikací společnost TSML. Zajišťování sjízdnosti a schůdnosti pozemních komunikací na území jednoho města tedy provádí v zimním období celkem 3 různé subjekty. Z hlediska uceleného a komplexního provádění zimní údržby by bylo vhodné minimalizovat počet subjektů provádějících zimní údržbu pozemních komunikací na území jednoho města. Důvodem je např. možnost většího sjednocení vozového parku, snížení provozních i údržbových nákladů atd. Práce je však zaměřena na ZÚMK ve vlastnictví Statutárního města Liberec, kterou provádí pouze TSML podle schváleného Operačního plánu zimní údržby.

K Liberci neodmyslitelně patří tramvajová a železniční doprava, jejichž dopravní cesta se na mnoha místech ve městě úrovnově kříží s místními komunikacemi. V případě tramvají je kolejový svršek veden převážně po vozovkách. Zimní údržbu u tramvajových pásů, tramvajových přejezdů a železničních přejezdů provádí TSML technologickými postupy v souladu s platnou legislativou, zejména zákonem (1) a vyhláškou (2).

2.1.2 *Technické služby města Liberce, a. s.*

Technické služby města Liberce, a. s. byly založeny roku 1996 usnesením Zastupitelstva města Liberce č. 38/1996. Zakladatelem a 100% akcionářem společnosti je Statutární město Liberec, pro které provádějí TSML veškeré činnosti na základě uzavřených smluv (9). Sídlo i areál společnosti se nacházejí v jihozápadní části města v městské čtvrti Dolní Hanychov v ulici Erbenova 376/2 (Obr. 3). Jedná se o centrální místo, odkud vyjíždí veškeré mechanizační prostředky určené pro ZÚMK do všech částí města. V rozlehlém areálu se nachází administrativní budova, parkoviště pro zaměstnance, garáže pro deponování mechanismů a vozidel, prostranství pro deponii výměnných nástaveb a sněhových radlic, úložiště chemických a inertních posypových materiálů, solankové hospodářství, dílny pro údržbu mechanismů, kontrolní mostová váha pro vážení posypových materiálů apod.

¹ EUROVIA CS, a. s. - závod Liberec se sídlem v Liberci v ulici Londýnská 564.

² Technické služby města Liberce, a. s. se sídlem v Liberci v ulici Erbenova 376/2.

³ Silnice LK, a. s. - cestmistrovství Liberec se sídlem v Liberci v ulici České mládeže 1247/30.



Obr. 3 Mapa znázorňující sídlo Technických služeb města Liberce, a. s.

Zdroj: (8), úprava autor

Společnost TSML je na základě smlouvy se Statutárním městem Liberec odpovědnou organizací za zabezpečení ZÚMK v Liberci, které zahrnuje:

- opatření před zahájením zimní údržby,
- zpracování Operačního plánu zimní údržby,
- provádění zimní údržby (strojní a ruční zimní údržba vozovek, tramvajových pásů, chodníků, veřejných prostranství, přechodů, schodišť, zastávek MHD, městských parkovišť a zón placeného stání, cest v parcích a vybraných mostních konstrukcí, odvoz sněhu z centrální části města, křižovatek a mostů na složiště sněhu),
- kontrolní činnost týkající se včasného a řádného provádění zimní údržby,
- prodej posypových materiálů,
- čištění místních komunikací po skončení zimního období,
- vyhodnocení zimní údržby.

Technické služby města Liberce, a. s. mají k dispozici pro ZÚMK 2017/2018 celkem 124 zaměstnanců, z toho 16 dispečerů a 108 provozních zaměstnanců a také celkem 75 mechanizačních prostředků, z toho 27 mechanismů pro zimní údržbu vozovek, 21 mechanismů pro zimní údržbu chodníků a 27 ostatních mechanismů a vozidel pro zajištění zimní údržby (9). Zajištění sjízdnosti a schůdnosti místních komunikací provádí TSML podle schváleného Operačního plánu zimní údržby městských komunikací 2017 - 2018.

2.2 Operační plán zimní údržby

Analýza části zabývající se Operačním plánem zimní údržby městských komunikací 2017 - 2018 je zaměřena zejména na tato kritéria:

- kvalitu zpracování hlavní části,
- kvalitu zpracování přílohy.

Operační plán zimní údržby městských komunikací 2017 - 2018 pro město Liberec byl zpracován TSML ve spolupráci s Odborem správy veřejného majetku (OSVM) Statutárního města Liberec na základě dlouholetých zkušeností s prováděním ZÚMK v Liberci a v souladu se zákonem (1), vyhláškou (2) a nařízením (3). Operační plán zimní údržby je každoročně předkládán Radě města Liberce ke schválení a společnost TSML podle něj provádí ZÚMK ve vlastnictví města Liberce (10). Hlavní část Operačního plánu zimní údržby má celkem 45 stran, příloha 105 stran. Mapové podklady pro jednotlivé trasy (okruhy) mechanismů jsou zpracovány samostatně pomocí geografického informačního systému ArcGIS.

2.2.1 Hlavní část Operačního plánu zimní údržby

Hlavní část Operačního plánu zimní údržby městských komunikací 2017 - 2018 je uspořádána následujícím způsobem:

<i>Název kapitoly</i>	<i>Strana</i>
▪ Úvod	3
▪ Základní ustanovení.....	3
▪ Operační štáb ZÚMK TSML, a. s.	4
▪ Pro řízení a koordinaci ZÚMK v TSML, a. s. je stanoven operační štáb ZÚMK jako pomocný orgán VŘ TSML, a. s., který bude pracovat ve složení.....	4
▪ Městský operační štáb ZÚMK.....	5
▪ ZÚMK ve městě Liberec 2017/2018 - TSML, a. s.....	6
▪ Organizace a řízení ZÚMK	6
▪ Nástupy do zaměstnání - provozní zaměstnanci.....	11
▪ Na úseku č. 2	11
▪ Povinnosti pracovníků provádějících ZÚMK.....	11
▪ Rekapitulace mechanismů a pracovníků TSML, a. s.....	14
▪ Seznam pracovníků TSML, a. s. začleněných do ZÚMK po profesích.....	15
▪ Seznam vozidel a mechanismů TSML, a. s. pro ZÚMK 2017/2018	16

▪ Základní technologické postupy při zajišťování zimní údržby komunikací	20
▪ Stupně povětrnostní situace	22
▪ Časové limity pro zahájení prací při zimní údržbě komunikací	23
▪ Spolupráce TSML, a. s. s orgány magistrátu města Liberce, orgány policie	24
▪ Vysvětlení základních pojmů použitých v plánu ZÚMK.....	25
▪ Kontrolní činnost nad prováděním zimní údržby místních komunikací v Liberci	26
▪ Bezpečnost a ochrana zdraví při práci při výkonu zimní údržby	26
▪ Schvalovací doložka	27
▪ Přehled o použití posypového materiálu na vozovkách I., II. a III. kategorie v zimním období 2017/2018 v běžných metrech	28
▪ Přehled o použití posypového materiálu na chodnících I., II. kategorie v zimním období 2017/2018 v běžných metrech.....	28
▪ Rozsah zimní údržby 2017/2018 ve městě Liberci	28
▪ Zimní údržba veřejných prostranství.....	29
▪ Zimní údržba městských parkovišť a zón placeného stání.....	30
▪ Zimní údržba městských schodišť.....	30
▪ Zimní údržba přechodů	31
▪ Zimní údržba cest v parcích	32
▪ Zimní údržba zastávek MHD.....	33
▪ Zimní údržba komunikací v křižovatkách	34
▪ Zimní údržba vybraných mostních konstrukcí.....	34
▪ Plán údržby vozovek I., II., III. kategorie.....	34
▪ Preventivní posyp vozovek I. kategorie.....	35
▪ Plán údržby - chodníky I. a II. kategorie	35
▪ Obsazení jednotlivých programů mechanismy a lidskými zdroji	36
▪ Vozovky I. a II. kategorie.....	36
▪ Vozovky III. kategorie	37
▪ Chodníky.....	37
▪ Uvedená mechanizace, která zajišťuje zimní údržbu pro SML může v době, kdy není využita pro tuto údržbu, provádět práce pro externí zadavatele	39
▪ Schody, přechody, zastávky	39
▪ Odvoz sněhu	39
▪ Sněhová kalamita	40
▪ Zajištění cizích organizací a soukromníků pro výpomoc při ZÚMK 2017/2018	41
▪ Adresář pracovníků TH pro ZÚMK 2017/2018	43
▪ Seznam důležitých telefonních spojení.....	44
▪ Provádění náhradních prací v období od 1. 11. 2017 do 31. 3. 2018 v případě absence zimních povětrnostních podmínek.....	45

Zdroj: (9)

Kvalita zpracování hlavní části

Z uspořádání hlavní části Operačního plánu zimní údržby a především z analýzy celého dokumentu vyplývá, že kvalitu zpracování sráží několik nedostatků, a to jak z hlediska obsahové, tak i formální stránky. Pro zhodnocení závažnosti zjištěných nedostatků zvolil autor stupnici v podobě 3 stupňů důležitosti: stupeň 1 (méně důležitý), stupeň 2 (důležitý), stupeň 3 (nejdůležitější). Obsahové a formální nedostatky zjištěné v hlavní části Operačního plánu zimní údržby včetně ohodnocení podle stupňů důležitosti jsou shrnuty v Tab. 4.

Tab. 4 Nedostatky v hlavní části Operačního plánu zimní údržby

Nedostatek	Popis zjištěného nedostatku	Stupeň důležitosti
Obsahový	Chybějící titulní strana, seznam tabulek, seznam zkratk, závěr, seznam použitých informačních zdrojů, seznam příloh	3
	Nelogické uspořádání a názvy jednotlivých kapitol	3
	Chybějící tabulka s programy preventivního posypu vozovek I. kategorie	3
	Chybějící tabulka s programy zimní údržby křižovatek	3
	Nevhodné umístění kapitoly se základními pojmy až na straně 25	2
	Chybné uvedení jednotek v nadpisech kapitol na straně 28 (Přehled o použití posypového materiálu ... v běžných metrech)	1
Formální	Nejednotná formální úprava celého dokumentu	3
	Absence členění kapitol do číslovaných kapitol a podkapitol	3
	Chybný název „Operační plán zimní údržby městských komunikací“ z hlediska nesprávné kategorie udržovaných komunikací	3
	Chybějící číslování a názvy tabulek	2
	Chybějící řádek záhlaví u většiny tabulek včetně tabulek rozdělených na více stran	2
	Některé údaje v textu (provozní doby dispečinků, seznam zaměstnanců a mechanismů pro zimní údržbu, časové limity dokončení prací zimní údržby, rozdělení vozovek a chodníků podle kategorií) nejsou přehledné, chybí uspořádání do tabulek	1

Zdroj: autor

Z Tab. 4 je zřejmé, že jsou zjištěné obsahové i formální nedostatky seřazeny podle stupňů důležitosti od nejdůležitějších po méně důležité. Stupněm důležitosti 3 autor označil celkem čtyři obsahové a tři formální nedostatky, stupněm důležitosti 2 celkem dva obsahové a dva formální nedostatky a stupněm důležitosti 1 pouze jeden obsahový a jeden formální nedostatek. Nedostatků je v hlavní části Operačního plánu zimní údržby podle mínění autora poměrně dost a bylo by vhodné je odstranit, což by jednoznačně přispělo ke kvalitnějšímu a přehlednějšímu zpracování dokumentu, který posuzuje a schvaluje Rada města Liberce.

2.2.2 Příloha k Operačnímu plánu zimní údržby

Příloha k Operačnímu plánu zimní údržby městských komunikací 2017 - 2018 obsahuje textový soupis udržovaných místních komunikací v podobě příslušných programů údržby a jejich částí, podle kterých se provádí ZÚMK v Liberci. Programy údržby obsahují tyto údaje: seznam udržovaných místních komunikací, upřesňující popis, délku nebo plochu jednotlivých udržovaných dopravních ploch (resp. počet stupňů u schodišť nebo počet přechodů a zastávek MHD), celkovou délku či plochu všech udržovaných dopravních ploch (resp. celkový počet stupňů u schodišť nebo celkový počet přechodů a zastávek MHD), použité posypové materiály a způsob provádění zimní údržby (9). Příloha k Operačnímu plánu zimní údržby městských komunikací 2017 - 2018 je uspořádána následujícím způsobem:

<i>Název kapitoly</i>	<i>Strana</i>
▪ Veřejná prostranství.....	1
▪ Parkoviště - placená s parkovacími automaty nebo rezidentskými kartami	2
▪ Parkoviště - neplacená veřejná nebo s rezidentskými kartami.....	4
▪ Parkoviště - parkovací plochy na vozovkách	5
▪ Schodiště	7
▪ Přechody.....	15
▪ Zastávky MHD.....	22
▪ Programy údržby cest v parcích	29
▪ Křižovatky	30
▪ Preventivní posyp pro velké sypače	33
▪ Preventivní posyp pro malé sypače.....	36
▪ Programy údržby vozovek I. kategorie	37
▪ Programy údržby vozovek II. kategorie	50
▪ Programy údržby vozovek III. kategorie	55
▪ Komunikace (části) udržované ve zvláštním režimu	80
▪ Programy údržby chodníků I. kategorie	81
▪ Programy údržby chodníků II. kategorie	91
▪ Preventivní posyp pro malé sypače.....	105

Zdroj: (9)

Kvalita zpracování přílohy

Z uspořádání přílohy k Operačnímu plánu zimní údržby a zejména z analýzy celé přílohy vyplývá, že kvalitu zpracování sráží opět několik obsahových a formálních nedostatků. Pro zhodnocení závažnosti zjištěných nedostatků zvolil autor stupnici v podobě 3 stupňů důležitosti: stupeň 1 (méně důležitý), stupeň 2 (důležitý), stupeň 3 (nejdůležitější). Obsahové a formální nedostatky zjištěné v příloze k Operačnímu plánu zimní údržby včetně ohodnocení podle stupňů důležitosti jsou shrnuty v Tab. 5.

Tab. 5 Nedostatky v příloze k Operačnímu plánu zimní údržby

Nedostatek	Popis zjištěného nedostatku	Stupeň důležitosti
Obsahový	Nesprávně zvolené pořadí udržovaných místních komunikací, které nerespektuje stanovené časové lhůty pro dokončení prací při zmírňování závad ve sjízdnosti a schůdnosti	3
	Není specifikován druh používaného inertního materiálu u programů údržby vozovek I. kategorie 1/7, vozovek II. kategorie 2/3, všech vozovek III. kategorie, chodníků I. kategorie 1/2, 1/8, 1/9, chodníků II. kategorie (kromě 2/4 a 2/6), schodišť, zastávek MHD a cest v parcích	3
	Chybí délky jednotlivých udržovaných ulic u preventivního posypu pro velké sypače (včetně celkové délky) a u všech programů údržby vozovek III. kategorie	2
	Duplicitně uveden preventivní posyp pro malé sypače	2
Formální	Nejednotná formální úprava celé přílohy	3
	Chybějící řádek záhlaví u většiny tabulek včetně tabulek rozdělených na více stran	2
	Nejednotný tvar názvů udržovaných místních komunikací (např. schodiště vs. programy údržby cest v parcích)	1

Zdroj: autor

Z Tab. 5 je zřejmé, že jsou zjištěné obsahové i formální nedostatky seřazeny podle stupňů důležitosti od nejdůležitějších po méně důležité. Stupněm důležitosti 3 autor označil celkem dva obsahové a jeden formální nedostatek, stupněm důležitosti 2 celkem dva obsahové a jeden formální nedostatek a stupněm důležitosti 1 je označen pouze jeden formální nedostatek, který se týká nejednotného tvaru názvů udržovaných místních komunikací. Nedostatků je v příloze k Operačnímu plánu zimní údržby podle názoru autora rovněž poměrně hodně a bylo by vhodné je odstranit, což by jednoznačně přispělo ke kvalitnějšímu a přehlednějšímu zpracování přílohy, kterou rovněž posuzuje a schvaluje Rada města Liberce.

2.3 Mechanizační prostředky

Analýza části zabývající se mechanizačními prostředky pro zimní údržbu vozovek a chodníků včetně ostatních mechanismů a vozidel pro zimní údržbu je zaměřena zejména na tato kritéria:

- průměrné stáří mechanismů,
- skladbu vozového parku,
- provozní spolehlivost mechanismů.

Společnost TSML je vybavena pro potřeby zimní údržby pozemních komunikací celkem 75 vlastními mechanismy a vozidly (Tab. 6).

Tab. 6 Seznam mechanizačních prostředků TSML pro zimní údržbu

Značka vozidla	Typ vozidla	Počet vozidel
Mercedes-Benz	sypač	11
Iveco	sypač	2
Multicar	sypač	10
Zetor	traktor	4
Iseki	malotraktor	8
Kioti	malotraktor	4
Holder	kloubový nosič	2
Gehl	nakladač	3
Caterpillar	nakladač	1
Reform	univerzální nosič	1
Reform	ručně vedený stroj	1
AEBI	ručně vedený stroj	1
Caterpillar	nakladač s rypadlem	1
ZTS	nakladač	2
KIA	nákladní vozidlo	4
Peugeot	nákladní vozidlo	9
Iveco	nákladní vozidlo	10
Mitsubishi	nákladní vozidlo	1

Zdroj: (9)

Jak vyplývá z Tab. 6, zastoupeno je celkem 15 různých značek a 9 typů vozidel. Vozový park je velmi rozmanitý, což není příliš výhodné především z pohledu provozu a údržby. Většina mechanizačních prostředků však není určena pouze pro zimní údržbu, ale díky systému výměnných nástaveb (sypače, postřikovače, cisterny, kontejnery, sklápěče, sekačky, sběrné koše apod.) a výměnného příslušenství (sněhové radlice, sněhové frézy, sněhové

metače, závěsné sypače, zametače, sekačky, postřikovače, mulčovače, aj.) je jejich využitelnost univerzální po celý rok, což je výhodné především z provozního, technického i ekonomického hlediska, kdy není zapotřebí pořizovat, provozovat a udržovat další specifické mechanismy a vozidla. Všechny mechanizační prostředky jsou vybaveny zvláštním světelným výstražným zařízením oranžové barvy (majákem), přídatnými světly na kabině, systémem GPS a většina z nich má také oranžovou barvu v odstínu RAL 2011.

Autor ověřil, že každé vozidlo má Technický průkaz s platným osvědčením o technické způsobilosti vozidla a Osvědčení o registraci vozidla. Rovněž každá výměnná posypová nástavba, závěsný sypač, sněhová radlice, sněhová fréza, šípový pluh apod. má Technické osvědčení samostatného technického celku (Obr. 4) s platným záznamem o schválení technické způsobilosti k provozu na pozemních komunikacích. Mechanizační prostředky v majetku společnosti TSML jsou evidovány a spravovány prostřednictvím podnikového informačního systému ESO, ve kterém má každý mechanismus či vozidlo přiděleno své jedinečné identifikační číslo. Systém je koncipován tak, aby jeho uživatelům poskytoval souhrnné ekonomické, technické a provozní informace o každém mechanismu či vozidlu.

CESKA REPUBLIKA

TECHNICKÉ OSVĚDČENÍ SAMOSTATNÉHO TECHNICKÉHO CELKU

POUČENÍ PRO DRŽITELE TECHNICKÉHO OSVĚDČENÍ

1. Technické osvědčení je veřejná listina
2. Technické osvědčení musí být bezpečně uloženo. Ztrátu nebo zničení technického osvědčení je jeho držitel povinen neprodleně ohlásit věcně příslušnému orgánu státní správy.
3. Zápisy do technického osvědčení smí provádět jen oprávněná osoba.
4. Technické osvědčení se předkládá příslušným orgánům při provádění úkonů ve vztahu k vozidlu nebo na jejich výzvu.

TC 017253 CZECH REPUBLIC

TECHNICKÝ POPIS SAMOSTATNÉHO TECHNICKÉHO CELKU		ZMĚNA
ZTP č.: C-1025-06-01 ES č.:		(ZTP)
Samostatný techn. celok	1 Druh: PRACOVNÍ STROJ NESENÝ	
	2 SNĚHOVÁ RADLICE	
	3 Tovární značka: SCHMIDT	
	4 Typ: MS 34.1	
	5 Obchodní označení: TARRON	
	6 Identifikační číslo: 59-1-023	
	7 Celková délka (mm): 1420 8 šířka: 3240 9 výška: 1200	
Rozměry	10 Rozměry ložné plochy (mm): – délka 11 šířka	
	12 Objem cisterny – skříňe [m ³]:	
Hmotnosti	13 Provozní hmotnost [kg] 1060	
	14 Největší technicky přípustná/povolená hmotnost [kg]:	
	15 Spojovací zařízení – druh a typ:	
	16 Nejvyšší rychlost [km.h ⁻¹]:	
Další údaje viz Další záznamy:		

Obr. 4 Technické osvědčení samostatného technického celku (přední strana)

Zdroj: autor

2.3.1 Mechanismy pro zimní údržbu vozovek

Technické služby města Liberce disponují celkem 27 mechanismy určenými pro zimní údržbu vozovek (Příloha A). Jedná se o tyto mechanizační prostředky:

- 10 velkých sypačů Mercedes-Benz,
- 2 velké sypače Iveco,
- 1 střední sypač Mercedes-Benz Unimog,
- 10 lehkých sypačů Multicar,
- 4 velké traktory Zetor (9).

Dále jsou stručně představeny sypače Mercedes-Benz, sypače Iveco, sypače Multicar a traktory Zetor včetně jejich základních technických parametrů, které jsou souhrnně uvedeny v Tab. 7 na straně 35.

Sypače Mercedes-Benz

Nákladní automobily značky Mercedes-Benz jsou zastoupeny modely Actros, Atego (Obr. 5) a Unimog. Pro potřeby ZÚMK jsou vybaveny např. výměnnou posypovou nástavbou Giletta ONE OP3500 (Příloha B) a čelní sněhovou radlicí Giletta LC30 (Příloha B).



Obr. 5 Sypač Mercedes-Benz Atego

Zdroj: autor

Sypače Iveco

Nákladní automobily značky Iveco jsou zastoupeny modely Magirus (Obr. 6) a Trakker. Pro potřeby ZÚMK jsou vybaveny např. výměnnou posypovou nástavbou Kobit SyKO-5H (Příloha C) a čelní sněhovou radlicí ABM Technology PSVA 260.3 (Příloha C).



Obr. 6 Sypač Iveco Magirus

Zdroj: autor

Sypače Multicar

Nákladní automobily značky Multicar jsou zastoupeny modely M27 (Obr. 7) a M30 Fumo. Pro potřeby ZÚMK jsou vybaveny např. výměnnou posypovou nástavbou ABM Technology BBS 1200A (Příloha D) a čelní sněhovou radlicí ABM Technology PKN 172 (Příloha D).



Obr. 7 Sypač Multicar M27

Zdroj: autor

Traktory Zetor

Traktory značky Zetor jsou zastoupeny modely 6945 (Obr. 8), 7011, 7211 a 9540. Pro potřeby ZÚMK jsou vybaveny např. zadní závěsnou sněhovou radlicí či čelní sněhovou frézou. Traktory Zetor již nejsou pravidelně nasazovány na zimní údržbu vozovek.



Obr. 8 Traktor Zetor 6945

Zdroj: autor

Základní technické parametry sypače Mercedes-Benz Atego, sypače Iveco Magirus, sypače Multicar M27 a traktoru Zetor 6945 jsou uvedeny v Tab. 7.

Tab. 7 Technické parametry mechanismů pro zimní údržbu vozovek

Základní technické parametry	Mercedes-B. Atego	Iveco Magirus	Multicar M27	Zetor 6945
Pohon	4 x 4	6 x 6	4 x 4	4 x 4
Výkon motoru [kW]	220	332	75	46
Zdvihový objem [cm ³]	7 698	12 882	1 969	3 595
Celková délka [mm]	6 400	7 700	4 935	3 655
Celková šířka [mm]	2 500	2 500	1 620	1 980
Celková výška [mm]	2 920	3 450	2 200	2 475
Rozvor [mm]	3 260	3 500	2 990	2 222
Provozní hmotnost [kg]	7 000	13 150	2 200	3 370
Maximální rychlost [km·h ⁻¹]	90	90	90	20

Zdroj: (10)

Průměrné stáří mechanismů pro zimní údržbu vozovek

Průměrné stáří vozového parku lze vypočítat podle vzorce (2.1). Výpočet je proveden pro jednotlivé značky a kategorie mechanizačních prostředků zvlášť a následně jsou výsledky porovnány s průměrným stářím příslušné kategorie vozidla v ČR.

$$psm = \frac{\sum sm}{pm} \quad (2.1)$$

kde:

psm průměrné stáří mechanismů [rok],

sm stáří mechanismů [rok],

pm počet mechanismů [-].

Podle vzorce (2.1) bylo vypočítáno průměrné stáří vozového parku určeného pro zimní údržbu vozovek (Tab. 8).

Tab. 8 Průměrné stáří mechanismů pro zimní údržbu vozovek

Mechanizační prostředek	Počet	Průměrné stáří ¹⁾	Průměrné stáří v ČR ²⁾
sypače Mercedes-Benz	10	9,5 [rok]	17,0 [rok]
sypače Iveco	2	5,0 [rok]	17,0 [rok]
sypač Mercedes-Benz Unimog	1	2,0 [rok]	17,0 [rok]
sypače Multicar	10	8,6 [rok]	12,3 [rok]
traktory Zetor	4	33,0 [rok]	32,0 [rok]

Pozn.: 1) Data vztažená k roku 2018

2) Data Svazu dovozců automobilů ke dni 30. 6. 2018

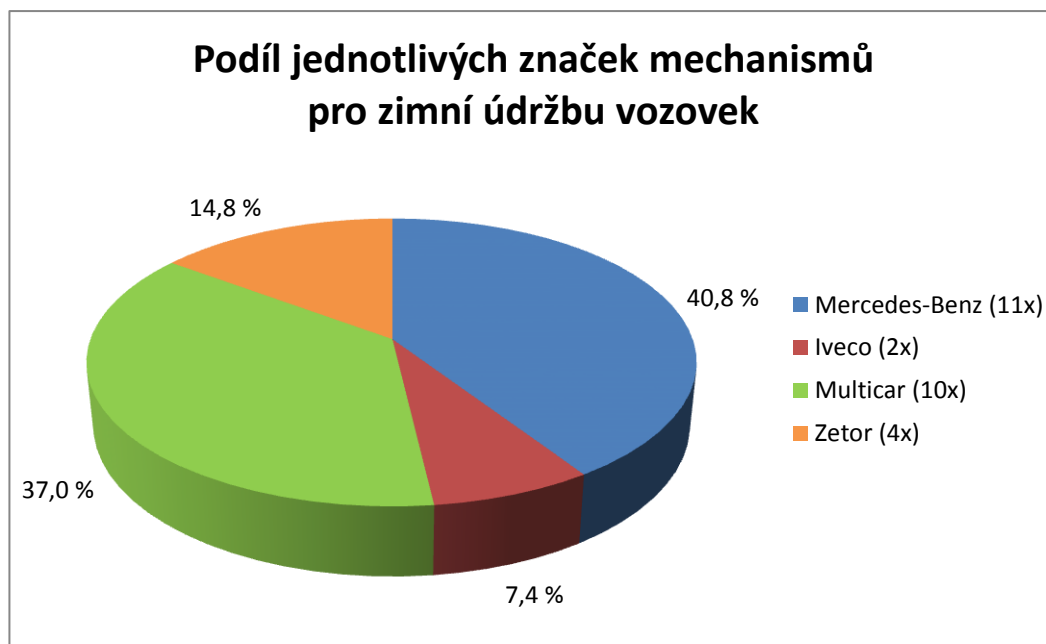
Zdroj: (10), (11)

Pro zhodnocení průměrného stáří mechanismů pro zimní údržbu vozovek zvolil autor stupnici v podobě 3 stavů: velmi dobrý stav (stáří do 5 let včetně), vyhovující stav (stáří menší než je průměr v ČR) a nevyhovující stav (stáří větší než je průměr v ČR). Z výsledků uvedených v Tab. 8 vyplývá, že průměrné stáří:

- sypačů Mercedes-Benz je 9,5 roku (průměr v ČR činí 17,0 roku) - vyhovující stav,
- sypačů Iveco je 5,0 roku (průměr v ČR činí 17,0 roku) - velmi dobrý stav,
- sypače MB Unimog je 2,0 roku (průměr v ČR činí 17,0 roku) - velmi dobrý stav,
- sypačů Multicar je 8,6 roku (průměr v ČR činí 12,3 roku) - vyhovující stav,
- traktorů Zetor je 33,0 roku (průměr v ČR činí 32,0 roku) - nevyhovující stav.

Skladba vozového parku pro zimní údržbu vozovek

Z pohledu provozu a údržby je důležitým aspektem mj. skladba vozového parku. Podíl jednotlivých značek mechanismů pro zimní údržbu vozovek zobrazuje graf na Obr. 9.



Obr. 9 Graf podílu jednotlivých značek mechanismů pro zimní údržbu vozovek

Zdroj: (9), úprava autor

Z grafu na Obr. 9 je zřejmé, že vozový park není příliš homogenní. Celkem 40,8 % připadá značce Mercedes-Benz, 37,0 % značce Multicar, 14,8 % značce Zetor a 7,4 % značce Iveco. Podle názoru autora by bylo pro TSML výhodné mít vozový park co možná nejvíce jednotný, což je ale velice problematické. Prvním důvodem je, že ne každý výrobce nabízí všechny požadované mechanismy a druhým důvodem jsou různé výsledky výběrových řízení.

Provozní spolehlivost mechanismů pro zimní údržbu vozovek

Spolehlivost mechanismů během provozního nasazení byla konzultována s vedoucím technického úseku TSML. Na základě získaných interních informací dospěl autor k závěru, že sypače Mercedes-Benz i Iveco patří ke spolehlivým vozidlům, které netrpí častými poruchami. Naopak sypače Multicar mají problémy se závadami na elektroinstalaci a nelze je zařadit k příliš spolehlivým vozidlům. Traktory Zetor nelze z pohledu provozní spolehlivosti hodnotit, neboť již nejsou pravidelně nasazovány na zimní údržbu vozovek. Provozní spolehlivost mechanismů pro zimní údržbu vozovek je vyhovující.

2.3.2 Mechanismy pro zimní údržbu chodníků

Společnost TSML disponuje celkem 21 mechanismy určenými pro zimní údržbu chodníků (Příloha E). Jedná se o tyto mechanizační prostředky:

- 8 malotraktorů Iseki,
- 4 malotraktory Kioti,
- 2 kloubové nosiče Holder,
- 3 malé nakladače řízené prokluzem kol Gehl,
- 1 malý nakladač řízený prokluzem kol Caterpillar,
- 1 univerzální nosič Reform,
- 1 ručně vedený stroj Reform,
- 1 ručně vedený stroj AEBI (9).

Malotraktory Iseki

Malotraktory značky Iseki jsou zastoupeny modely TM 3240 (Obr. 10) a TM 3245. Pro potřeby ZÚMK jsou vybaveny závěsným sypačem Epoke PM 1,4 (Příloha F) a čelní sněhovou radlicí Agrometall OR-M 1300 (Příloha F).

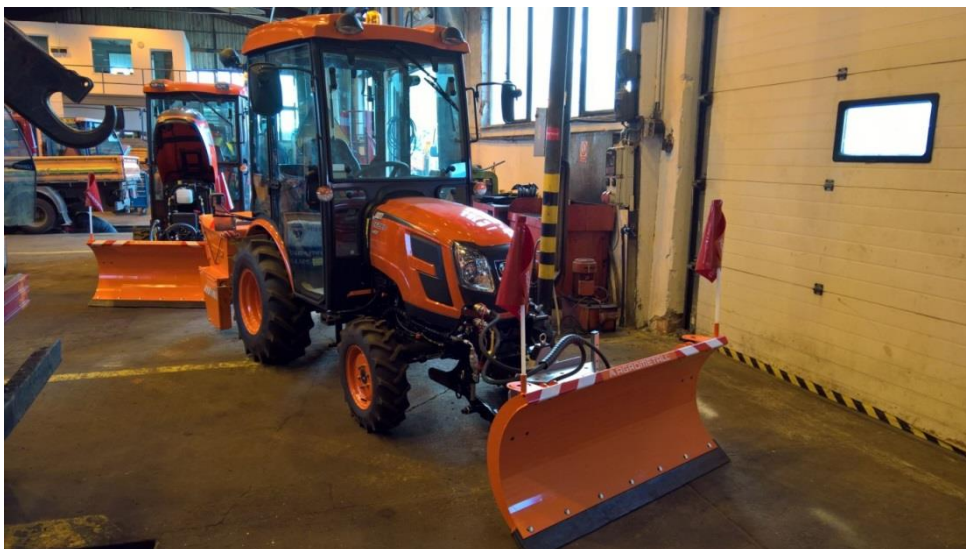


Obr. 10 Malotraktor Iseki TM 3240

Zdroj: autor

Malotraktory Kioti

Malotraktory značky Kioti jsou zastoupeny modely CK 22 a CK 2810 (Obr. 11). Pro potřeby ZÚMK jsou vybaveny závěsným sypačem Agrometall VS 1000 (Příloha G) a čelní sněhovou radlicí Agrometall OR-M 1300 (Příloha G).



Obr. 11 Malotraktor Kioti CK 2810

Zdroj: autor

Kloubové nosiče Holder

Kloubové nosiče značky Holder jsou zastoupeny modelem C 250 (Obr. 12). Pro potřeby ZÚMK jsou vybaveny závěsným sypačem Simed SVS 0,35 (Příloha H) a čelní sněhovou radlicí Simed PVS 130 (Příloha H).



Obr. 12 Kloubový nosič Holder C 250

Zdroj: autor

Nakladače Gehl

Nakladače řízené prokluzem kol značky Gehl jsou zastoupeny modelem 5640 (Obr. 13). Jedná se o malé kompaktní nakladače, které jsou určeny k pluhování chodníků a ostatních ploch u velkých sídlištních zástaveb s omezeným manipulačním prostorem. Pro potřeby ZÚMK jsou vybaveny sněhovou radlicí Gehl Edge.



Obr. 13 Nakladač Gehl 5640

Zdroj: autor

Základní technické parametry malotraktoru Iseki TM 3240, malotraktoru Kioti CK 2810, kloubového nosiče Holder C 250 a nakladače Gehl 5640 jsou uvedeny v Tab. 9.

Tab. 9 Technické parametry mechanismů pro zimní údržbu chodníků

Základní technické parametry	Iseki TM 3240	Kioti CK 2810	Holder C 250	Gehl 5640
Pohon	4 x 4	4 x 4	4 x 4	4 x 4
Výkon motoru [kW]	18	21	36	61
Zdvihový objem [cm ³]	1 123	1 393	2 615	3 109
Celková délka [mm]	2 755	3 170	2 808	3 400
Celková šířka [mm]	1 245	1 278	1 130	1 850
Celková výška [mm]	2 060	2 318	1 995	2 100
Rozvor [mm]	1 520	1 520	1 700	1 070
Provozní hmotnost [kg]	1 245	1 283	1 791	3 080
Maximální rychlost [km·h ⁻¹]	20	18	40	20

Zdroj: (10)

Průměrné stáří mechanismů pro zimní údržbu chodníků

Průměrné stáří vozového parku lze vypočítat podle vzorce (2.1). Výpočet je proveden pro jednotlivé značky a kategorie mechanizačních prostředků zvlášť a následně jsou výsledky porovnány s průměrným stářím příslušné kategorie vozidla v ČR.

Podle vzorce (2.1) bylo vypočítáno průměrné stáří vozového parku určeného pro zimní údržbu chodníků (Tab. 10).

Tab. 10 Průměrné stáří mechanismů pro zimní údržbu chodníků

Mechanizační prostředek	Počet	Průměrné stáří ¹⁾	Průměrné stáří v ČR ²⁾
malotraktory Iseki	8	8,4 [rok]	---
malotraktory Kioti	4	3,5 [rok]	---
kloubové nosiče Holder	2	5,0 [rok]	---
nakladače Gehl	3	10,7 [rok]	---
nakladač Caterpillar	1	8,0 [rok]	---
univerzální nosič Reform	1	6,0 [rok]	32,0 [rok]
ručně vedený stroj Reform	1	14,0 [rok]	---
ručně vedený stroj AEBl	1	12,0 [rok]	---

Pozn.: 1) Data vztažená k roku 2018

2) Data Svazu dovozců automobilů ke dni 30. 6. 2018

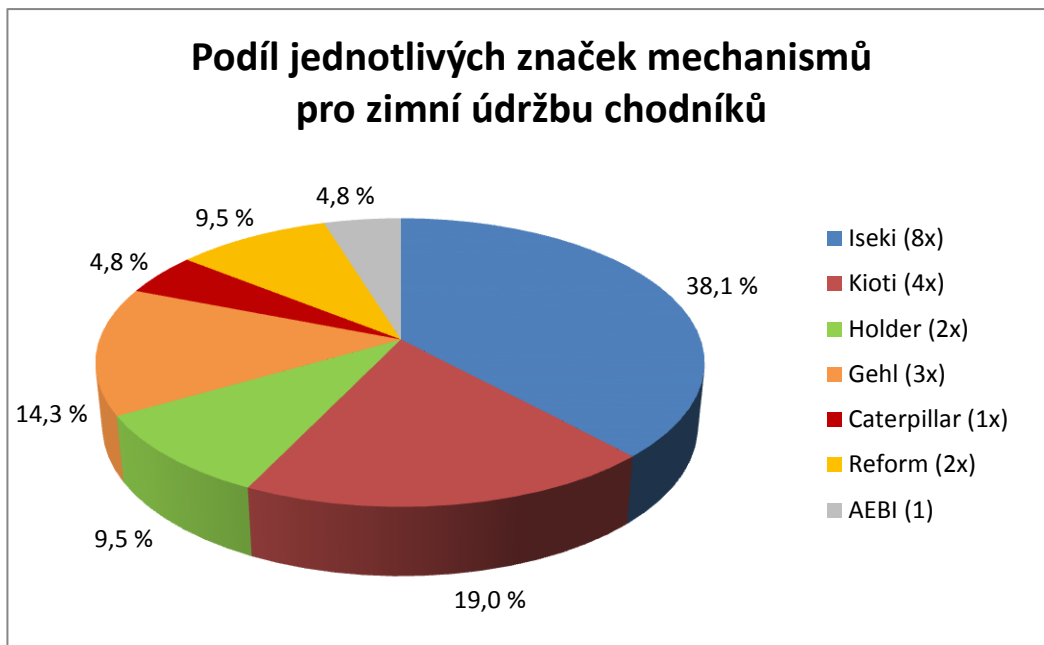
Zdroj: (10), (11)

Pro zhodnocení průměrného stáří mechanismů pro zimní údržbu chodníků zvolil autor stupnici v podobě 3 stavů: velmi dobrý stav (stáří do 5 let včetně), vyhovující stav (stáří menší než je průměr v ČR) a nevyhovující stav (stáří větší než je průměr v ČR). Z výsledků uvedených v Tab. 10 vyplývá, že průměrné stáří:

- malotraktorů Iseki je 8,4 roku (průměr v ČR se neuvádí) - nehodnoceno,
- malotraktorů Kioti je 3,5 roku (průměr v ČR se neuvádí) - nehodnoceno,
- kloubových nosičů Holder je 5,0 roku (průměr v ČR se neuvádí) - nehodnoceno,
- nakladačů Gehl je 10,7 roku (průměr v ČR se neuvádí) - nehodnoceno,
- nakladače Caterpillar je 8,0 roku (průměr v ČR se neuvádí) - nehodnoceno,
- univerzálního nosiče Reform je 6,0 roku (průměr v ČR činí 32,0 roku) - vyhovující stav,
- ručně vedeného stroje Reform je 14,0 roku (průměr v ČR se neuvádí) - nehodnoceno,
- ručně vedeného stroje AEBl je 12,0 roku (průměr v ČR se neuvádí) - nehodnoceno.

Skladba vozového parku pro zimní údržbu chodníků

Z pohledu provozu a údržby je důležitým aspektem mj. skladba vozového parku. Podíl jednotlivých značek mechanismů pro zimní údržbu chodníků zobrazuje graf na Obr. 14.



Obr. 14 Graf podílu jednotlivých značek mechanismů pro zimní údržbu chodníků

Zdroj: (9), úprava autor

Z grafu na Obr. 14 je zřejmé, že vozový park není homogenní. Celkem 38,1 % připadá značce Iseki, 19,0 % značce Kioti, 14,3 % značce Gehl, 9,5 % shodně značkám Holder i Reform a 4,8 % shodně značkám Caterpillar i AEBI. Podle názoru autora by bylo pro TSML výhodné mít vozový park co možná nejvíce jednotný, což je ale velice problematické. Prvním důvodem je, že ne každý výrobce nabízí všechny požadované mechanismy a druhým důvodem jsou různé výsledky výběrových řízení na pořízení nového mechanismu.

Provozní spolehlivost mechanismů pro zimní údržbu chodníků

Spolehlivost mechanismů v provozu byla konzultována s vedoucím technického úseku TSML. Na základě získaných interních informací dospěl autor k závěru, že malotraktory Iseki i Kioti patří ke spolehlivým vozidlům, které netrpí častými poruchami. Kloubové nosiče Holder trpí závadami hydraulického systému a nelze je zařadit k příliš spolehlivým vozidlům. Nakladače Gehl jsou značně provozně nespolehlivé a trpí častými závadami, což přináší TSML velké problémy. Nakladač Caterpillar lze zařadit ke spolehlivým vozidlům, podobně jako univerzální nosič Reform. Ručně vedené stroje Reform a AEBI jsou poměrně spolehlivé.

2.3.3 Ostatní mechanismy a vozidla pro zimní údržbu

Společnost TSML vlastní dále celkem 27 mechanismů a vozidel, které jsou určeny pro zabezpečení ZÚMK v Liberci (Příloha I). Jedná se o tyto mechanizační prostředky:

- 2 velké univerzální nakladače kloubové ZTS,
- 9 nákladních vozidel Peugeot,
- 10 nákladních vozidel Iveco,
- 4 lehká nákladní vozidla KIA,
- 1 lehké nákladní vozidlo Mitsubishi,
- 1 nakladač s rypadlem Caterpillar (9).

Nakladače ZTS

Univerzální nakladače kloubové značky ZTS jsou zastoupeny modelem UNK 320 (Obr. 15). Pro potřeby ZÚMK jsou vybaveny objemnou lopatou. Nakladače ZTS jsou nasazovány pouze v areálu společnosti TSML k nakládce chemických i inertních posypových materiálů a k odklizení sněhových bariér v případě velkého spadu sněhu.



Obr. 15 Nakladač ZTS UNK 320

Zdroj: autor

Nákladní vozidla Peugeot

Nákladní vozidla značky Peugeot jsou zastoupena modelem Boxer (Obr. 16). Pro potřeby ZÚMK jsou vybavena valníkovou nástavbou nebo sklápěčem a vícemístnou kabinou. Nákladní vozidla Peugeot jsou nasazována k dosypávání mechanismů pro zimní údržbu chodníků posypovými materiály a k přepravě provozních zaměstnanců provádějících ruční odklízení sněhu.



Obr. 16 Nákladní vozidlo Peugeot Boxer

Zdroj: autor

Základní technické parametry nakladače ZTS UNK 320, nákladního vozidla Peugeot Boxer, nákladního vozidla Iveco Daily a nákladního vozidla KIA K 2900 jsou uvedeny v Tab. 11.

Tab. 11 Technické parametry ostatních mechanismů a vozidel pro zimní údržbu

Základní technické parametry	ZTS UNK 320	Peugeot Boxer	Iveco Daily	KIA K 2900
Pohon	4 x 4	4 x 2	4 x 2	4 x 2
Výkon motoru [kW]	110	81	130	92
Zdvihový objem [cm ³]	7 474	2 198	2 998	2 902
Celková délka [mm]	6 800	5 738	8 260	5 130
Celková šířka [mm]	2 500	2 100	2 360	1 740
Celková výška [mm]	3 300	2 254	2 500	2 240
Rozvor [mm]	2 800	3 450	4 750	2 615
Provozní hmotnost [kg]	10 800	2 065	3 700	1 545
Maximální rychlost [km·h ⁻¹]	36	145	90	140

Zdroj: (10)

Průměrné stáří ostatních mechanismů a vozidel pro zimní údržbu

Průměrné stáří vozového parku lze vypočítat podle vzorce (2.1). Výpočet je proveden pro jednotlivé značky a kategorie mechanizačních prostředků zvlášť a následně jsou výsledky porovnány s průměrným stářím příslušné kategorie vozidla v ČR.

Podle vzorce (2.1) bylo vypočítáno průměrné stáří ostatního vozového parku určeného pro zabezpečení ZÚMK v Liberci (Tab. 12).

Tab. 12 Průměrné stáří ostatních mechanismů a vozidel pro zimní údržbu

Mechanizační prostředek	Počet	Průměrné stáří ¹⁾	Průměrné stáří v ČR ²⁾
nakladače kloubové ZTS	2	36,0 [rok]	---
nákladní vozidla Peugeot	9	2,8 [rok]	12,3 [rok]
nákladní vozidla Iveco	10	9,7 [rok]	12,3 [rok]
nákladní vozidla KIA	4	10,5 [rok]	12,3 [rok]
nákladní vozidlo Mitsubishi	1	10,0 [rok]	12,3 [rok]
nakladač s rypadlem Caterpillar	1	10,0 [rok]	---

Pozn.: 1) Data vztažená k roku 2018

2) Data Svazu dovozců automobilů ke dni 30. 6. 2018

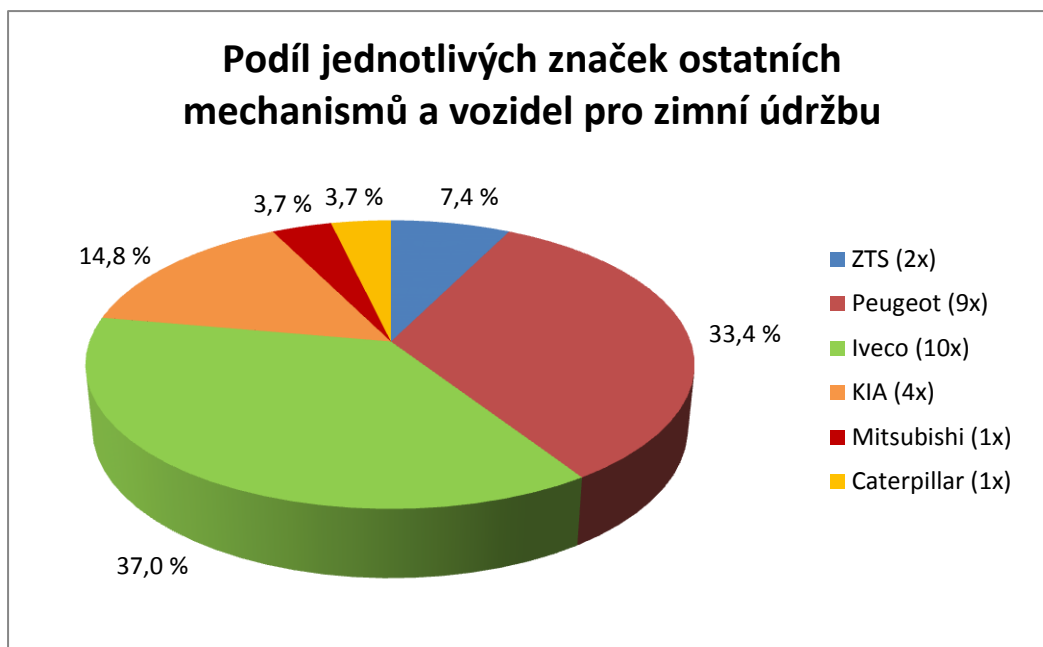
Zdroj: (10), (11)

Pro zhodnocení průměrného stáří ostatních mechanismů a vozidel pro zimní údržbu zvolil autor stupnici v podobě 3 stavů: velmi dobrý stav (stáří do 5 let včetně), vyhovující stav (stáří menší než je průměr v ČR) a nevyhovující stav (stáří větší než je průměr v ČR). Z výsledků uvedených v Tab. 12 vyplývá, že průměrné stáří:

- nakladačů kloubových ZTS je 36,0 roku (průměr v ČR se neuvádí) - nehodnoceno,
- nákladních vozidel Peugeot je 2,8 roku (průměr v ČR činí 12,3 roku) - velmi dobrý stav,
- nákladních vozidel Iveco je 9,7 roku (průměr v ČR činí 12,3 roku) - vyhovující stav,
- nákladních vozidel KIA je 10,5 roku (průměr v ČR činí 12,3 roku) - vyhovující stav,
- nákladního vozidla Mitsubishi je 10,0 roku (průměr v ČR činí 12,3 roku) - vyhovující stav,
- nakladače s rypadlem Caterpillar je 10,0 roku (průměr v ČR se neuvádí) - nehodnoceno.

Skladba ostatního vozového parku pro zimní údržbu

Z pohledu provozu a údržby je důležitým aspektem mj. skladba vozového parku. Podíl jednotlivých značek ostatních mechanismů a vozidel pro ZÚMK zobrazuje graf na Obr. 17.



Obr. 17 Graf podílu jednotlivých značek ostatních mechanismů pro zimní údržbu

Zdroj: (9), úprava autor

Z grafu na Obr. 17 je zřejmé, že vozový park není homogenní. Celkem 37,0 % připadá značce Iveco, 33,4 % značce Peugeot, 14,8 % značce KIA, 7,4 % značce ZTS a 3,7 % shodně značkám Mitsubishi a Caterpillar. Podle názoru autora by bylo pro TSML výhodné mít vozový park co možná nejvíce jednotný, což je ale velice problematické. Prvním důvodem je, že ne každý výrobce nabízí všechny požadované mechanismy a druhým důvodem jsou různé výsledky výběrových řízení na pořízení nového mechanismu či vozidla.

Provozní spolehlivost ostatních mechanismů a vozidel pro zimní údržbu

Spolehlivost mechanismů v provozu byla konzultována s vedoucím technického úseku TSML. Na základě získaných interních informací dospěl autor k závěru, že univerzální nakladače kloubové ZTS patří i přes značné stáří ke spolehlivým vozidlům, které netrpí častými poruchami. Podobně jako nákladní vozidla Peugeot a Iveco. Naopak u nákladních vozidel KIA a nákladního vozidla Mitsubishi je provozní spolehlivost menší. Nakladač s rypadlem Caterpillar lze rovněž zařadit ke spolehlivým vozidlům. Provozní spolehlivost ostatních mechanismů a vozidel pro zimní údržbu je vyhovující.

2.3.4 Mechanismy smluvních dodavatelů

Společnost TSML má smluvně zajištěnu výpomoc při ZÚMK v Liberci od externích smluvních dodavatelů pro následující případy:

- pro běžnou zimní údržbu,
- pro zhoršenou povětrnostní situaci, nebo absenci mechanismů z technických důvodů,
- pro kalamitní situaci.

Pro výpomoc při ZÚMK v Liberci mají TSML nasmlouváno celkem 92 mechanizačních prostředků od smluvních dodavatelů, z toho celkem 38 mechanismů pro běžnou zimní údržbu, 8 mechanismů pro zhoršenou povětrnostní situaci, nebo absenci mechanismů z technických důvodů a 46 mechanismů pro případ vyhlášení kalamitní situace (9).

2.4 Posypové materiály

Analýza části zabývající se posypovými materiály pro zimní údržbu vozovek, chodníků a ostatních místních komunikací je zaměřena zejména na tato kritéria:

- vhodnost používaných posypových materiálů,
- způsob skladování posypových materiálů.

Vhodnost používaných posypových materiálů

Technické služby města Liberce, a. s. používají pro zmírňování závad ve sjízdnosti a schůdnosti místních komunikací následující druhy chemických rozmrazovacích materiálů a inertních posypových materiálů:

- sůl kamennou (o zrnitosti 0,2 - 5 mm) + roztok (solanka⁴),
- drť (o zrnitosti 4 - 8 mm),
- písek (o zrnitosti 0,5 - 8 mm),
- ekogrit (o zrnitosti 2 - 8 mm),
- směsi inertních a chemických rozmrazovacích materiálů.

⁴ Nasycený roztok soli kamenné ve vodě. Výroba 22% koncentrátu probíhá v tzv. solankovém hospodářství promícháváním suché kamenné soli a vody v poměru 280 g soli a 1 000 g vody.

Uvedené druhy používaných posypových materiálů i jejich zrnitosti jsou v souladu s vyhláškou (2) a tudíž vhodné k použití při ZÚMK v Liberci. Zásoby chemických i inertních posypových materiálů jsou podle názoru autora dostatečné, neboť vychází ze zásob a spotřeb v uplynulých zimních obdobích. Spotřeba posypových materiálů se však může každé zimní období velmi výrazně lišit v závislosti na rozdílných klimatických podmínkách.

2.4.1 Úložiště posypových materiálů

Veškeré posypové materiály pro ZÚMK v Liberci jsou uloženy v areálu TSML, což je výhodné z ekonomického i logistického hlediska, neboť všechny mechanizační prostředky a vozidla zde mají své výchozí stanoviště. Nakládka posypových materiálů do mechanismů tak probíhá na jednom místě, výjimku tvoří dosypávání mechanismů určených pro zimní údržbu chodníků, které probíhá přímo na jednotlivých posypových trasách (okruzích). V zimním období funguje úložiště posypových materiálů a obsluha nakladače ZTS UNK 320 v nepřetržitém provozu 24 hodin denně s výjimkou časového období, kdy panují příznivé klimatické podmínky, a není předpoklad zásahu. Samoobslužné skládky inertních posypových materiálů nejsou v Liberci zřízeny, což je rozdíl oproti jiným městům v kraji, např. České Lípě.

2.4.2 Skladování posypových materiálů

Sůl kamenná je skladována volně ložená pod střechou ve velké plechové hale s vyvýšeným betonovým základem. Drť, písek a ekogrit jsou skladovány volně ložené na asfaltovém prostranství pod širým nebem. Způsob uskladnění jednotlivých druhů posypových materiálů je v souladu s vyhláškou (2) a tedy zcela vyhovující.

2.5 Technologie zimní údržby

Analýza části zabývající se technologií ZÚMK je zaměřena zejména na tato kritéria:

- zařazení vozovek linek MHD do I. pořadí důležitosti (I. kategorie),
- délku lhůt pro zmírnění závad ve sjízdnosti a schůdnosti,
- technologii provádění zimní údržby.

Provádění ZÚMK v Liberci je dáno technologickými postupy uvedenými v Operačním plánu zimní údržby městských komunikací 2017 - 2018 a ve vyhlášce (2). Cílem zimní údržby je zmírnění a v ideálním případě odstranění závad ve sjízdnosti či schůdnosti místních komunikací, a to pluhováním pro odstranění sněhových vrstev a následným posypem chemickými rozmrazovacími materiály nebo inertními posypovými materiály.

2.5.1 Pořadí důležitosti místních komunikací

Místní komunikace ve vlastnictví Statutárního města Liberec, které jsou v zimním období 2017 - 2018 udržovány společností TSML, jsou rozděleny do několika kategorií. Kategorie představují pořadí důležitosti, tzn., že I. kategorie odpovídá I. pořadí důležitosti, II. kategorie II. pořadí důležitosti a III. kategorie III. pořadí důležitosti. Při určení kategorií se přihlíželo k následujícím 3 kritériím: intenzitě dopravy, vedení tras veřejné linkové dopravy a dopravnímu významu pozemních komunikací (9). Rozdělení vozovek a chodníků do jednotlivých kategorií podle pořadí důležitosti místních komunikací udává Tab. 13.

Tab. 13 Rozdělení vozovek a chodníků do kategorií podle pořadí důležitosti

Místní komunikace	Kategorie	Dopravní význam
Vozovky	I. kategorie	vozovky linek MHD, místní komunikace s vysokou hustotou dopravy
	II. kategorie	vozovky s menším dopravním významem a menší hustotou dopravy oproti I. kategorii
	III. kategorie	všechny obslužné vozovky, které nejsou zařazeny do I. a II. kategorie
	neudržované	vozovky, které se v zimě neudržují, stanoveny Nařízením statutárního města Liberec č. 5/2009
Chodníky	I. kategorie	chodníky v centrální části města a přístupové chodníky z okrajů města do jeho centra
	II. kategorie	chodníky nezařazené do I. kategorie, chodníky na sídlištích a v okrajových částech města
	neudržované	chodníky, které se v zimě neudržují, stanoveny Nařízením statutárního města Liberec č. 5/2009

Zdroj: (9), úprava autor

Zařazení vozovek linek MHD do I. pořadí důležitosti (I. kategorie)

Jak vyplývá z Tab. 13, vozovky jsou podle pořadí důležitosti rozděleny do 3 kategorií a na neudržované. Do I. kategorie jsou zařazeny vozovky linek MHD, tedy tramvajové i autobusové linky a místní komunikace s vysokou hustotou dopravy. Tramvaje mají celkem

4 linky (Příloha J), z nichž 2 linky (linka č. 2 a 5) jezdí z Lidových sadů od zoologické zahrady přes centrum do Dolního Hanychova, resp. Horního Hanychova a 2 linky (linka č. 3 a 11) jezdí od Viaduktu přes centrum do Vratislavic nad Nisou-výhybny, resp. až do 12 km vzdáleného sousedního města Jablonce nad Nisou (12). Autor ověřil, že tramvajové linky č. 2, 3, 5 a 11 vedené po vozovkách, které v zimním období udržují TSML, jsou zařazeny do I. kategorie, což je z pohledu zimní údržby správně a není potřeba změna v nastaveném pořadí důležitosti. Městská autobusová doprava zajišťuje obsluhu velké části města a má celkem 45 linek (Příloha J), z nichž 10 linek je školních (linka č. 51 až 60), 3 linky jsou noční okružní (linka č. 90 až 92), 3 linky jsou noční (linka č. 97 až 99) a 2 linky jsou smluvní (linka č. 500 a 600) pro přepravu cestujících z centrálního dopravního terminálu v ulici Fügnerova k obchodním centrům Nisa, resp. Globus (12). Autor ověřil, že autobusové linky č. 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 90, 91, 92, 97, 98, 99, 500 a 600 vedené po vozovkách, které v zimním období udržují TSML, jsou zařazeny do I. kategorie, což je z pohledu zimní údržby správně a není potřeba změna v nastaveném pořadí důležitosti. Podmínka zařazení všech vozovek, po kterých jsou vedeny linky MHD, do I. kategorie podle pořadí důležitosti, je tak ze strany TSML splněna.

2.5.2 Lhůty pro zmírňování závad ve sjízdnosti a schůdnosti

Časové lhůty pro zahájení prací na zmírňování závad ve sjízdnosti a schůdnosti místních komunikací v Liberci jsou při posypu a pluhování stanoveny následovně.

Lhůty při posypu:

a) v době pracovní:

- neprodleně po zjištění změny ve sjízdnosti místních komunikací (vytvoření ledovky, zmrznutí tajícího sněhu apod.),

b) v době mimopracovní:

- při pohotovosti zaměstnanců na pracovišti - neprodleně po zjištění změny ve sjízdnosti místních komunikací,
- při domácí pohotovosti zaměstnanců - do 45 minut po zjištění změny ve sjízdnosti místních komunikací (9).

Lhůty při pluhování:

a) v době pracovní:

- neprodleně po zjištění, že sněhová vrstva dosáhla výše nad 3 cm u vozovek I. a II. kategorie a nad 5 cm u vozovek III. kategorie,

b) v době mimopracovní:

- při pohotovosti zaměstnanců na pracovišti - neprodleně po zjištění, že sněhová vrstva dosáhla výše nad 3 cm u vozovek I. a II. kategorie a nad 5 cm u vozovek III. kategorie,
- při domácí pohotovosti zaměstnanců - do 45 minut po zjištění, že sněhová vrstva dosáhla výše nad 3 cm u vozovek I. a II. kategorie a nad 5 cm u vozovek III. kategorie (9).

Délka lhůt pro zmírnění závad ve sjízdnosti a schůdnosti

Lhůty stanovené TSML pro dokončení prací po spadu sněhu nebo mrznoucího deště při zmírňování závad ve sjízdnosti a schůdnosti místních komunikací v Liberci uvádí Tab. 14.

Tab. 14 Lhůty pro zmírňování závad ve sjízdnosti a schůdnosti místních komunikací

Místní komunikace	Kategorie	Program údržby	Časová lhůta
Vozovky	I. kategorie	V 1	do 2 hodin
Vozovky	II. kategorie	V 2	do 6 hodin
Vozovky	III. kategorie	V 3	do 24 hodin
Chodníky	I. kategorie	CH 1	do 6 hodin
Chodníky	II. kategorie	CH 2	do 12 hodin
Veřejná prostranství	---	A	do 6 hodin
Veřejná prostranství	---	B	do 12 hodin
Přechody	---	1 - 10	do 12 hodin
Schodiště	---	1 - 4	do 12 hodin
Zastávky MHD	---	1, 3	do 12 hodin
Zastávky MHD	---	2	do 24 hodin
Městská parkoviště	---	A, B	do 24 hodin
Cesty v parcích	---	1, 2	do 24 hodin

Zdroj: (9)

Z Tab. 14 vyplývá, že lhůty stanovené Operačním plánem zimní údržby pro zmírňování závad ve sjízdnosti vozovek zařazených do I., II. a III. kategorie, resp. I., II. a III. pořadí důležitosti, jsou v Liberci přísnější (poloviční) oproti požadavkům vyhlášky (2), což lze ověřit v kapitole 1.2.2 (Tab. 2). Stanovení přísnějších lhůt hodnotí autor jako velice pozitivní aspekt.

2.5.3 Zimní údržba vozovek

Rozsah i technologie zimní údržby vozovek jsou stanoveny Operačním plánem zimní údržby. Vozovky jsou podle pořadí důležitosti zařazeny do I., II. a III. kategorie a jejich celková délka činí 408,061 km. Každé zimní období se rozsah i technologie zimní údržby mohou měnit v závislosti na požadavcích města, výstavbě nových sídel apod. Zajišťování sjízdnosti vozovek je v zimním období realizováno prostřednictvím programů údržby a jejich částí, které obsahují trasy (okruhy) mechanismů. Programy zimní údržby vozovek včetně jejich rozsahu, druhu posypového materiálu a nasazovaného mechanismu uvádí Tab. 15.

Tab. 15 Programy zimní údržby vozovek

Místní komunikace	Program údržby	Rozsah údržby	Druh posypového materiálu	Mechanizační prostředek
Vozovky I. kategorie	V 1/1	10,125 [km]	chemický	sypač Mercedes-Benz
	V 1/2	15,987 [km]	chemický	sypač Mercedes-Benz
	V 1/3	11,827 [km]	chemický	sypač Mercedes-Benz
	V 1/4	14,405 [km]	chemický	sypač Mercedes-Benz
	V 1/5	12,684 [km]	chemický	sypač Mercedes-Benz
	V 1/6	16,698 [km]	chemický	sypač Mercedes-Benz
	V 1/7	10,730 [km]	inertní	sypač Mercedes-Benz
	V 1/8	12,731 [km]	chemický	sypač Multicar
	V 1/9	8,360 [km]	chemický	sypač Multicar
	V 1/10	12,902 [km]	chemický	sypač Multicar
	V 1/11	10,253 [km]	chemický	sypač Iveco
Vozovky II. kategorie	V 2/1	7,721 [km]	chemický	sypač Multicar
	V 2/2	11,543 [km]	chemický	sypač Mercedes-Benz
	V 2/3	8,180 [km]	inertní	sypač Mercedes-Benz
	V 2/4	5,983 [km]	chemický	sypač Mercedes-Benz
	V 2/5	8,833 [km]	chemický	sypač Multicar
Vozovky III. kategorie	V 3/1	10,805 [km]	inertní	traktor + sypač
	V 3/2	10,423 [km]	inertní	traktor + sypač
	V 3/3	21,487 [km]	inertní	traktor + sypač
	V 3/4	20,790 [km]	inertní	traktor + sypač
	V 3/5	17,789 [km]	inertní	2x traktor + sypač TSML
	V 3/6	20,877 [km]	inertní	2x traktor + sypač
	V 3/7	15,126 [km]	inertní	2x traktor + 2x sypač TSML
	V 3/8	27,244 [km]	inertní	traktor + sypač
	V 3/9	17,735 [km]	inertní	2x traktor + sypač TSML
	V 3/10	23,775 [km]	inertní	2x traktor + 2x sypač
	V 3/11	15,029 [km]	inertní	traktor + sypač
	V 3/12	22,959 [km]	inertní	traktor + sypač
	V 3/13	5,060 [km]	inertní	traktor + sypač

Pozn.: Červené označení mechanizace - zimní údržbu zajišťuje smluvní dodavatel s vlastní mechanizací

Zdroj: (9), úprava autor

Z Tab. 15 a ze zjištění autora vyplývá několik dále uvedených skutečností, které jsou popsány u jednotlivých kategorií vozovek.

Vozovky I. kategorie

Vozovky zařazené do I. kategorie jsou udržovány TSML prostřednictvím 11 programů údržby v celkové délce 136,702 km (33,5 % všech udržovaných vozovek). U vozovek I. kategorie je prováděno strojní pluhování a chemický nebo inertní posyp v celém rozsahu. Při sněhové vrstvě vyšší než 3 cm musí chemickému či inertnímu posypu předcházet pluhování. V případě trvalého spadu sněhu je posyp prováděn pouze v nebezpečných místech (zatáčky a stoupání) po předchozím pluhování. Navíc je u vozovek I. kategorie prováděn také preventivní strojní chemický posyp, který má velký význam pro včasnou a kvalitně provedenou ZÚMK před očekávaným spadem sněhu či mrznoucího deště. Vozovky I. kategorie jsou až na jednu výjimku sypány solí kamennou a solankou. Výjimkou je program údržby V 1/7, u kterého je posypovým materiálem drť. Podle názoru autora by bylo vhodné, aby byly všechny vozovky zařazené do I. kategorie ošetřeny chemicky, tzn. solí kamennou a solankou, a to z několika důvodů. Výhodou tohoto řešení by bylo nejen sjednocení posypového materiálu u všech vozovek I. kategorie a nasazení pouze sypačů chemických rozmrazovacích materiálů, ale také jednodušší i úspornější čištění příslušných vozovek po skončení zimního období. Program údržby V 1/7 je však sypán drtí z důvodu požadavku města Liberce (nebezpečí zasažení zdrojů pitné vody při použití chemického posypu), takže je nutné tento požadavek respektovat a zachovat tak u uvedeného programu údržby stávající posypový materiál. Na údržbu vozovek zařazených do I. kategorie je standardně nasazováno celkem 7 velkých sypačů Mercedes-Benz, 3 lehké sypače Multicar a 1 velký sypač Iveco.

Vozovky II. kategorie

Vozovky zařazené do II. kategorie udržují TSML pomocí 5 programů údržby v celkové délce 42,260 km (10,4 % všech udržovaných vozovek). U vozovek II. kategorie je prováděno strojní pluhování a chemický nebo inertní posyp v celém rozsahu. Při sněhové vrstvě vyšší než 3 cm musí chemickému či inertnímu posypu předcházet pluhování. V případě trvalého spadu sněhu je posyp prováděn pouze v nebezpečných místech (zatáčky a stoupání) po předchozím pluhování. Vozovky II. kategorie jsou až na jednu výjimku sypány solí kamennou a solankou. Výjimkou je program údržby V 2/3, u kterého je posypovým

materiálem drtí. Podle názoru autora by bylo vhodné, aby byly všechny vozovky zařazené do II. kategorie ošetřeny chemicky, tzn. solí kamennou a solankou, a to z několika důvodů. Výhodou tohoto řešení by stejně jako u vozovek I. kategorie bylo nejen sjednocení posypového materiálu u všech vozovek II. kategorie a nasazení pouze sypačů chemických rozmrazovacích materiálů, ale také jednodušší i úspornější čištění příslušných vozovek po skončení zimního období. Program údržby V 2/3 je však sypán drtí z důvodu požadavku města Liberce (nebezpečí zasažení zdrojů pitné vody při použití chemického posypu), takže je nutné tento požadavek respektovat a zachovat tak u uvedeného programu údržby stávající posypový materiál. Údržbu vozovek II. kategorie standardně zajišťují celkem 3 velké sypače Mercedes-Benz a 2 lehké sypače Multicar.

Vozovky III. kategorie

Vozovky zařazené do III. kategorie jsou udržovány smluvními dodavateli a TSML prostřednictvím 13 programů údržby v celkové délce 229,099 km (56,1 % všech udržovaných vozovek). Největší podíl udržovaných vozovek představují vozovky III. kategorie, které jsou vzhledem ke svému velkému rozsahu udržovány především smluvními dodavateli s vlastními mechanizačními prostředky, což umožňuje zahájení zimní údržby vozovek III. kategorie z pohledu TSML neprodleně po zjištění potřeby zmírňování závad ve sjízdnosti a nikoliv až po vlastním dokončení údržby na vozovkách I. a II. kategorie. Výhodou tohoto řešení je nejenom včasné zahájení zimní údržby na vozovkách III. kategorie, ale i úspora finančních prostředků, kterou přináší nasazení externích mechanismů. U vozovek III. kategorie je prováděno strojní pluhování v celém rozsahu a inertní posyp v nebezpečných místech (zatáčky a stoupání). Při sněhové vrstvě vyšší než 3 cm musí inertnímu posypu předcházet pluhování. Vozovky III. kategorie jsou sypány pouze drtí. Na údržbu vozovek zařazených do III. kategorie jsou standardně nasazovány mechanismy smluvních dodavatelů (traktory pro pluhování, sypače pro posyp) a rovněž sypače TSML v podobě lehkých sypačů Multicar. Traktory Zetor nejsou nasazovány, neboť nejsou zařazeny do žádného z programů zimní údržby vozovek.

Zimní údržba vozovek je realizována podle Operačního plánu zimní údržby, který z hlediska používaných technologických postupů vyhovuje požadavkům stanoveným v Příloze č. 7 k vyhlášce (2). Technologii zimní údržby vozovek tak není nutné měnit.

2.5.4 Zimní údržba chodníků

Rozsah i technologie zimní údržby chodníků jsou stanoveny Operačním plánem zimní údržby. Chodníky jsou podle pořadí důležitosti zařazeny do I. a II. kategorie a jejich celková délka činí 165,819 km. Každé zimní období se rozsah i technologie zimní údržby mohou měnit v závislosti na požadavcích města, výstavbě nových sídel apod. Zajišťování schůdnosti chodníků je v zimním období realizováno prostřednictvím programů údržby a jejich částí, které obsahují trasy (okruhy) mechanismů. Programy zimní údržby chodníků včetně jejich rozsahu, druhu posypového materiálu a nasazovaného mechanismu uvádí Tab. 16.

Tab. 16 Programy zimní údržby chodníků

Místní komunikace	Program údržby	Rozsah údržby	Druh posypového materiálu	Mechanizační prostředek
Chodníky I. kategorie	CH 1/1	11,774 [km]	chemický	malotraktor Kioti
	CH 1/2	12,231 [km]	chemický + inertní	kloubový nosič Holder
	CH 1/3	6,280 [km]	chemický	malotraktor Kioti
	CH 1/4	5,454 [km]	chemický	malotraktor Iseki
	CH 1/5	9,365 [km]	chemický	malotraktor
	CH 1/6	8,188 [km]	chemický	malotraktor Iseki
	CH 1/7	8,312 [km]	chemický	malotraktor Iseki
	CH 1/8	11,877 [km]	inertní	malotraktor
	CH 1/9	6,337 [km]	inertní	malotraktor Iseki
Chodníky II. kategorie	CH 2/1	18,521 [km]	chemický + inertní	3x nakladač Gehl 1x nakladač Caterpillar 3x malotraktor Iseki
	CH 2/2	9,706 [km]	inertní	malotraktor
	CH 2/3	7,627 [km]	inertní	malotraktor
	CH 2/4	9,537 [km]	chemický	kloubový nosič Holder
	CH 2/5	5,379 [km]	inertní	malotraktor Iseki
	CH 2/6	5,607 [km]	chemický	malotraktor Kioti
	CH 2/7	5,810 [km]	inertní	malotraktor Kioti
	CH 2/8	4,321 [km]	inertní	malotraktor Iseki
	CH 2/9	5,096 [km]	inertní	malotraktor Iseki
	CH 2/10	3,240 [km]	inertní	malotraktor Iseki
	CH 2/11	2,704 [km]	inertní	ruční údržba, 2 pracovníci
	CH 2/12	1,605 [km]	inertní	ruční údržba, 1 pracovník
	CH 2/13	1,363 [km]	inertní	ruční údržba, 1 pracovník
	CH 2/14	0,625 [km]	inertní	ruční údržba, 1 pracovník
	CH 2/15	1,350 [km]	inertní	ruční údržba, 1 pracovník
	CH 2/16	1,110 [km]	inertní	ruční údržba, 1 pracovník
	CH 2/17	0,777 [km]	inertní	ruční údržba, 1 pracovník
	CH 2/18	1,043 [km]	inertní	ruční údržba, 2 pracovníci
	CH 2/19	0,580 [km]	inertní	ruční údržba, 1 pracovník

Pozn.: Červené označení mechanizace - zimní údržbu zajišťuje smluvní dodavatel s vlastní mechanizací

Zdroj: (9), úprava autor

Z Tab. 16 a ze zjištění autora vyplývá několik dále uvedených skutečností, které jsou popsány u jednotlivých kategorií chodníků.

Chodníky I. kategorie

Chodníky zařazené do I. kategorie jsou udržovány TSML a smluvními dodavateli prostřednictvím 9 programů údržby v celkové délce 79,818 km (48,1 % všech udržovaných chodníků). Zimní údržba je prováděna nejdříve u chodníků I. kategorie a následně u chodníků II. kategorie. U chodníků I. kategorie je prováděno strojní pluhování a chemický nebo inertní posyp, který nemusí být v plné šíři komunikace. Chodníky I. kategorie jsou až na dvě výjimky sypány solí kamennou. Výjimkou jsou programy údržby CH 1/8 a CH 1/9, u kterých je posypovým materiálem drť. Podle názoru autora by bylo vhodné, aby byly všechny chodníky zařazené do I. kategorie ošetřeny chemicky, tzn. solí kamennou, a to z několika důvodů. Výhodou tohoto řešení by bylo nejen sjednocení posypového materiálu u všech chodníků I. kategorie a nasazení pouze sypačů chemických rozmrazovacích materiálů, ale také jednodušší i úspornější čištění příslušných chodníků po skončení zimního období. Programy údržby CH 1/8 a CH 1/9 jsou však sypány drtí z důvodu požadavku města Liberce (nebezpečí zasažení zdrojů pitné vody při použití chemického posypu), takže je nutné tento požadavek respektovat a zachovat tak u uvedených programů údržby stávající posypový materiál. Na údržbu chodníků zařazených do I. kategorie jsou standardně nasazovány celkem 4 malotraktory Iseki, 2 malotraktory Kioti, 1 kloubový nosič Holder a 2 malotraktory smluvních dodavatelů. Pro zefektivnění i urychlení práce mechanismů zajišťujících schůdnost chodníků I. kategorie a z důvodu snížení počtu přejezdových kilometrů (netechnologických jízd), se využívá nákladní vozidlo k doplňování posypových materiálů do mechanismů přímo na posypových trasách (okruzích).

Chodníky II. kategorie

Chodníky zařazené do II. kategorie jsou udržovány prostřednictvím 19 programů údržby v celkové délce 86,001 km (51,9 % všech udržovaných chodníků). Chodníky II. kategorie jsou ošetřeny až po provedení zimní údržby u chodníků I. kategorie. U chodníků I. kategorie je prováděno strojní pluhování a chemický nebo inertní posyp, který nemusí být v plné šíři komunikace. Chodníky I. kategorie jsou až na tři výjimky sypány drtí. Výjimkou jsou programy údržby CH 2/1 (částečně), CH 2/4 a CH 2/6, u kterých je posypovým materiálem

sůl kamenná. Údržbu chodníků II. kategorie zajišťuje standardně celkem 7 malotraktorů Iseki, 3 nakladače Gehl, 2 malotraktory Kioti, 1 kloubový nosič Holder, 1 nakladač Caterpillar a 2 malotraktory smluvních dodavatelů. Na údržbu ručně ošetřovaných chodníků jsou nasazována nákladní vozidla Peugeot nebo Iveco, případně KIA. Pro zefektivnění i urychlení práce mechanismů zajišťujících schůdnost chodníků II. kategorie a z důvodu snížení počtu přejezdových km (netecnologických jízd), se využívá nákladní vozidlo k doplňování posypových materiálů do mechanismů přímo na posypových trasách (okruzích).

Zimní údržba chodníků je realizována podle Operačního plánu zimní údržby, který z hlediska používaných technologických postupů vyhovuje požadavkům stanoveným v Příloze č. 7 k vyhlášce (2). Technologii zimní údržby chodníků tak není nutné měnit.

2.5.5 Zimní údržba ostatních místních komunikací

Kromě zajištění sjízdnosti vozovek a schůdnosti chodníků je Operačním plánem zimní údržby stanoven rozsah i technologie zimní údržby:

- veřejných prostranství,
- přechodů,
- schodišť,
- zastávek MHD,
- městských parkovišť a zón placeného stání,
- cest v parcích,
- vybraných mostních konstrukcí.

Součástí ZÚMK je v případě potřeby také odvoz sněhu z kritických míst ve městě (např. úzké ulice v centru města, křižovatky, přechody, zastávky MHD apod.) na určené složiště sněhu, kterým je vyhrazený a oplocený prostor v ulici Londýnská. Každé zimní období se rozsah i technologie zimní údržby mohou měnit v závislosti na požadavcích města, výstavbě nových sídel apod. Zajišťování zimní údržby ostatních místních komunikací je v zimním období realizováno rovněž prostřednictvím programů údržby. Programy zimní údržby ostatních místních komunikací včetně jejich rozsahu a druhu posypového materiálu

uvádí Tab. 17. Na údržbu ostatních místních komunikací jsou nasazována nákladní vozidla Peugeot nebo Iveco, případně KIA.

Tab. 17 Programy zimní údržby ostatních místních komunikací

Místní komunikace	Program údržby	Rozsah údržby	Posypový materiál
Veřejná prostranství	A	9 073 [m ²]	chemický
	B	1 378 [m ²]	chemický
	C	1 200 [m ²]	chemický
Přechody	1	34 [přechodů]	chemický
	2	29 [přechodů]	chemický
	3	39 [přechodů]	chemický
	4	33 [přechodů]	chemický
	5	33 [přechodů]	chemický
	6	30 [přechodů]	chemický
	7	36 [přechodů]	chemický
	8	32 [přechodů]	chemický
	9	32 [přechodů]	chemický
	10	24 [přechodů]	chemický
Schodiště	1	1 226 [stupňů]	inertní
	2	551 [stupňů]	inertní
	3	645 [stupňů]	inertní
	4	1 134 [stupňů]	inertní
Zastávky MHD	1	131 [zastávek]	inertní + směs
	2	101 [zastávek]	inertní + směs
	3	113 [zastávek]	inertní + směs
Parkoviště a zóny placeného stání	A	18 018 [m ²]	---
	B	34 562 [m ²]	---
	C	13 084 [m ²]	inertní
Cesty v parcích	1	4 589 [bm]	inertní
	2	303 [bm]	inertní

Pozn.: Jednotka „bm“ představuje běžný metr, tj. délku 1 m při různé šířce místní komunikace

Zdroj: (9), úprava autor

Z Tab. 17 a ze zjištění autora vyplývá několik dále uvedených skutečností, které jsou popsány u jednotlivých místních komunikací.

Veřejná prostranství

Veřejná prostranství jsou udržována prostřednictvím 3 programů údržby o celkovém rozsahu 11 651 m². Z hlediska technologie je prováděno strojní pluhování a pouze v případě spadu mrznoucího deště nebo vzniku náledí se strojně aplikuje chemický posyp (sůl kamenná). V případě potřeby provádí TSML odvoz sněhu na základě požadavku OSVM Statutárního města Liberec.

Přechody

Přechody jsou udržovány pomocí 10 programů údržby o celkovém rozsahu 322 přechodů. Z hlediska technologie je při sněhové vrstvě do 3 cm nebo při vzniku náledí prováděn ruční chemický posyp (sůl kamenná) a při sněhové vrstvě nad 3 cm ruční odklizení sněhu s následným ošetřením chemickým posypem (sůl kamenná). V případě potřeby provádí TSML odvoz sněhu na základě požadavku OSVM Statutárního města Liberec.

Schodiště

Schodiště jsou udržována prostřednictvím 4 programů údržby o celkovém rozsahu 3 556 stupňů včetně navazujících chodníků a podest schodišť v celkové délce 465 m. Z hlediska technologie je při sněhové vrstvě do 3 cm nebo při vzniku náledí prováděn ruční inertní posyp (ekogrit nebo písek) a při sněhové vrstvě nad 3 cm ruční odklizení sněhu s následným ošetřením inertním posypem (ekogrit nebo písek).

Zastávky MHD

Zastávky MHD jsou udržovány pomocí 3 programů údržby o celkovém rozsahu 345 zastávek, z nichž je 298 zastávek autobusových a 47 tramvajových. Z hlediska technologie je při sněhové vrstvě nad 3 cm prováděno ruční odklizení sněhu s následným ošetřením inertním posypem (ekogrit nebo směs soli kamenné s pískem v poměru 1:3). U tramvajových zastávek MHD, které jsou vyhřívány zbytkovou rekuperovanou energií, je prováděno ruční odklizení sněhu bez posypu. V případě vzniku sněhových bariér podél zastávek je prováděno strojní či ruční odklizení sněhu v délce cca 20 m u autobusových zastávek a cca 30 m u tramvajových zastávek.

Městská parkoviště a zóny placeného stání

Městská parkoviště a zóny placeného stání jsou udržovány prostřednictvím 3 programů údržby o celkovém rozsahu 65 664 m². Z hlediska technologie je u programů údržby A a B při sněhové vrstvě nad 3 cm prováděno ruční odklizení sněhu bez posypu. V případě potřeby provádí TSML odvoz sněhu na základě požadavku OSVM Statutárního města Liberec. U programu údržby C je zimní údržba prováděna strojním pluhováním s následným inertním posypem (drť) v časové lhůtě do 2 h, tedy stejně jako u vozovek I. kategorie.

Cesty v parcích

Cesty v parcích jsou udržovány pomocí 2 programů údržby o celkovém rozsahu 4 892 bm⁵ včetně 47 stupňů u schodišť. Z hlediska technologie je při sněhové vrstvě nad 3 cm prováděno ruční odklizení sněhu i strojní pluhování s následným ošetřením inertním posypem (písek).

Křižovatky

Provozně důležité křižovatky jsou udržovány prostřednictvím 2 programů údržby o celkovém rozsahu 191 křižovatek. Z hlediska technologie je prováděno strojní pluhování a odstraňování sněhu při větším spadu sněhu nebo při dlouhodobém sněžení, kdy se při běžném pluhování vozovek vytváří na křižovatkách sněhové bariéry. V případě potřeby provádí TSML odvoz sněhu na základě požadavku OSVM Statutárního města Liberec.

Vybrané mostní konstrukce

Zimní údržba vybraných mostních konstrukcí není rozdělena do programů údržby. Z hlediska technologie je prováděno strojní odstraňování sněhu z celé šířky vozovky včetně krajnic, chodníků a dělících pásů, přičemž nesmí dojít ke shazování sněhu z mostních konstrukcí na pozemní komunikace nebo objekty pod nimi. Při vzniku náledí nebo vytváření sněhových vrstev na mostních objektech je prováděn chemický posyp (sůl kamenná) s následným odstraněním rozbředlých sněhových vrstev v nejkratší možné době. V případě potřeby provádí TSML odvoz sněhu na základě požadavku OSVM Statutárního města Liberec.

Odvoz sněhu

Odvoz sněhu je prováděn TSML při větším spadu sněhu nebo tvorbě sněhových bariér v centrální části města a na vysoce frekventovaných místech, kde je to z hlediska zachování plynulosti dopravy ve městě nezbytné. Jedná se o důležité křižovatky, zúžené profily vozovek, přechody, zastávky MHD, veřejná prostranství, vybrané mostní konstrukce apod. Odvoz sněhu probíhá výhradně na základě požadavků OSVM Statutárního města Liberec. V případě potřeby je sníh odvážen nákladními vozidly TSML na určené složiště sněhu, které tvoří oplocený prostor v ulici Londýnská a jehož provoz zajišťuje společnost TSML.

⁵ Jednotka bm označuje běžný metr. Při zimní údržbě se používá z důvodu různých šířek udržovaných místních komunikací, resp. cest v parcích, kdy je přepočten na metry čtvereční obtížnější.

Zimní údržba ostatních místních komunikací je realizována podle Operačního plánu zimní údržby, který z hlediska používaných technologických postupů zcela vyhovuje požadavkům stanoveným v Příloze č. 7 k vyhlášce (2). Technologii ZÚMK uvedených v této kapitole tak není nutné měnit.

2.6 Shrnutí zjištěných nedostatků

Analýzou současného stavu zimní údržby pozemních komunikací v Liberci, která byla zaměřena především na Operační plán zimní údržby městských komunikací 2017 - 2018, mechanizační prostředky, posypové materiály a technologii zimní údržby, bylo zjištěno několik nedostatků, které jsou shrnuty v této kapitole. Zjištěné nedostatky jsou seřazeny podle jejich důležitosti a pořadí řešení v návrhové části diplomové práce.

Mechanizační prostředky

Z kapitoly 2.3.1 a z Tab. 15 v kapitole 2.5.3 vyplývá, že traktory Zetor nejsou zařazeny do žádného z programů údržby vozovek (pluhování vozovek III. kategorie provádí výhradně smluvní dodavatelé s vlastními mechanismy), zůstávají provozně zcela nevyužité a navíc jejich průměrné stáří 33 let znamená již nevyhovující stav. Stávající traktory jsou limitovány nízkou maximální rychlostí, omezeným komfortem pro obsluhu či nemožností současného pluhování i posypu, jelikož jsou vybaveny pouze zadní závěsnou sněhovou radlicí. Vzhledem k současnému trendu a potřebám společnosti TSML, kdy je preferováno pořizování univerzálních mechanizačních prostředků s celoročním využitím (např. moderní nákladní automobily jako nosiče výměnných nástaveb a příslušenství), ztrácí pořízení nových traktorů význam nejen praktický, ale především ekonomický. Návrh na obnovu vozového parku v podobě pořízení nových traktorů proto nebude řešen. Z kapitoly 2.3.2 a z Tab. 16 v kapitole 2.5.4 je zřejmé, že jsou nakladače Gehl zařazeny do kilometricky nejrozsáhlejšího programu údržby CH 2/1, podle kterého jsou udržovány chodníky a ostatní plochy u velkých sídlištních zástaveb s omezeným manipulačním prostorem. Přestože jsou nakladače Gehl z hlediska svého provozního nasazení při ZÚMK nepostradatelné, ať už z důvodu relativně malých rozměrů, vysokého výkonu motoru, vynikající manévrovatelnosti i obratnosti díky možnosti otáčení nakladače o 360 ° na místě, zároveň jsou podle vedoucího technického úseku TSML značně provozně nespolehlivé. Nízká provozní spolehlivost přináší společnosti

TSML celou řadu problémů nejen v podobě řádného zajištění zimní údržby v příslušných lokalitách, kde jsou nakladače nasazovány, ale také z hlediska vysokých nákladů na údržbu a opravy. Nevýhodou je rovněž chybějící servisní zastoupení značky Gehl v Libereckém kraji, s čímž souvisí obtížná dostupnost náhradních dílů a servisních služeb. Autor navrhuje jako možné optimalizační řešení obnovu vozového parku v podobě nahrazení stávajících nevyhovujících nakladačů Gehl novými nakladači stejného typu, ale s vyšší provozní spolehlivostí, se servisním zastoupením značky v Libereckém kraji a s nižšími náklady na provoz a údržbu. Návrh na obnovu vozového parku v podobě pořízení nových nakladačů řízených prokluzem kol bude řešen v návrhové části diplomové práce.

Operační plán zimní údržby

Z kapitoly 2.2.1 a Tab. 4 vyplývá, že v hlavní části Operačního plánu zimní údržby bylo zjištěno několik nedostatků, které mají přiřazen různý stupeň důležitosti. K nejdůležitějším obsahovým nedostatkům patří chybějící titulní strana, seznam tabulek, seznam zkratk, závěr, seznam použitých informačních zdrojů a seznam příloh, dále nelogické uspořádání a názvy jednotlivých kapitol, chybějící tabulka s programy preventivního posypu vozovek I. kategorie a chybějící tabulka s programy zimní údržby křižovatek. Mezi nejdůležitější formální nedostatky patří nejednotná formální úprava celého dokumentu, absence členění kapitol do číslovaných kapitol a podkapitol a chybný název „Operační plán zimní údržby městských komunikací“ z hlediska nesprávné kategorie udržovaných komunikací. Z kapitoly 2.2.2 a Tab. 5 vyplývá, že v příloze k Operačnímu plánu zimní údržby bylo zjištěno rovněž několik nedostatků, které mají přiřazen různý stupeň důležitosti. K nejdůležitějším obsahovým nedostatkům patří nesprávně zvolené pořadí udržovaných místních komunikací, které nerespektuje stanovené časové lhůty pro dokončení prací při zmírňování závad ve sjízdnosti a schůdnosti a dále nespecifikovaný druh používaného inertního materiálu u schodišť, zastávek MHD, programů údržby cest v parcích, programu údržby V 1/7, programu údržby V 2/3, všech programů údržby vozovek III. kategorie, programů údržby CH 1/2, CH 1/8 a CH 1/9 a u všech programů údržby chodníků II. kategorie (kromě CH 2/4 a CH 2/6). Mezi nejdůležitější formální nedostatky patří nejednotná formální úprava celé přílohy. Autor navrhuje jako možné optimalizační řešení úpravu Operačního plánu zimní údržby včetně přílohy v podobě odstranění zjištěných nedostatků. Návrh na úpravu Operačního plánu zimní údržby bude řešen v návrhové části diplomové práce.

3 NÁVRHY NA OPTIMALIZACI ZIMNÍ ÚDRŽBY

Třetí kapitola práce představuje návrhy autora na možnou optimalizaci zimní údržby pozemních komunikací v Liberci. Pojem optimalizace (v dopravě) reprezentuje řešení, které na základě jednoho kritéria nebo více kritérií vede ke zlepšení současného stavu. Cílem optimalizace z matematického pohledu je maximalizovat nebo minimalizovat účelovou funkci v závislosti na vstupních a omezujících podmínkách. Příkladem optimalizace zimní údržby je např. obnova vozového parku, která bude řešena v kapitole 3.1. Moderní, provozně spolehlivé, úsporné a zároveň výkonné mechanizační prostředky jsou základním předpokladem pro bezproblémové a kvalitní zajištění zimní údržby pozemních komunikací. Na základě analýzy současného stavu a zjištěných nedostatků jsou v návrhové části diplomové práce řešeny dva návrhy na optimalizaci zimní údržby. Nejprve je prostřednictvím nástrojů a metod multikriteriální analýzy navržena obnova vozového parku v podobě pořízení nových mechanizačních prostředků, které by nahradily již nevyhovující stávající mechanismy. Dále je navržena úprava současného zpracování Operačního plánu zimní údržby z hlediska obsahových i formálních změn, které jsou klíčové pro odstranění nedostatků a zkvalitnění dokumentu, podle kterého se ZÚMK v Liberci provádí.

3.1 Obnova vozového parku

Analýzou současného stavu mechanizačních prostředků určených pro ZÚMK v Liberci autor zjistil několik nedostatků, které jsou popsány v kapitole 2.3 a shrnuty v kapitole 2.6. Navrhovaným optimalizačním řešením zjištěných nedostatků je obnova vozového parku, která se týká pořízení celkem 3 nových nakladačů řízených prokluzem kol pro zimní údržbu chodníků, které by nahradily stávající 3 provozně velmi nespolehlivé a dosluhující nakladače Gehl 5640. Cílem obnovy vozového parku je zvýšit provozní spolehlivost mechanismů, aby bylo možné zabezpečit řádné i efektivní provádění zimní údržby v příslušných lokalitách a snížit náklady na provoz a především údržbu. Jelikož se však jedná o poměrně vysoké investiční náklady v řádu několika milionů Kč (cena nového nakladače řízeného prokluzem kol se na tuzemském trhu pohybuje okolo 1 200 000 - 1 500 000 Kč bez DPH), není v ekonomických možnostech TSML obnovit vozový park najednou. Vhodným řešením je tedy postupná obnova v závislosti na ekonomické situaci společnosti. Aby však návrh na pořízení

nového mechanizačního prostředku nebyl posuzován a hodnocen subjektivně pouze podle jednoho kritéria, typicky např. podle nejnižší pořizovací ceny, zvolil autor řešení v podobě hodnocení jednotlivých variant prostřednictvím metod multikriteriální analýzy. U této optimalizační úlohy je třeba brát v úvahu hned několik kritérií, ne pouze jedno jediné.

3.1.1 Multikriteriální analýza

Multikriteriální analýza, pomocí které bude řešen návrh na obnovu vozového parku, spadá do oboru systémových věd a zabývá se hodnocením možných variant (alternativ) podle několika kritérií (13). V běžné praxi se téměř nevyskytuje situace, kdy při několika hodnocených variantách existuje jen jedna varianta, která je nejlepší z hlediska všech stanovených kritérií. Podle jednoho kritéria může být příslušná varianta lepší, ale podle jiného kritéria naopak zase horší. Metody vícekriteriálního rozhodování tedy řeší konflikty mezi vzájemně protikladnými kritérii. Diskrétní modely představují rozhodnutí z konečné množiny variant, které jsou hodnoceny podle jednotlivých kritérií prostřednictvím kritériální matice Y (3.1). Řádky kritériální matice odpovídají variantám, sloupce kritériím (14).

$$Y = \begin{matrix} & f_1 & f_2 & \dots & f_n \\ \begin{matrix} a_1 \\ a_2 \\ \vdots \\ a_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} y_{11} & y_{12} & \dots & y_{1n} \\ y_{21} & y_{22} & \dots & y_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ y_{m1} & y_{m2} & \dots & y_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (3.1)$$

kde:

- Y kritériální matice [-],
- a počet variant [-],
- f počet kritérií [-],
- y hodnoty jednotlivých kritérií [-] (13).

Jednotlivé varianty je nutné posoudit a kritériální matici Y upravit tak, aby zůstaly zahrnuty pouze varianty nedominované. Nedominovaná varianta je taková varianta, ke které neexistuje jiná alternativa, která by byla hodnocena lépe alespoň podle jednoho kritéria a ne hůře podle ostatních kritérií (13). Dále je proveden popis kritérií, variant (alternativ) a obecného postupu pro řešení úlohy vícekriteriálního rozhodování.

Kritéria

V případě vícekriteriálního rozhodování lze kritéria rozdělit:

a) z hlediska hodnocení důsledku volby na kritéria:

- kvantitativní: zpravidla se vyjadřují v přirozených stupnicích (např. číselná kritéria),
- kvalitativní: zpravidla se zavádí vhodná stupnice (např. klasifikační stupnice 1 - 5),

b) z hlediska typu na kritéria:

- maximalizační: varianty s vyšší kriteriální hodnotou jsou hodnoceny lépe (např. výkon motoru, počet servisních míst v kraji apod.),
- minimalizační: varianty s nižší kriteriální hodnotou jsou hodnoceny lépe (např. pořizovací cena mechanizačního prostředku apod.) (14).

Při řešení úloh je předpokladem mít všechna kritéria maximalizační. Minimalizační kritéria (např. pořizovací cena) je nutné transformovat na maximalizační, tzn. hodnoty nahradit rozdílem mezi nejhorší hodnotou ve sloupci a stávající hodnotou, přičemž nová hodnota vyjadřuje, o kolik jsou varianty lepší než nejhorší varianta (15).

Varianty (alternativy)

Následující varianty (alternativy) mohou reálně existovat, ale také nemusí:

- ideální varianta H : ve všech kritériích dosahuje nejlepších hodnot,
- bazální varianta D : ve všech kritériích dosahuje nejhorších hodnot.

Z důvodu eliminace různých jednotek a měřitek u jednotlivých kritérií je zapotřebí provést transformaci vstupních hodnot na normalizované hodnoty podle vztahu (3.2).

$$r_{ij} = \frac{y_{ij} - D_j}{H_j - D_j} \quad r_{ij} \in \langle 0; 1 \rangle \quad (3.2)$$

kde:

- r_{ij} prvek normalizované kriteriální matice [-],
- y_{ij} prvek původní kriteriální matice [-],
- D_j bazální hodnota kritéria v příslušném sloupci [-],
- H_j ideální hodnota kritéria v příslušném sloupci [-] (15).

Obecný postup pro řešení úlohy vícekritériálního rozhodování

- 1) Formulace a stanovení cílů rozhodování (např. pořízení nového mechanismu).
- 2) Stanovení kritérií pro rozhodování (např. výkon motoru, maximální rychlost apod.).
- 3) Hodnocení dopadu každé varianty na každé kritérium.
- 4) Stanovení vah (významnosti) jednotlivých kritérií.
- 5) Zhodnocení výsledků a výběr nejlepší varianty pro řešení úlohy.

Cílem multikritériální analýzy je najít kompromisní variantu, která nejlépe vyhovuje požadavkům stanovených kritérií (14).

3.1.2 Metody odhadu vah kritérií

Váhy jednotlivých kritérií reprezentují informaci o důležitosti příslušných kritérií a slouží jako základní podklad pro řešení úlohy vícekritériálního rozhodování. K nejznámějším metodám odhadu vah kritérií patří:

- Metoda pořadí,
- Bodovací metoda,
- Metoda párového srovnávání (Fullerova metoda),
- Kvantitativní párové srovnávání (Saatyho metoda) (13).

Dále je popsána metoda kvantitativního párového srovnávání (tzv. Saatyho metoda), kterou autor zvolil pro výpočet vah jednotlivých kritérií při řešení obnovy vozového parku.

Kvantitativní párové srovnávání (Saatyho metoda)

Mezi nejčastěji používané postupy při vzájemném srovnávání kritérií patří Saatyho metoda, která umožňuje zachytit míru preference jednoho kritéria před druhým. Hodnocení je ukládáno do tzv. Saatyho matice S , jejíž prvky s_{ij} jsou definovány pomocí níže uvedené bodové stupnice, pokud je kritérium v řádku preferováno před kritériem ve sloupci.

$$s_{ij} \begin{cases} 1 & \text{rovnocenná kritéria } i \text{ a } j \\ 3 & \text{slabě preferováno kritérium } i \text{ před } j \\ 5 & \text{silně preferováno kritérium } i \text{ před } j \\ 7 & \text{velmi silně preferováno } i \text{ před } j \\ 9 & \text{absolutně preferováno } i \text{ před } j \end{cases}$$

Hodnoty 2, 4, 6 a 8 jsou ponechány pro hodnocení mezistupňů. Pokud je preferováno kritérium ve sloupci před kritériem v řádku, použije se pro výpočet převrácená hodnota podle vzorce (3.3).

$$s_{ji} = \frac{1}{s_{ij}} \quad (3.3)$$

kde:

- s_{ji} přibližný poměr vah kritérií j a i [-],
- s_{ij} přibližný poměr vah kritérií i a j [-] (13).

Saatyho matice je čtvercová řádu $n \times n$ a má na hlavní diagonále vždy hodnoty rovny 1, protože každé kritérium je samo sobě rovnocenné, tj. $s_{ii} = 1$ (15). Jednou z možností, jak využít Saatyho metodu, je stanovení vah jednotlivých kritérií v_i pomocí geometrických průměrů řádků matice S (15). Váhy kritérií se stanoví podle vztahu (3.4), geometrické průměry řádků b_i se vypočítají pomocí vztahu uvedeného v čitateli tohoto vzorce.

$$v_i = \frac{\left[\prod_{j=1}^k s_{ij} \right]^{\frac{1}{k}}}{\sum_{i=1}^k \left[\prod_{j=1}^k s_{ij} \right]^{\frac{1}{k}}} \quad (3.4)$$

kde:

- v_i váha i -tého kritéria [-],
- s_{ij} přibližný poměr vah kritérií i a j [-],
- k počet kritérií [-] (13).

3.1.3 Metody multikriteriálního hodnocení variant

V oblasti metod multikriteriálního hodnocení variant existují 3 základní skupiny metod rozdělené podle jejich principu:

a) princip maximalizace užitku:

- Metoda funkce užitku,
- Metoda váženého součtu,

b) princip minimalizace vzdálenosti od ideální varianty:

- Metoda TOPSIS (13).

Dále jsou popsány dvě metody multikriteriálního hodnocení variant včetně postupu jejich řešení. Jedná se o metodu váženého součtu a metodu TOPSIS, které autor zvolil pro výpočet řešení úlohy vícekriteriálního rozhodování. Dvě metody byly zvoleny z důvodu možnosti vzájemného porovnání dosažených výsledků a stanovení nejlepší možné varianty.

Metoda váženého součtu

K nejpoužívanějším metodám maximalizace užítku patří metoda váženého součtu, která je vhodná především pro kvantitativní kritéria. Tato metoda předpokládá lineární závislost užítku na hodnotách kritéria. Nejhorší hodnotě kritéria se přiřadí užitek 0 a nejlepší hodnotě užitek 1 (14). Před vlastním řešením úlohy je zapotřebí převést minimalizační kritéria na maximalizační a vyloučit dominované varianty (13).

Postup řešení:

- 1) Prvním krokem je určení ideální varianty H a bazální varianty D , tzn. kritériální matici Y transformovat na normalizovanou kritériální matici R pomocí vztahu (3.5).

$$r_{ij} = \frac{y_{ij} - D_j}{H_j - D_j} \quad r_{ij} \in \langle 0; 1 \rangle \quad (3.5)$$

kde:

- r_{ij} prvek normalizované kritériální matice [-],
- y_{ij} prvek původní kritériální matice [-],
- D_j bazální hodnota kritéria v příslušném sloupci [-],
- H_j ideální hodnota kritéria v příslušném sloupci [-] (15).

- 2) Druhým krokem je určení užítku jednotlivých variant podle vzorce (3.6).

$$u(a_i) = \sum_{j=1}^n v_j \cdot r_{ij} \quad (3.6)$$

kde:

- $u(a_i)$ užitek z varianty a_i [-],
- v_j váha j -tého kritéria [-],
- r_{ij} prvek normalizované kritériální matice [-] (15).

Varianta s dosaženou nejvyšší hodnotou užitku je podle metody váženého součtu hodnocena jako nejlepší pro řešení dané úlohy.

Metoda TOPSIS

Mezi nepoužívanější metody minimalizace vzdálenosti od ideální varianty patří metoda TOPSIS. Tato metoda je založena na výběru takové varianty, která je nejbližší k ideální variantě a nejdále od bazální varianty (14). Ideální varianta dosahuje ve všech kritériích nejlepších hodnot. Před vlastním řešením úlohy je zapotřebí převést minimalizační kritéria na maximalizační a vyloučit dominované varianty (13).

Postup řešení:

1) Prvním krokem je zkonstruování normalizované kritériální matice R podle vztahu (3.7).

Po transformaci představují sloupce v matici R vektory jednotkové délky.

$$r_{ij} = \frac{y_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m (y_{ij})^2}} \quad (3.7)$$

kde:

r_{ij} prvek normalizované kritériální matice [-],

y_{ij} prvek původní kritériální matice [-] (15).

2) Druhým krokem je zkonstruování vážené kritériální matice W pomocí vzorce (3.8). Každý sloupec normalizované kritériální matice se násobí odpovídající vahou.

$$w_{ij} = r_{ij} \cdot v_j \quad (3.8)$$

kde:

w_{ij} prvek vážené kritériální matice [-],

r_{ij} prvek normalizované kritériální matice [-],

v_j váha j -tého kritéria [-] (15).

3) Třetím krokem je určení ideální varianty H a bazální varianty D vzhledem k hodnotám ve vážené kriteriální matici. Vzdálenosti variant od ideální varianty se vypočítají podle vztahu (3.9).

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (w_{ij} - H_j)^2} \quad (3.9)$$

kde:

d_i^+ vzdálenost i -té varianty od ideální varianty [-],

w_{ij} prvek vážené kriteriální matice [-],

H_j j -tý prvek vektoru ideální varianty [-] (15).

Vzdálenosti variant od bazální varianty se vypočítají podle vztahu (3.10).

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (w_{ij} - D_j)^2} \quad (3.10)$$

kde:

d_i^- vzdálenost i -té varianty od bazální varianty [-],

w_{ij} prvek vážené kriteriální matice [-],

D_j j -tý prvek vektoru bazální varianty [-] (15).

4) Čtvrtým krokem je výpočet relativního ukazatele vzdáleností variant od bazální varianty pomocí vzorce (3.11).

$$c_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-} \quad (3.11)$$

kde:

c_i relativní ukazatel vzdáleností [-],

d_i^- vzdálenost i -té varianty od bazální varianty [-],

d_i^+ vzdálenost i -té varianty od ideální varianty [-] (15).

Varianta s dosaženou nejvyšší hodnotou relativního ukazatele vzdáleností variant od bazální varianty je podle metody TOPSIS hodnocena jako nejlepší pro řešení dané úlohy.

3.1.4 Požadavky na nový mechanizační prostředek

Základní požadavky na pořízení nového mechanizačního prostředku autor konzultoval s vedoucím technického úseku společnosti TSML. Vzhledem k dlouhodobým potřebám a činnostem společnosti TSML v oblasti zimní i letní údržby pozemních komunikací, provoznímu nasazení stávajících kompaktních nakladačů řízených prokluzem kol značky Gehl během celého roku a jejich specifickému konstrukčnímu řešení, které umožňuje stroji pracovat a otáčet se na plochách s omezeným manipulačním prostorem, navrhuje autor pořídit typově stejný nakladač, ale od jiného výrobce.

Požadavky TSML na pořízení nového nakladače řízeného prokluzem kol jsou následující:

- **pořizovací cena:** max. 1 500 000 Kč bez DPH,
- **pohon:** 4x4,
- **pojezdová rychlost:** min. 17 km·h⁻¹ (dva jízdní režimy),
- **počet zdvihacích ramen:** 2,
- **výkon motoru:** min. 45 kW,
- **průtok hydraulického systému:** min. 100 l·min⁻¹,
- **tlak hydraulického systému:** min. 200 bar,
- **šířka:** max. 1 850 mm,
- **výška:** max. 2 150 mm,
- **provozní hmotnost:** max. 3 500 kg,
- **užitečná nosnost:** min. 950 kg (bez protizávaží),
- **výměnné příslušenství:** sněhová radlice,
lopata,
paletizační vidle,
válcové koště,
- **ostatní:** zvláštní světelné výstražné zařízení oranžové barvy,
osazení RZ z důvodu provozu na pozemních komunikacích,
počet servisních míst v Libereckém kraji,
- **záruční doba:** min. 36 měsíců.

3.1.5 Nabídka vhodných mechanizačních prostředků na trhu

Po prozkoumání trhu s nabídkou nových kompaktních nakladačů řízených prokluzem kol, jež splňují kritéria stanovená vedoucím technického úseku TSML, dospěl autor k závěru, že vhodnými mechanizačními prostředky jsou zástupci těchto značek a modelů:

- Bobcat - model S630,
- CASE - model SR250,
- Caterpillar - model 246D,
- New Holland - model L223,
- Novotný - model B861.

Jedná se o nabídku celkem 5 nakladačů od 5 různých výrobců, z nichž 4 jsou zahraniční (Bobcat, CASE, Caterpillar a New Holland) a 1 je český (Novotný). Pro vzájemné porovnání jednotlivých nakladačů prostřednictvím metod multikriteriální analýzy byla zvolena tato kritéria: výkon motoru, průtok hydraulického systému, tlak hydraulického systému, provozní hmotnost, užitečná nosnost (bez protizávaží) a počet servisních míst v Libereckém kraji. Nabídka vhodných nakladačů řízených prokluzem kol včetně srovnání zvolených kritérií je uvedena prostřednictvím kritériální matice Y v Tab. 18. Všechna kritéria byla zvolena jako maximalizační, tzn., že varianty s vyšší kritériální hodnotou jsou hodnoceny lépe.

Tab. 18 Kritériální matice

Varianta	Kritérium					
	1.	2.	3.	4.	5.	6.
	Výkon motoru [kW]	Průtok hydrauliky [l·min ⁻¹]	Tlak hydrauliky [bar]	Provozní hmotnost [kg]	Užitečná nosnost [kg]	Servisní místa v LK [-]
Bobcat S630	56	115,5	245	3 452	1 040	1
CASE SR250	63	143,0	210	3 490	1 135	0
Caterpillar 246D	55	121,0	280	3 368	975	1
New Holland L223	54	131,0	207	3 350	1 020	1
Novotný B861	45	120,0	210	3 350	1 000	0

Zdroj: (16), (17), (18), (19), (20)

Jak vyplývá z přehledu uvedeného v Tab. 18, pro možnou obnovu vozového parku byl vybrán 1 nakladač stejné značky i modelové řady, který již TSML v současné době používají (Caterpillar 246D) a 4 nakladače jiných značek (Bobcat S630, CASE SR250, New Holland L223 a Novotný B861). Jelikož už společnost TSML má ve svém vozovém parku 1 nakladač Caterpillar 246D, je z hlediska provozních i údržbových důvodů možné subjektivně preferovat pořízení tohoto nakladače. Nejlepší možná varianta bude ale z důvodu zachování maximální objektivity stanovena na základě matematického výpočtu pomocí zvolených metod.

3.1.6 Výpočet řešení

Matematické řešení obnovy vozového parku pomocí vybraných metod multikriteriální analýzy je provedeno pro nakladač řízený prokluzem kol. Pro odhady vah kritérií byla autorem zvolena metoda kvantitativního párového srovnávání (Saatyho metoda), která poslouží jako zdroj dat pro výpočet metodami multikriteriálního hodnocení variant. Pro multikriteriální hodnocení variant zvolil autor dvě metody, a to metodu váženého součtu a metodu TOPSIS.

1) Navržené varianty

1. Bobcat S630,
2. CASE SR250,
3. Caterpillar 246D,
4. New Holland L223,
5. Novotný B861.

2) Zvolená kritéria pro hodnocení jednotlivých variant

1. Výkon motoru,
2. Průtok hydraulického systému,
3. Tlak hydraulického systému,
4. Provozní hmotnost,
5. Užitečná nosnost (bez protizávaží),
6. Počet servisních míst v Libereckém kraji.

3) Váhy jednotlivých kritérií

Hodnocení jednotlivých kritérií v podobě bodové stupnice je uspořádáno do Saatyho matice. Pokud je kritérium ve sloupci preferováno před kritériem v řádku, jsou hodnoty vypočítány podle vztahu (3.3). Váhy jednotlivých kritérií jsou vypočítány podle vzorce (3.4).

Výpočet geometrických průměrů řádků b_i matice S a vah kritérií v_i je znázorněn prostřednictvím Saatyho matice v Tab. 19.

Tab. 19 Saatyho matice

Kritérium	1.	2.	3.	4.	5.	6.	b_i	v_i
1.	1	0,1429	0,1667	3	0,1667	0,25	0,3793	0,0438
2.	7	1	2	8	3	4	3,3220	0,3833
3.	6	0,5	1	7	2	3	2,2390	0,2584
4.	0,3333	0,1250	0,1429	1	0,2	0,2	0,2490	0,0287
5.	6	0,3333	0,5	5	1	3	1,5704	0,1812
6.	4	0,25	0,3333	5	0,3333	1	0,9067	0,1046
Součet							8,6664	1,0000

Zdroj: autor

Jak vyplývá z Tab. 19, je splněna podmínka, že součet jednotlivých vah kritérií v_i musí být roven hodnotě 1. Výpočet odhadu vah kritérií je ovlivněn subjektivním názorem autora, protože určení stupně důležitosti jednotlivých kritérií závisí na jeho uvážení, zkušenostech v řešené problematice a znalostech získaných odbornými konzultacemi se zástupci TSML.

4) Výpočet řešení pomocí metody váženého součtu

Na základě hodnot z kritériální matice Y (Tab. 18) je stanovena ideální varianta H a bazální varianta D , jejichž hodnoty jsou uvedeny v Tab. 20.

Tab. 20 Ideální a bazální varianta (metoda váženého součtu)

Varianta	Kritérium					
	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Ideální H	63,0	143,0	280,0	3490,0	1135,0	1,0
Bazální D	45,0	115,5	207,0	3350,0	975,0	0,0

Zdroj: autor

Kritériální matice Y (Tab. 18) je transformována na normalizovanou kritériální matici R pomocí vztahu (3.5). Výpočet normalizované kritériální matice je zobrazen v Tab. 21.

Tab. 21 Normalizovaná kritériální matice (metoda váženého součtu)

Varianta	Kritérium					
	1.	2.	3.	4.	5.	6.
	Výkon motoru	Průtok hydrauliky	Tlak hydrauliky	Provozní hmotnost	Užitečná nosnost	Servisní místa v LK
Bobcat S630	0,6111	0,0000	0,5205	0,7286	0,4063	1,0000
CASE SR250	1,0000	1,0000	0,0411	1,0000	1,0000	0,0000
Caterpillar 246D	0,5556	0,2000	1,0000	0,1286	0,0000	1,0000
New Holland L223	0,5000	0,5636	0,0000	0,0000	0,2813	1,0000
Novotný B861	0,0000	0,1636	0,0411	0,0000	0,1563	0,0000

Zdroj: autor

Užitek jednotlivých variant je vypočítán podle vzorce (3.6). Výpočet užitku a stanovení pořadí jednotlivých variant podle jeho největší dosažené hodnoty zobrazuje Tab. 22.

Tab. 22 Užitek jednotlivých variant (metoda váženého součtu)

Varianta	Užitek	Pořadí
Bobcat S630	0,3604	4.
CASE SR250	0,6476	1.
Caterpillar 246D	0,4677	2.
New Holland L223	0,3935	3.
Novotný B861	0,1017	5.

Zdroj: autor

Z Tab. 22 vyplývá, že podle metody váženého součtu je nejlepší variantou s dosaženou nejvyšší hodnotou užitku (označena zeleně) nakladač řízený prokluzem kol CASE SR250. Druhý v pořadí skončil nakladač Caterpillar 246D, třetí nakladač New Holland L223, čtvrtý nakladač Bobcat S630 a na posledním místě se umístil nakladač Novotný B861.

5) Výpočet řešení pomocí metody TOPSIS

Kritériální matice Y (Tab. 18) je transformována na normalizovanou kritériální matici R podle vztahu (3.7). Výpočet normalizované kritériální matice je zobrazen v Tab. 23.

Tab. 23 Normalizovaná kritériální matice (metoda TOPSIS)

Varianta	Kritérium					
	1.	2.	3.	4.	5.	6.
	Výkon motoru	Průtok hydrauliky	Tlak hydrauliky	Provozní hmotnost	Užitečná nosnost	Servisní místa v LK
Bobcat S630	0,4562	0,4084	0,4720	0,4537	0,4492	0,5774
CASE SR250	0,5132	0,5056	0,4045	0,4587	0,4902	0,0000
Caterpillar 246D	0,4480	0,4278	0,5394	0,4427	0,4211	0,5774
New Holland L223	0,4399	0,4632	0,3988	0,4403	0,4405	0,5774
Novotný B861	0,3666	0,4243	0,4045	0,4403	0,4319	0,0000

Zdroj: autor

Normalizovaná kritériální matice R (Tab. 23) je prostřednictvím vzorce (3.8) převedena na váženou kritériální matici W . Výpočet vážené kritériální matice je zobrazen v Tab. 24.

Tab. 24 Vážená kritériální matice (metoda TOPSIS)

Varianta	Kritérium					
	1.	2.	3.	4.	5.	6.
	Výkon motoru	Průtok hydrauliky	Tlak hydrauliky	Provozní hmotnost	Užitečná nosnost	Servisní místa v LK
Bobcat S630	0,0200	0,1565	0,1219	0,0130	0,0814	0,0604
CASE SR250	0,0225	0,1938	0,1045	0,0132	0,0888	0,0000
Caterpillar 246D	0,0196	0,1640	0,1394	0,0127	0,0763	0,0604
New Holland L223	0,0192	0,1775	0,1030	0,0126	0,0798	0,0604
Novotný B861	0,0160	0,1626	0,1045	0,0126	0,0783	0,0000

Zdroj: autor

Na základě hodnot z vážené kritériální matice je stanovena ideální varianta *H* a bazální varianta *D*, jejichž hodnoty jsou uvedeny v Tab. 25.

Tab. 25 Ideální a bazální varianta (metoda TOPSIS)

Varianta	Kritérium					
	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Ideální <i>H</i>	0,0225	0,1938	0,1394	0,0132	0,0888	0,0604
Bazální <i>D</i>	0,0160	0,1565	0,1030	0,0126	0,0763	0,0000

Zdroj: autor

Vzdálenosti variant od ideální varianty jsou vypočítány podle vztahu (3.9). vzdálenosti variant od bazální varianty jsou vypočítány podle vztahu (3.10). Výpočet vzdáleností variant od ideální a bazální varianty je zobrazen v Tab. 26.

Tab. 26 Vzdálenosti variant od ideální a bazální varianty (metoda TOPSIS)

Varianta	Vzdálenost varianty od ideální varianty	Vzdálenost varianty od bazální varianty
Bobcat S630	0,0419	0,0636
CASE SR250	0,0697	0,0399
Caterpillar 246D	0,0325	0,0710
New Holland L223	0,0409	0,0641
Novotný B861	0,0774	0,0066

Zdroj: autor

Relativní ukazatel vzdáleností variant od bazální varianty je vypočítán pomocí vzorce (3.11). Výpočet relativního ukazatele vzdáleností variant od bazální varianty a stanovení pořadí jednotlivých variant podle jeho největší dosažené hodnoty zobrazuje Tab. 27.

Tab. 27 Relativní ukazatel vzdáleností variant od bazální varianty (metoda TOPSIS)

Varianta	Relativní ukazatel vzdáleností	Pořadí
Bobcat S630	0,6030	3.
CASE SR250	0,3638	4.
Caterpillar 246D	0,6861	1.
New Holland L223	0,6103	2.
Novotný B861	0,0783	5.

Zdroj: autor

Z Tab. 27 vyplývá, že podle metody TOPSIS je nejlepší variantou s dosaženou nejvyšší hodnotou relativního ukazatele vzdáleností (označena zeleně) nakladač řízený prokluzem kol Caterpillar 246D. Druhý v pořadí skončil nakladač New Holland L223, třetí nakladač Bobcat S630, čtvrtý nakladač CASE SR250 a na posledním místě se umístil nakladač Novotný B861.

6) Porovnání dosažených výsledků a stanovení nejlepší varianty

Pro výpočet řešení obnovy vozového parku zvolil autor dvě metody multikriteriálního hodnocení variant, metodu váženého součtu a metodu TOPSIS, a to z důvodu vzájemného porovnání dosažených výsledků a stanovení nejlepší možné varianty. Nejlepší varianta je určena na základě dílčího pořadí jednotlivých variant podle metody váženého součtu a metody TOPSIS. Porovnání dosažených výsledků a stanovení nejlepší varianty podle celkového pořadí shrnuje Tab. 28.

Tab. 28 Porovnání dosažených výsledků a stanovení nejlepší varianty

Varianta	Dílčí pořadí		Celkové pořadí
	Metoda váženého součtu	Metoda TOPSIS	
Bobcat S630	4.	3.	4.
CASE SR250	1.	4.	3.
Caterpillar 246D	2.	1.	1.
New Holland L223	3.	2.	2.
Novotný B861	5.	5.	5.

Zdroj: autor

Z Tab. 28 vyplývá, že podle celkového pořadí je nejlepší variantou (označena zeleně) pořízení nakladače řízeného prokluzem kol Caterpillar 246D. Na druhém místě skončil nakladač New Holland L223, a to z důvodu servisního zastoupení značky v Libereckém kraji, což je výhoda oproti nakladači CASE SR250, kterému tak připadlo třetí místo. Čtvrtý skončil nakladač Bobcat S630 a na posledním místě se umístil nakladač Novotný B861.

3.1.7 Návrh na nový mechanizační prostředek

Na základě výsledků jednotlivých nakladačů podle obou zvolených metod dosáhl nejlepšího celkového hodnocení nakladač řízený prokluzem kol Caterpillar 246D, a proto ho autor navrhuje a doporučuje společnosti TSML k obnově vozového parku. Zástupci TSML byli

seznámení s návrhem autora a zjištěná fakta využijí při výběrovém řízení na pořízení nového nakladače řízeného prokluzem kol v roce 2019. Dále je uveden popis zmíněného nakladače.

Nakladač řízený prokluzem kol Caterpillar 246D

Nakladač řízený prokluzem kol Caterpillar 246D (Obr. 18) představuje univerzální, výkonný a moderní stroj, který mohou TSML využívat celoročně pro nejrůznější činnosti týkající se zimní i letní údržby pozemních komunikací. V zimním období by nový nakladač mohl být nasazen na údržbu chodníků v kilometricky nejrozsáhlejším programu údržby CH 2/1, kde by nahradil jeden z trojice dosluhujících a provozně velmi nespolehlivých nakladačů Gehl 5640 a umožnil tak efektivnější provádění zimní údržby s nižšími náklady.



Obr. 18 Nakladač Caterpillar 246D

Zdroj: (21)

Základní technické parametry nakladače Caterpillar 246D jsou uvedeny v Tab. 29.

Tab. 29 Technické parametry nakladače Caterpillar 246D

Základní technické parametry	
Pohon	4 x 4
Výkon motoru [kW]	55
Průtok hydrauliky [l·min ⁻¹]	121
Tlak hydrauliky [bar]	280
Provozní hmotnost [kg]	3 368
Užitečná nosnost [kg]	975
Maximální rychlost [km·h ⁻¹]	18

Zdroj: (18)

3.2 Úprava Operačního plánu zimní údržby

Analýzou současného stavu Operačního plánu zimní údržby městských komunikací 2017 - 2018 autor zjistil několik nedostatků, které jsou popsány v kapitole 2.2 a shrnuty v kapitole 2.6. Navrhovaným optimalizačním řešením zjištěných nedostatků je úprava Operačního plánu zimní údržby včetně přílohy po obsahové i formální stránce. Cílem úpravy je eliminace chybných údajů, doplnění chybějících dat a přehlednější uspořádání kapitol, což přispěje ke kvalitnějšímu provedení celého dokumentu, který TSML každoročně předkládají Radě města Liberce ke schválení a podle kterého provádí ZÚMK v Liberci.

3.2.1 Jednotná formální úprava

Základním problémem současné podoby Operačního plánu zimní údržby je nejednotná formální úprava hlavní části i přílohy. Navrhované změny se týkají jednak pozměněné struktury hlavní části a také sjednocení použitého vzhledu písma, nadpisů, číslování, tabulek atd. Návrh nového uspořádání hlavní části Operačního plánu zimní údržby obsahuje v uvedeném pořadí tyto součásti:

- titulní stranu,
- obsah,
- seznam tabulek,
- seznam zkratek,
- úvod,
- hlavní část dokumentu,
- závěr,
- seznam použitých informačních zdrojů,
- seznam příloh.

Na základě výše navrženého uspořádání autor doporučuje, aby titulní strana obsahovala základní údaje, jako je přesný a úplný název plánu zimní údržby (Operační plán zimní údržby místních komunikací 2017/2018), název organizace zajišťující ZÚMK (Technické služby města Liberce, a. s.), jméno autora (případně jména autorů) a rok vydání (2017). U obsahu je důležitá přehlednost a logické uspořádání jednotlivých kapitol do číslovaných hlavních kapitol a podkapitol druhé či třetí úrovně. Dalším důležitým aspektem je seznam

tabulek obsahující všechny tabulky v dokumentu s uvedením čísla a názvu každé tabulky a také strany, na které se příslušná tabulka nachází. Rovněž by neměl chybět seznam zkratk s uvedením všech zkratk, které se nachází v textu včetně jejich plného znění či vysvětlení. Úvodní část zpravidla obsahuje základní informace o daném dokumentu, v tomto případě tedy o Operačním plánu zimní údržby, jeho zpracování, rozsahu, cílech, platnosti a souhrnu činností, které se podle něj provádí při ZÚMK. Dle názoru autora by bylo vhodné do hlavní části dokumentu zahrnout kapitoly obsahující základní ustanovení, organizační zabezpečení zimní údržby, mechanizační prostředky pro zimní údržbu, posypové materiály, rozsah a technologii zimní údržby, smluvní dodavatele pro výpomoc při zimní údržbě a činnosti prováděné v případě absence zimních povětrnostních podmínek. Závěrečnou část je vhodné pojmut jako stručné shrnutí a rekapitulaci nejdůležitějších informací z jednotlivých kapitol. Chybět nesmí ani seznam použitých informačních zdrojů, ve kterém musí být uvedeny všechny citované zdroje, např. základní právní předpisy upravující provádění ZÚMK v Liberci, použité mapové podklady aj. K Operačnímu plánu zimní údržby je zpracována obsáhlá příloha, kterou je třeba uvést v seznamu příloh. Pro jednotnou formální úpravu je rovněž vhodné, aby byl v hlavní části Operačního plánu zimní údržby i v příloze sjednocen vizuální styl. Jedná se především o typ, velikost a barvu písma, styl nadpisů, zarovnání textu do bloku, číslování kapitol a podkapitol, číslování stránek či vzhled tabulek.

3.2.2 Uspořádání a názvy kapitol

Hlavní část Operačního plánu zimní údržby

Nadměrné množství kapitol (celkem 46) s nelogickým a nepřehledným uspořádáním je vhodné minimalizovat tím, že se některé stávající kapitoly začlení do nových hlavních kapitol a podkapitol a jiné se zruší, ale jejich obsah se ponechá. Současně také dojde u vybraných kapitol ke změně nepřiliš vyhovujících názvů. Oproti stávajícímu uspořádání a názvům jednotlivých kapitol (viz kapitola 2.2.1), navrhuje autor provést následující změny:

- 1) Kapitolu „Základní ustanovení“ ponechat.
- 2) Kapitolu „Operační štáb ZÚMK TSML, a. s.“ přesunout do nové kapitoly „Organizační zabezpečení zimní údržby“, podkapitoly „Operační štáby“.
- 3) Kapitolu „Pro řízení a koordinaci ZÚMK v TSML, a. s. je stanoven operační štáb ZÚMK jako pomocný orgán VŘ TSML, a. s., který bude pracovat ve složení“ zrušit, ale obsah

- ponechat a přesunout do nové kapitoly „Organizační zabezpečení zimní údržby“, podkapitoly „Operační štáby“.
- 4) Kapitulu „Městský operační štáb ZÚMK“ přesunout do nové kapitoly „Organizační zabezpečení zimní údržby“, podkapitoly „Operační štáby“.
 - 5) Kapitulu „ZÚMK ve městě Liberec 2017/2018 - TSML, a. s.“ přejmenovat na „Osoby odpovědné za provádění ZÚMK“ a přesunout do nové kapitoly „Organizační zabezpečení zimní údržby“.
 - 6) Kapitulu „Organizace a řízení ZÚMK“ přesunout do nové kapitoly „Organizační zabezpečení zimní údržby“.
 - 7) Kapitulu „Nástupy do zaměstnání - provozní zaměstnanci“ zrušit, ale obsah ponechat a přesunout do nové kapitoly „Organizační zabezpečení zimní údržby“, podkapitoly „Organizace a řízení ZÚMK“.
 - 8) Kapitulu „Na úseku č. 2“ zrušit, ale obsah ponechat a přesunout do nové kapitoly „Organizační zabezpečení zimní údržby“, podkapitoly „Organizace a řízení ZÚMK“.
 - 9) Kapitulu „Povinnosti pracovníků provádějících ZÚMK“ přejmenovat na „Seznam pracovníků TSML, a. s. a jejich povinnosti při ZÚMK“ a přesunout do nové kapitoly „Organizační zabezpečení zimní údržby“.
 - 10) Kapitulu „Rekapitulace mechanismů a pracovníků TSML, a. s.“ zrušit, ale obsah ponechat a přesunout do kapitoly „Závěr“.
 - 11) Kapitulu „Seznam pracovníků TSML, a. s. začleněných do ZÚMK po profesích“ zrušit, ale obsah ponechat a přesunout do nové kapitoly „Organizační zabezpečení zimní údržby“, podkapitoly „Seznam pracovníků TSML, a. s. a jejich povinnosti při ZÚMK“.
 - 12) Kapitulu „Seznam vozidel a mechanismů TSML, a. s. pro ZÚMK 2017/2018“ uspořádat a přejmenovat podle určení vozidel na „Mechanismy pro zimní údržbu vozovek“, „Mechanismy pro zimní údržbu chodníků“, „Ostatní mechanismy a vozidla pro zimní údržbu“ a přesunout do nové kapitoly „Mechanizační prostředky pro zimní údržbu“.
 - 13) Kapitulu „Základní technologické postupy při zajišťování zimní údržby komunikací“ zrušit, ale obsah ponechat a přesunout do nové kapitoly „Rozsah a technologie zimní údržby“.
 - 14) Kapitulu „Stupně povětrnostní situace“ zrušit, ale obsah ponechat a přesunout do nové kapitoly „Rozsah a technologie zimní údržby“.

- 15) Kapitulu „Časové limity pro zahájení prací při zimní údržbě komunikací“ ponechat, ale přejmenovat na „Lhůty pro zmírňování závad ve sjízdnosti a schůdnosti“.
- 16) Kapitulu „Spolupráce TSML, a. s. s orgány magistrátu města Liberce, orgány policie“ přesunout do nové kapitoly „Organizační zabezpečení zimní údržby“.
- 17) Kapitulu „Vysvětlení základních pojmů použitých v plánu ZÚMK“ přejmenovat na „Základní pojmy“ a přesunout do stávající kapitoly „Základní ustanovení“.
- 18) Kapitulu „Kontrolní činnost nad prováděním zimní údržby místních komunikací v Liberci“ přejmenovat na „Kontrolní činnost při provádění ZÚMK“ a přesunout do nové kapitoly „Organizační zabezpečení zimní údržby“.
- 19) Kapitulu „Bezpečnost a ochrana zdraví při práci při výkonu zimní údržby“ přesunout do stávající kapitoly „Základní ustanovení“.
- 20) Kapitulu „Schvalovací doložka“ přesunout do stávající kapitoly „Základní ustanovení“.
- 21) Kapitulu „Přehled o použití posypového materiálu na vozovkách I., II. a III. kategorie v zimním období 2017/2018 v běžných metrech“ přejmenovat na „Přehled o použití posypových materiálů při ZÚMK“ a přesunout do nové kapitoly „Posypové materiály“.
- 22) Kapitulu „Přehled o použití posypového materiálu na chodnících I., II. kategorie v zimním období 2017/2018 v běžných metrech“ zrušit, ale obsah ponechat a přesunout do nové kapitoly „Posypové materiály“, podkapitoly „Přehled o použití posypových materiálů při ZÚMK“.
- 23) Kapitulu „Rozsah zimní údržby 2017/2018 ve městě Liberci“ zrušit, ale obsah ponechat a přiřadit k jednotlivým podkapitolám v nové kapitole „Rozsah a technologie zimní údržby“.
- 24) Kapitulu „Zimní údržba veřejných prostranství“ přesunout do nové kapitoly „Rozsah a technologie zimní údržby“.
- 25) Kapitulu „Zimní údržba městských parkovišť a zón placeného stání“ přesunout do nové kapitoly „Rozsah a technologie zimní údržby“.
- 26) Kapitulu „Zimní údržba městských schodišť“ přejmenovat na „Zimní údržba schodišť“ a přesunout do nové kapitoly „Rozsah a technologie zimní údržby“.
- 27) Kapitulu „Zimní údržba přechodů“ přesunout do nové kapitoly „Rozsah a technologie zimní údržby“.
- 28) Kapitulu „Zimní údržba cest v parcích“ přesunout do nové kapitoly „Rozsah a technologie zimní údržby“.

- 29) Kapitulu „Zimní údržba zastávek MHD“ přesunout do nové kapitoly „Rozsah a technologie zimní údržby“.
- 30) Kapitulu „Zimní údržba komunikací v křižovatkách“ přejmenovat na „Zimní údržba křižovatek“ a přesunout do nové kapitoly „Rozsah a technologie zimní údržby“.
- 31) Kapitulu „Zimní údržba vybraných mostních konstrukcí“ přesunout do nové kapitoly „Rozsah a technologie zimní údržby“.
- 32) Kapitulu „Plán údržby vozovek I., II., III. kategorie“ přesunout do nové kapitoly „Rozsah a technologie zimní údržby“, podkapitoly „Zimní údržba vozovek“.
- 33) Kapitulu „Preventivní posyp vozovek I. kategorie“ přesunout do nové kapitoly „Rozsah a technologie zimní údržby“, podkapitoly „Zimní údržba vozovek“.
- 34) Kapitulu „Plán údržby - chodníky I. a II. kategorie“ přesunout do nové kapitoly „Rozsah a technologie zimní údržby“, podkapitoly „Zimní údržba chodníků“.
- 35) Kapitulu „Obsazení jednotlivých programů mechanismy a lidskými zdroji“ zrušit, ale obsah ponechat a přiřadit k jednotlivým podkapitolám v nové kapitole „Rozsah a technologie zimní údržby“.
- 36) Kapitulu „Vozovky I. a II. kategorie“ přesunout do nové kapitoly „Rozsah a technologie zimní údržby“, podkapitoly „Zimní údržba vozovek“.
- 37) Kapitulu „Vozovky III. kategorie“ přesunout do nové kapitoly „Rozsah a technologie zimní údržby“, podkapitoly „Zimní údržba vozovek“.
- 38) Kapitulu „Chodníky“ přesunout do nové kapitoly „Rozsah a technologie zimní údržby“, podkapitoly „Zimní údržba chodníků“.
- 39) Kapitulu „Uvedená mechanizace, která zajišťuje zimní údržbu pro SML může v době, kdy není využita pro tuto údržbu, provádět práce pro externí zadavatele“ zrušit, ale obsah ponechat a přesunout do nové kapitoly „Mechanizační prostředky pro zimní údržbu“.
- 40) Kapitulu „Schody, přechody, zastávky“ zrušit, ale obsah ponechat a přiřadit k příslušným podkapitolám v nové kapitole „Rozsah a technologie zimní údržby“.
- 41) Kapitulu „Odvoz sněhu“ přesunout do nové kapitoly „Rozsah a technologie zimní údržby“.
- 42) Kapitulu „Sněhová kalamita“ přesunout do nové kapitoly „Rozsah a technologie zimní údržby“.

- 43) Kapitulu „Zajištění cizích organizací a soukromníků pro výpomoc při ZÚMK 2017/2018“ přesunout do nové kapitoly „Smluvní dodavatelé“.
- 44) Kapitulu „Adresář pracovníků TH pro ZÚMK 2017/2018“ zrušit, ale obsah ponechat a přesunout do nové kapitoly „Organizační zabezpečení zimní údržby“, podkapitoly „Seznam pracovníků TSML, a. s. a jejich povinnosti při ZÚMK“.
- 45) Kapitulu „Seznam důležitých telefonních spojení“ přesunout do nové kapitoly „Organizační zabezpečení zimní údržby“.
- 46) Kapitulu „Provádění náhradních prací v období od 1. 11. 2017 do 31. 3. 2018 v případě absence zimních povětrnostních podmínek“ ponechat, ale přejmenovat na „Činnosti prováděné v případě absence zimních povětrnostních podmínek“.

Novým uspořádáním hlavní části Operačního plánu zimní údržby vzniklo 8 hlavních kapitol (základní ustanovení, organizační zabezpečení zimní údržby, mechanizační prostředky pro zimní údržbu, posypové materiály, lhůty pro zmírňování závad ve sjízdnosti a schůdnosti, rozsah a technologie zimní údržby, smluvní dodavatelé pro výpomoc při zimní údržbě, činnosti prováděné v případě absence zimních povětrnostních podmínek), jejichž členění do číslovaných hlavních kapitol a podkapitol druhé úrovně je uvedeno v kapitole 3.2.3.

Příloha k Operačnímu plánu zimní údržby

Uspořádání kapitol (částí) s udržovanými místními komunikacemi není vhodně zvoleno, neboť nerespektuje stanovené časové lhůty pro dokončení prací při zmírňování závad ve sjízdnosti a schůdnosti, které jsou uvedeny v kapitole 2.5.2 v Tab. 14. Vhodným řešením je jednak změnit pořadí udržovaných místních komunikací v příloze a stejně jako u hlavní části minimalizovat nadměrný počet kapitol tím, že se některé stávající kapitoly začlení do nových hlavních kapitol a podkapitol. Současně také dojde u vybraných kapitol ke změně nepříliš vyhovujících názvů. Oproti stávajícímu uspořádání a názvům jednotlivých kapitol (viz kapitola 2.2.2), navrhuje autor provést následující změny:

- 1) Kapitulu „Veřejná prostranství“ ponechat.
- 2) Kapitulu „Parkoviště - placená s parkovacími automaty nebo rezidentskými kartami“ přesunout do nové kapitoly „Parkoviště“.
- 3) Kapitulu „Parkoviště - neplacená veřejná nebo s rezidentskými kartami“ přesunout do nové kapitoly „Parkoviště“.

- 4) Kapitulu „Parkoviště - parkovací plochy na vozovkách“ přesunout do nové kapitoly „Parkoviště“.
- 5) Kapitulu „Schodiště“ ponechat.
- 6) Kapitulu „Přechody“ ponechat.
- 7) Kapitulu „Zastávky MHD“ ponechat.
- 8) Kapitulu „Programy údržby cest v parcích“ ponechat, ale přejmenovat na „Cesty v parcích“.
- 9) Kapitulu „Křižovatky“ ponechat.
- 10) Kapitulu „Preventivní posyp pro velké sypače“ přejmenovat na „Preventivní posyp vozovek - velké sypače“ a přesunout do nové kapitoly „Vozovky“, podkapitoly „Preventivní posyp vozovek I. kategorie“.
- 11) Kapitulu „Preventivní posyp pro malé sypače“ přejmenovat na „Preventivní posyp vozovek - malé sypače“ a přesunout do nové kapitoly „Vozovky“, podkapitoly „Preventivní posyp vozovek I. kategorie“.
- 12) Kapitulu „Programy údržby vozovek I. kategorie“ přejmenovat na „Vozovky I. kategorie“ a přesunout do nové kapitoly „Vozovky“.
- 13) Kapitulu „Programy údržby vozovek II. kategorie“ přejmenovat na „Vozovky II. kategorie“ a přesunout do nové kapitoly „Vozovky“.
- 14) Kapitulu „Programy údržby vozovek III. kategorie“ přejmenovat na „Vozovky III. kategorie“ a přesunout do nové kapitoly „Vozovky“.
- 15) Kapitulu „Komunikace (části) udržované ve zvláštním režimu“ ponechat, ale přejmenovat na „Místní komunikace (části) udržované ve zvláštním režimu“.
- 16) Kapitulu „Programy údržby chodníků I. kategorie“ přejmenovat na „Chodníky I. kategorie“ a přesunout do nové kapitoly „Chodníky“.
- 17) Kapitulu „Programy údržby chodníků II. kategorie“ přejmenovat na „Chodníky II. kategorie“ a přesunout do nové kapitoly „Chodníky“.
- 18) Kapitulu „Preventivní posyp pro malé sypače“ zrušit, neboť je v příloze k Operačnímu plánu zimní údržby uvedena duplicitně.

Novým uspořádáním přílohy k Operačnímu plánu zimní údržby vzniklo 10 hlavních kapitol (vozovky, chodníky, veřejná prostranství, přechody, schodiště, zastávky MHD, parkoviště, cesty v parcích, křižovatky, místní komunikace (části) udržované ve zvláštním

režimu), jejichž členění do číslovaných hlavních kapitol a podkapitol druhé úrovně je uvedeno v kapitole 3.2.3.

3.2.3 Členění kapitol do číslovaných kapitol a podkapitol

Hlavní část Operačního plánu zimní údržby

Na základě navrhovaného uspořádání hlavní části Operačního plánu zimní údržby jsou nově vzniklé hlavní kapitoly a podkapitoly druhé úrovně rozčleněny logickým a přehledným způsobem do číslovaných kapitol a podkapitol. Návrh členění hlavní části je uveden níže.

Seznam tabulek

Seznam zkratk

Úvod

1 Základní ustanovení

1.1 Základní pojmy

1.2 Bezpečnost a ochrana zdraví při práci při výkonu zimní údržby

1.3 Schvalovací doložka

2 Organizační zabezpečení zimní údržby

2.1 Osoby odpovědné za provádění ZÚMK

2.2 Operační štáby

2.3 Spolupráce TSML, a. s. s orgány magistrátu města Liberce, orgány policie

2.4 Seznam pracovníků TSML, a. s. a jejich povinnosti při ZÚMK

2.5 Organizace a řízení ZÚMK

2.6 Seznam důležitých telefonních spojení

2.7 Kontrolní činnost při provádění ZÚMK

3 Mechanizační prostředky pro zimní údržbu

3.1 Mechanismy pro zimní údržbu vozovek

3.2 Mechanismy pro zimní údržbu chodníků

3.3 Ostatní mechanismy a vozidla pro zimní údržbu

4 Posypové materiály

4.1 Úložiště a skladování posypových materiálů

4.2 Přehled o použití posypových materiálů při ZÚMK

- 5 Lhůty pro zmírňování závad ve sjízdnosti a schůdnosti
 - 5.1 Časové lhůty pro zahájení prací zimní údržby
 - 5.2 Časové lhůty pro dokončení prací zimní údržby
- 6 Rozsah a technologie zimní údržby
 - 6.1 Zimní údržba vozovek
 - 6.2 Zimní údržba chodníků
 - 6.3 Zimní údržba veřejných prostranství
 - 6.4 Zimní údržba přechodů
 - 6.5 Zimní údržba schodišť
 - 6.6 Zimní údržba zastávek MHD
 - 6.7 Zimní údržba městských parkovišť a zón placeného stání
 - 6.8 Zimní údržba cest v parcích
 - 6.9 Zimní údržba křižovatek
 - 6.10 Zimní údržba vybraných mostních konstrukcí
 - 6.11 Odvoz sněhu
 - 6.12 Sněhová kalamita
- 7 Smluvní dodavatelé pro výpomoc při zimní údržbě
 - 7.1 Smluvní dodavatelé pro běžnou zimní údržbu
 - 7.2 Smluvní dodavatelé pro zhoršené povětrnostní podmínky
 - 7.3 Smluvní dodavatelé pro případ sněhové kalamity
- 8 Činnosti prováděné v případě absence zimních povětrnostních podmínek

Závěr

Seznam použitých informačních zdrojů

Seznam příloh

Z uvedeného členění kapitol do číslovaných kapitol a podkapitol vyplývá, že se tímto návrhem podařilo snížit počet hlavních kapitol ze 46 na pouhých 8, přičemž vznikly také podkapitoly druhé úrovně z důvodu větší přehlednosti a detailnějšího zaměření jednotlivých kapitol. U vybraných kapitol došlo ke změně nepříliš vhodného názvu. Doplněny rovněž byly chybějící strany se seznamem tabulek, seznamem zkratk, závěrem, seznamem použitých informačních zdrojů a seznamem příloh. Základní pojmy byly přesunuty na začátek Operačního plánu zimní údržby do kapitoly *1 Základní ustanovení*.

Příloha k Operačnímu plánu zimní údržby

Na základě navrhovaného uspořádání přílohy k Operačnímu plánu zimní údržby jsou nově vzniklé hlavní kapitoly a podkapitoly druhé úrovně rozčleněny logickým a přehledným způsobem do číslovaných kapitol a podkapitol. Návrh členění přílohy je uveden níže.

1 Vozovky

1.1 Preventivní posyp vozovek I. kategorie

1.2 Vozovky I. kategorie

1.3 Vozovky II. kategorie

1.4 Vozovky III. kategorie

2 Chodníky

2.1 Chodníky I. kategorie

2.2 Chodníky II. kategorie

3 Veřejná prostranství

4 Přejechody

5 Schodiště

6 Zastávky MHD

7 Parkoviště

7.1 Parkoviště - placená s parkovacími automaty nebo rezidentskými kartami

7.2 Parkoviště - neplacená veřejná nebo s rezidentskými kartami

7.3 Parkoviště - parkovací plochy na vozovkách

8 Cesty v parcích

9 Křižovatky

10 Místní komunikace (části) udržované ve zvláštním režimu

Z uvedeného členění kapitol do číslovaných kapitol a podkapitol vyplývá, že se tímto návrhem podařilo snížit počet hlavních kapitol z 18 na pouhých 10, přičemž vznikly také podkapitoly druhé úrovně z důvodu větší přehlednosti a detailnějšího zaměření některých kapitol. U vybraných kapitol došlo ke změně nepřilíživého názvu. Udržované místní komunikace byly seřazeny v pořadí, které odpovídá stanoveným časovým lhůtám pro dokončení prací při zmírňování závad ve sjízdnosti a schůdnosti.

3.2.4 Číslování a názvy tabulek

Jelikož hlavní část Operačního plánu zimní údržby obsahuje celkem 23 tabulek, u nichž není uvedeno číslování ani názvy, navrhuje autor každé tabulce přiřadit číslo a rovněž vhodný název. Číslo a název každé tabulky je nutné uvést v kapitole „Seznam tabulek“, která se podle nového uspořádání nachází v úvodní části dokumentu. Návrh číslování a názvů tabulek je uveden níže. V závorce za názvem tabulky je popsáno, zda se jedná o novou či stávající tabulku a v jaké kapitole Operačního plánu zimní údržby se příslušná tabulka bude nacházet.

Tab. 1 *Seznam pracovníků pro zimní údržbu* (stávající, kapitola 2.4)

Tab. 2 *Provozní doby dispečinků* (nová, kapitola 2.5)

Tab. 3 *Seznam důležitých telefonních spojení* (stávající, kapitola 2.6)

Tab. 4 *Přehled mechanismů pro zimní údržbu* (stávající, kapitola 3)

Tab. 5 *Mechanismy pro zimní údržbu vozovek* (nová, kapitola 3.1)

Tab. 6 *Mechanismy pro zimní údržbu chodníků* (nová, kapitola 3.2)

Tab. 7 *Ostatní mechanismy a vozidla pro zimní údržbu* (nová, kapitola 3.3)

Tab. 8 *Přehled o použití posypových materiálů při ZÚMK* (stávající, kapitola 4.2)

Tab. 9 *Časové lhůty pro dokončení prací zimní údržby* (nová, kapitola 5.2)

Tab. 10 *Rozdělení vozovek a chodníků podle pořadí důležitosti* (nová, kapitola 6)

Tab. 11 *Programy zimní údržby vozovek* (stávající, kapitola 6.1)

Tab. 12 *Programy preventivního posypu vozovek I. kategorie* (nová, kapitola 6.1)

Tab. 13 *Programy zimní údržby chodníků* (stávající, kapitola 6.2)

Tab. 14 *Programy zimní údržby veřejných prostranství* (stávající, kapitola 6.3)

Tab. 15 *Programy zimní údržby přechodů* (stávající, kapitola 6.4)

Tab. 16 *Programy zimní údržby schodišť* (stávající, kapitola 6.5)

Tab. 17 *Programy zimní údržby zastávek MHD* (stávající, kapitola 6.6)

Tab. 18 *Programy zimní údržby městských parkovišť a zón placeného stání* (stávající, kap. 6.7)

Tab. 19 *Programy zimní údržby cest v parcích* (stávající, kapitola 6.8)

Tab. 20 *Programy zimní údržby křižovatek* (nová, kapitola 6.10)

Tab. 21 *Smluvní dodavatelé pro běžnou zimní údržbu* (stávající, kapitola 7.1)

Tab. 22 *Smluvní dodavatelé pro zhoršené povětrnostní podmínky* (stávající, kapitola 7.2)

Tab. 23 *Smluvní dodavatelé pro případ sněhové kalamity* (stávající, kapitola 7.2)

Z uvedeného číslování a názvů tabulek vyplývá, že počet tabulek zůstal stejný, ale došlo k jejich novému uspořádání, číslování a pojmenování. Některé původní tabulky byly autorem sloučeny do jedné nové tabulky a několik jich bylo nově přidáno. Přidány byly chybějící tabulky s programy preventivního posypu vozovek I. kategorie (viz kapitola 3.2.5) a programy zimní údržby křižovatek (viz kapitola 3.2.6). U některých údajů v textu došlo k jejich uspořádání do tabulek z důvodu větší přehlednosti, např. provozní doby dispečinků (Tab. 2), časové lhůty pro dokončení prací zimní údržby (Tab. 9), rozdělení vozovek a chodníků podle pořadí důležitosti (Tab. 10). Původní tabulku obsahující seznam mechanismů a vozidel TSML určených pro ZÚMK autor rozdělil do třech nových tabulek podle určení mechanismů. Nově tak vznikla Tab. 5 *Mechanismy pro zimní údržbu vozovek*, dále Tab. 6 *Mechanismy pro zimní údržbu chodníků* a rovněž Tab. 7 *Ostatní mechanismy a vozidla pro zimní údržbu*.

3.2.5 Programy preventivního posypu vozovek I. kategorie

V hlavní části Operačního plánu zimní údržby není uvedena tabulka s programy preventivního posypu vozovek I. kategorie. Tento nedostatek je možné odstranit zařazením chybějící tabulky do příslušné kapitoly zabývající se zimní údržbou vozovek. Programy preventivního posypu vozovek zařazených do I. kategorie včetně jejich rozsahu, druhu posypového materiálu a nasazovaného mechanismu uvádí Tab. 30.

Tab. 30 Programy preventivního posypu vozovek I. kategorie

Místní komunikace	Program údržby	Rozsah údržby¹⁾	Druh posypového materiálu	Mechanizační prostředek
Vozovky I. kategorie	A (V)	15,499 [km]	chemický	sypač Mercedes-Benz
	B (V)	7,630 [km]	chemický	sypač Mercedes-Benz
	C (V)	4,520 [km]	chemický	sypač Mercedes-Benz
	A (M)	2,545 [km]	chemický	sypač Multicar
	B (M)	1,676 [km]	chemický	sypač Multicar

Pozn.: 1) - přibližné hodnoty (přesná data jsou získávána pomocí výstupů z vozidlových GPS zařízení)

(V) - velké sypače

(M) - malé sypače

Zdroj: (9), úprava autor

Uvedenou Tab. 30 navrhuje autor zařadit v hlavní části Operačního plánu zimní údržby do kapitoly 6 *Rozsah a technologie zimní údržby*, podkapitoly 6.1 *Zimní údržba vozovek*, jako Tab. 12 *Programy preventivního posypu vozovek I. kategorie*.

3.2.6 Programy zimní údržby křižovatek

V hlavní části Operačního plánu zimní údržby není uvedena tabulka s programy zimní údržby křižovatek. Tento nedostatek je možné odstranit zařazením chybějící tabulky do příslušné kapitoly zabývající se zimní údržbou křižovatek. Programy zimní údržby křižovatek včetně jejich rozsahu a druhu posypového materiálu uvádí Tab. 31. Posypový materiál není uveden, protože jsou křižovatky pouze pluhovány při větším spadu sněhu nebo při dlouhodobém sněžení, kdy se běžným pluhováním vozovek vytváří na křižovatkách sněhové bariéry.

Tab. 31 Programy zimní údržby křižovatek

Místní komunikace	Program údržby	Rozsah údržby	Posypový materiál
Křižovatky	A/1	27 [křižovatek]	---
	A/2	28 [křižovatek]	---
	A/3	27 [křižovatek]	---
	B/1	25 [křižovatek]	---
	B/2	23 [křižovatek]	---
	B/3	29 [křižovatek]	---
	B/4	32 [křižovatek]	---

Zdroj: (9), úprava autor

Uvedenou Tab. 31 navrhuje autor zařadit v hlavní části Operačního plánu zimní údržby do kapitoly 6 *Rozsah a technologie zimní údržby*, podkapitoly 6.10 *Zimní údržba křižovatek*, jako Tab. 20 *Programy zimní údržby křižovatek*.

3.2.7 Specifikace používaných druhů inertních posypových materiálů

V příloze k Operačnímu plánu zimní údržby není u některých programů údržby specifikován používaný druh inertního posypového materiálu. Tento nedostatek se týká programů údržby vozovek I. kategorie 1/7, vozovek II. kategorie 2/3, vozovek III. kategorie, chodníků I. kategorie 1/2, 1/8, 1/9, chodníků II. kategorie (kromě 2/4 a 2/6), schodišť, zastávek MHD a cest v parcích. U výše uvedených programů údržby je nutné uvést používaný druh inertního posypového materiálu, kterým je:

- drť u vozovek I. kategorie 1/7,
- drť u vozovek II. kategorie 2/3,
- drť u vozovek III. kategorie,

- drť u chodníků I. kategorie 1/2, 1/8, 1/9,
- drť u chodníků II. kategorie (kromě 2/4 a 2,6),
- ekogrit u schodišť,
- ekogrit u zastávek MHD,
- písek u cest v parcích.

3.2.8 Změna názvu Operačního plánu zimní údržby

Stávající název „Operační plán zimní údržby městských komunikací 2017 - 2018“ není vhodně zvolen, neboť je v něm nesprávně uvedena kategorie udržovaných pozemních komunikací. Podle zákona (1) a jeho názvosloví pro rozdělení pozemních komunikací do kategorií, jsou udržovány místní komunikace, nikoliv městské komunikace. Autor proto doporučuje změnu názvu na „Operační plán zimní údržby místních komunikací 2017/2018“ z důvodu použití správné terminologie a kategorizace udržovaných pozemních komunikací.

3.2.9 Další navrhované úpravy

Mezi další navrhované úpravy zjištěných nedostatků, které jsou vyjmenovány v Tab. 4 a Tab. 5, patří doplnění délek udržovaných ulic u vybraných programů zimní údržby vozovek a doplnění řádku záhlaví u většiny tabulek, včetně tabulek rozdělených na více stran.

Doplnění délek udržovaných ulic u vybraných programů zimní údržby vozovek

Podle názoru autora by společnost TSML měla doplnit do přílohy k Operačnímu plánu zimní údržby, kapitoly 1 *Vozovky* chybějící délky udržovaných ulic. Jedná se o délky udržovaných ulic u preventivního posypu vozovek - velké sypače (včetně celkové délky) v podkapitole 1.1 *Preventivní posyp vozovek I. kategorie* a o délky udržovaných ulic všech programů údržby vozovek III. kategorie v podkapitole 1.4 *Vozovky III. kategorie*.

Doplnění řádku záhlaví u většiny tabulek včetně tabulek rozdělených na více stran

Řádek záhlaví by měl být součástí každé tabulky, a především tabulek rozdělených na více stran, protože jednoznačně přispěje k větší přehlednosti a srozumitelnosti příslušné tabulky díky konkrétnímu a výstižnému pojmenování každého sloupce.

4 ZHODNOCENÍ NAVRŽENÝCH ZMĚN

Závěrečná kapitola práce přináší posouzení a zhodnocení autorem navržených změn ve vztahu k optimalizaci zimní údržby místních komunikací v Liberci. Na základě výsledků analýzy současného stavu zimní údržby byly v kapitole 3 navrženy celkem dva optimalizační návrhy. Prvním návrhem je obnova vozového parku, která se týká pořízení nového nakladače řízeného prokluzem kol pro zimní údržbu chodníků. Druhý návrh se týká úpravy Operačního plánu zimní údržby městských komunikací 2017 - 2018, jež je zaměřena na odstranění nedostatků zjištěných v současném zpracování.

4.1 Návrh na obnovu vozového parku

Autor analýzou současného stavu nasazovaných mechanizačních prostředků pro zimní údržbu chodníků zjistil, že se TSML potýkají s nízkou provozní spolehlivostí a vysokými náklady na provoz a údržbu u nakladačů řízených prokluzem kol značky Gehl 5640, což přináší komplikace nejen z pohledu řádného a včasného provádění zimní údržby. Jako možné optimalizační řešení zvolil autor obnovu vozového parku v podobě pořízení nového nakladače řízeného prokluzem kol. Na základě nejlepšího dosaženého výsledku dle metody váženého součtu a metody TOPSIS, byl navržen pro obnovu vozového parku nakladač řízený prokluzem kol Caterpillar 246D. Přínosy pořízení nového nakladače jsou následující:

- vyšší provozní spolehlivost,
- nižší provozní a údržbové náklady,
- větší komfort pro obsluhu,
- nižší průměrné stáří nakladačů,
- jednotnější složení vozového parku.

Vyšší provozní spolehlivost nového nakladače má zásadní vliv na kvalitní a včasné provedení zimní údržby v lokalitách zahrnutých do programu údržby CH 2/1, kde jsou nakladače řízené prokluzem kol nasazovány. Nižší provozní a údržbové náklady souvisí s menší poruchovostí stroje a rovněž se servisním zastoupením značky Caterpillar (Zeppelin CZ) v Libereckém kraji. Zároveň jsou z ekonomického hlediska klíčové pro společnost TSML. Větší komfort pro obsluhu zajistí kvalitně utěsněná kabina, která přináší tišší pracovní

prostředí a tepelnou pohodu při nepříznivých klimatických podmínkách. Nižší průměrné stáří nakladačů řízených prokluzem kol vyplývá ze samotné podstaty obnovy vozového parku, kdy je cílem pořídit nový mechanizační prostředek. Jednotnější složení vozového parku souvisí s tím, že TSML již mají ve svém vlastnictví 1 nakladač řízený prokluzem kol značky Caterpillar 246D. Jako protipól uvedených přínosů lze označit investiční náklady, které společnost TSML musí na obnovu vozového parku vynaložit. Postupná obnova vozového parku je podle mínění autora důležitým aspektem, neboť bez moderních, spolehlivých, úsporných a přitom výkonných mechanizačních prostředků nelze efektivně provádět ZÚMK.

4.2 Návrh na úpravu Operačního plánu zimní údržby

Autor analýzou současného provedení Operačního plánu zimní údržby městských komunikací 2017 - 2018 zjistil, že hlavní část i příloha obsahují celou řadu nedostatků, a to jak obsahového, tak i formálního charakteru. Jako možné optimalizační řešení zvolil autor úpravu Operačního plánu zimní údržby v podobě odstranění zjištěných nedostatků. Přínosy obsahových a formálních úprav jsou následující:

- eliminace chybných údajů,
- doplnění chybějících dat,
- logické a přehledné uspořádání číslovaných kapitol,
- změna nepřesného názvu,
- sjednocení vizuálního stylu.

Eliminace chybných údajů a doplnění chybějících dat je důležitým předpokladem pro kvalitní a přesné zpracování Operačního plánu zimní údržby, podle kterého je ZÚMK v Liberci prováděna. Logické a přehledné uspořádání číslovaných kapitol je klíčové zejména z hlediska snadné a rychlé orientace v dokumentu, který společnost TSML každoročně předkládá ke schválení Radě města Liberce. Změnou nepřesného názvu dokumentu dojde k souladu pojmenování se zákonem (1), který kategorii udržovaných pozemních komunikací přesně definuje. Sjednocení vizuálního stylu v podobě nového uspořádání a jednotného formátování celého Operačního plánu zimní údržby, má podle názoru autora přínos nejen praktický, ale především kvalitativní. Autor je přesvědčen o tom, že uvedené změny přispějí k vyšší úrovni uvedeného dokumentu, který je nezbytný pro realizaci ZÚMK v Liberci.

ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo na základě analýzy současného stavu zimní údržby pozemních komunikací v Liberci nejprve charakterizovat zjištěné nedostatky a následně navrhnout jejich možnou optimalizaci, která by přispěla ke zlepšení a zefektivnění zimní údržby místních komunikací ve vlastnictví města Liberce.

Analýza současného stavu zimní údržby byla zaměřena na schválený Operační plán zimní údržby včetně přílohy, nasazované mechanizační prostředky, používané posypové materiály a na technologii provádění zimní údržby. V uvedených oblastech zjistil autor několik zásadních nedostatků. Hlavní část a příloha Operačního plánu zimní údržby měly celou řadu obsahových i formálních nedostatků, které značně snižovaly kvalitu zpracování. Traktory Zetor jsou vzhledem ke svému průměrnému stáří 33 let již nevyhovující, neboť překračují průměrné stáří příslušné kategorie vozidla v ČR. Nakladače řízené prokluzem kol Gehl 5640 jsou velmi provozně nespolehlivé, což přináší TSML závažné problémy nejen při zabezpečení zimní údržby, ale i z hlediska vysokých provozních a údržbových nákladů.

Návrhy na optimalizaci zimní údržby se týkají obnovy vozového parku a úpravy Operačního plánu zimní údržby. Obnova vozového parku v podobě pořízení nového nakladače řízeného prokluzem kol je řešena prostřednictvím metod multikriteriální analýzy. Autor vybral celkem 5 nakladačů od 5 různých výrobců, které splňují zadaná kritéria podle požadavků TSML. Pro odhady vah jednotlivých kritérií zvolil autor Saatyho metodu. Multikriteriální hodnocení vybraných variant je provedeno pomocí metody váženého součtu a metody TOPSIS. Na základě dosažených výsledků podle obou metod je jako nový mechanizační prostředek navržen nejlépe hodnocený nakladač Caterpillar 246D. Úprava Operačního plánu zimní údržby zahrnuje obsahové a formální změny v hlavní části i příloze. Navržené změny se týkají sjednocení formální úpravy, nového uspořádání a názvů kapitol, členění kapitol do číslovaných kapitol a podkapitol, číslování a názvů tabulek, dvou programů zimní údržby, specifikace používaných druhů inertních posypových materiálů a změny názvu.

Přínosy pořízení nového nakladače Caterpillar 246D jsou vyšší provozní spolehlivost, nižší provozní a údržbové náklady, větší komfort pro obsluhu, nižší průměrné stáří nakladačů a jednodušší složení vozového parku. Mezi přínosy úpravy Operačního plánu zimní údržby patří eliminace chybných údajů, doplnění chybějících dat, logické a přehledné uspořádání číslovaných kapitol, změna nepřesného názvu a sjednocení vizuálního stylu.

SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ

- (1) *Zákon č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích, v platném znění.* [online]. [cit. 2018-01-01]. Dostupné z: <<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1997-13>>
- (2) *Vyhláška č. 104/1997 Sb., kterou se provádí zákon o pozemních komunikacích, v platném znění.* [online]. [cit. 2018-01-01]. Dostupné z: <<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1997-104>>
- (3) *Nařízení Statutárního města Liberec č. 5/2009, o vymezení úseků místních komunikací, chodníků a schodišť, na kterých se pro jejich malý dopravní význam nezajišťuje sjízdnost a schůdnost odstraňováním sněhu a náledí.* [online]. [cit. 2009-11-05]. Dostupné z: <<http://www.liberec.cz/cz/mesto-samosprava/vyhlasiky-narizeni/narizeni/cislo-5-2009-narizeni-statutarniho-mesta-liberec-vymezeni-useku-mistnich-komunikaci-chodniku-schodist-kterych-se-pro.html>>
- (4) *Český statistický úřad. Databáze, registry. Databáze demografických údajů za obce ČR. Liberecký kraj: Liberec* [online]. [cit. 2017-04-28]. Dostupné z: <<https://www.czso.cz/csu/czso/databaze-demografickych-udaju-za-obce-cr>>
- (5) *Panorama z radnice.* [online]. [cit. 2014-11-27]. Obrázek ve formátu JPG. Dostupné z: <http://www.visitliberec.eu/wp-content/uploads/2014/05/panorama_z_radnice_slide.jpg>
- (6) *Statutární město Liberec. Vše o Liberci. VISIT^LIBEREC.* [online]. [cit. 2013-01-11]. Dostupné z: <<http://www.visitliberec.eu/vse-o-liberci/>>
- (7) *Český hydrometeorologický ústav. Historická data: Počasí.* [online]. [cit. 2017-01-01]. Dostupné z: <<http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/mesicni-data#>>
- (8) *OpenStreetMap. Seznam.cz, a. s.* [online]. [cit. 2016-06-23]. Dostupné z: <<https://mapy.cz/zakladni?x=15.0859049&y=50.7612742&z=13&l=0>>
- (9) *Operační plán zimní údržby komunikací 2017 - 2018.* Liberec: Technické služby města Liberce, a. s., 2017.
- (10) Interní materiály společnosti Technické služby města Liberce, a. s.
- (11) *Svaz Dovozců Automobilů. Statistiky: Vozový park.* [online]. [cit. 2018-06-30]. Dostupné z: <<http://portal.sda-cia.cz/stat.php?v#str=vpp>>
- (12) *Plán sítě - Dopravní podnik měst Liberce a Jablonce nad Nisou, a. s.* [online]. [cit. 2017-02-01]. Dostupné z: <<http://www.dpmlj.cz/mhd-liberec/informace/plan>>
- (13) BULÍČEK, J. *Systémová analýza.* Pardubice: Univerzita Pardubice, 2013, 96 s. ISBN 978-80-7395-630-1.

- (14) BROŽOVÁ, H., HOUŠKA, M., ŠUBRT, T. *Modely pro vícekriteriální rozhodování*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2014, 172 s. ISBN 978-80-213-1019-3.
- (15) BULÍČEK, J., LEDVINOVÁ, M. *Řešené příklady z teorie a řízení dopravy*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2013, 237 s. ISBN 978-80-7395-642-4.
- (16) *Smykem řízené nakladače*. Bobcat CZ, a. s. [online]. [cit. 2017-07-18]. Dostupné z: <<https://www.bobcat.cz/smykem-rizene-nakladace>>
- (17) *Smykem řízené nakladače-řada SSL*. AGRI CS, a. s. [online]. [cit. 2015-10-01]. Dostupné z: <<http://caseconstruction.agrics.cz/smykem-rizene-nakladace>>
- (18) *Smykem řízené nakladače*. Zeppelin CZ, s. r. o. [online]. [cit. 2016-07-01]. Dostupné z: <<http://zeppelin.cz/online-katalog/stavebni-stroje-caterpillar/nakladace/smykem-rizene-nakladace>>
- (19) *Smykem řízené nakladače*. Agrotec, a. s. [online]. [cit. 2016-01-01]. Dostupné z: <<http://www.eagrotec.cz/smykem-rizene-nakladace-2>>
- (20) *Smykový nakladač*. Strojírna Novotný, s. r. o. [online]. [cit. 2014-03-28]. Dostupné z: <<http://www.loader.cz/cz/nase-vyrobky/submenu-1#obsah>>
- (21) *CAT 246D*. [online]. [cit. 2016-01-01]. Obrázek ve formátu JPG. Dostupné z: <<https://zeppelin.cz/blob.php?idImage=325496&dbPrefixTable=katalog>>

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A <i>Mechanismy pro zimní údržbu vozovek</i>	100
Příloha B <i>Příslušenství k sypačům Mercedes-Benz</i>	101
Příloha C <i>Příslušenství k sypačům Iveco</i>	103
Příloha D <i>Příslušenství k sypačům Multicar</i>	105
Příloha E <i>Mechanismy pro zimní údržbu chodníků</i>	107
Příloha F <i>Příslušenství k malotraktorům Iseki</i>	108
Příloha G <i>Příslušenství k malotraktorům Kioti</i>	110
Příloha H <i>Příslušenství ke kloubovým nosičům Holder</i>	111
Příloha I <i>Ostatní mechanismy a vozidla pro zimní údržbu</i>	113
Příloha J <i>Tramvajové a autobusové linky MHD v Liberci</i>	114

Příloha A Mechanismy pro zimní údržbu vozovek

Mechanizace	Rok výroby	RZ	Vybavení pro zimní údržbu
Sypač Mercedes-Benz	2010	3L8 0445	sněhová radlice, sypač
Sypač Mercedes-Benz	2010	3L8 0443	sněhová radlice, sypač
Sypač Mercedes-Benz	2009	3L4 6535	sněhová radlice, sypač
Sypač Mercedes-Benz	2004	1L9 3829	sněhová radlice, sypač
Sypač Mercedes-Benz	2005	3L8 2930	sněhová radlice, sypač
Sypač Mercedes-Benz	2005	5L2 9530	sněhová radlice, sypač
Sypač Mercedes-Benz	2005	2L1 7849	sněhová radlice, sypač
Sypač Mercedes-Benz	2013	5L0 7384	sněhová radlice, sypač
Sypač Mercedes-Benz	2016	5L3 7704	sněhová radlice, sypač
Sypač Mercedes-Benz	2008	5L3 6604	sněhová radlice, sypač
Sypač Mercedes-Benz	2016	5L2 4831	sněhová radlice, sypač, fréza
Sypač Iveco	2013	4L5 2473	sněhová radlice, sypač
Sypač Iveco	2013	3SN 7960	sněhová radlice, sypač
Sypač Multicar	2012	5AR 4075	sněhová radlice, sypač
Sypač Multicar	2010	3L7 8805	sněhová radlice, sypač
Sypač Multicar	2006	5L0 3023	sněhová radlice, sypač
Sypač Multicar	2006	5L0 4742	sněhová radlice, sypač
Sypač Multicar	2012	4L3 6268	sněhová radlice, sypač
Sypač Multicar	2012	4L3 7051	sněhová radlice, sypač
Sypač Multicar	2006	2L4 3964	sněhová radlice, sypač
Sypač Multicar	2012	L01 4018	sněhová radlice, sypač
Sypač Multicar	2012	L01 4034	sněhová radlice, sypač
Sypač Multicar	2006	2L4 5177	sněhová radlice, sypač
Traktor Zetor	1994	L00 2245	závěsná sněhová radlice
Traktor Zetor	1984	LI 66-95	přeprava ručně vedených strojů
Traktor Zetor	1982	L00 2382	závěsná sněhová radlice
Traktor Zetor	1980	L00 0711	sněhová fréza

Zdroj: (9), (10)

Příloha B Příslušenství k sypačům Mercedes-Benz

V zimním období je na sypačích Mercedes-Benz instalována mj. výměnná posypová nástavba OP3500 od italského výrobce Giletta (Obr. 1), která je určena pro chemický i inertní posyp. Jedná se o nástavbu z nerezové oceli, která je vybavena nerezovým šnekem s podélným rozrušovačem, diskovým rozmetadlem s možností asymetrického posypu, plastovými nádržemi na solanku a programovatelným elektronickým ovládáním pro řízení posypu či postřiku, řízení tras a sběr dat z GPS modulu (10).



Obr. 1 Výměnná posypová nástavba Giletta ONE OP3500

Zdroj: autor

Technické parametry výměnné posypové nástavby Giletta ONE OP3500 uvádí Tab. 1.

Tab. 1 Technické parametry výměnné posypové nástavby Giletta ONE OP3500

Základní technická data	
Objem zásobníku - posypový materiál	3 [m ³]
Objem zásobníku - solanka	2 200 [l]
Šířka posypu	2 - 12 [m]
Dávkování - chemický posyp	5 - 40 [g·m ⁻²]
Dávkování - inertní posyp	20 - 350 [g·m ⁻²]
Celková délka	3 400 [mm]
Celková šířka	2 100 [mm]
Celková výška	1 290 [mm]
Hmotnost	811 [kg]

Zdroj: (10)

Sypače Mercedes-Benz jsou během zimní údržby osazeny mj. čelní sněhovou radlicí LC30 od italského výrobce Giletta (Obr. 2). Jedná se o velmi robustní sněhovou radlici se stavebnicovou konstrukcí, pružným nerezovým rámem, polyethylenovým skluzem radlice, kolmými gumovými břity a hydraulickým natáčením (10).



Obr. 2 Sněhová radlice Giletta LC30

Zdroj: autor

Technické parametry sněhové radlice Giletta LC30 jsou uvedeny v Tab. 2.

Tab. 2 Technické parametry sněhové radlice Giletta LC30

Základní technická data	
Odklízecí šířka	2 650 [mm]
Stranové natáčení vlevo/vpravo	± 30 [°]
Celková délka	1 590 [mm]
Celková šířka	3 000 [mm]
Celková výška	955 [mm]
Hmotnost	570 [kg]

Zdroj: (10)

Příloha C Příslušenství k sypačům Iveco

V zimním období je na sypačích Iveco instalována mj. výměnná posypová nástavba SyKO-5H od českého výrobce Kobit (Obr. 1), která je určena pro chemický i inertní posyp. Jedná se o nástavbu z nerezové oceli s variabilním uchycením na vozidla, která je vybavena vynášecím šnekem z otěruvzdorného materiálu, diskovým rozmetadlem, plastovými nádržemi na solanku a programovatelným elektronickým řídicím systémem pro nastavení provozních parametrů podle požadavků a typu posypového materiálu a pro přenos dat (10).



Obr. 1 Výměnná posypová nástavba Kobit SyKO-5H

Zdroj: autor

Technické parametry výměnné posypové nástavby Kobit SyKO-5H uvádí Tab. 1.

Tab. 1 Technické parametry výměnné posypové nástavby Kobit SyKO-5H

Základní technická data	
Objem zásobníku - posypový materiál	5 [m ³]
Objem zásobníku - solanka	1 900 [l]
Šířka posypu	2 - 8 [m]
Dávkování - chemický posyp	5 - 50 [g·m ⁻²]
Dávkování - inertní posyp	50 - 250 [g·m ⁻²]
Celková délka	5 630 [mm]
Celková šířka	2 200 [mm]
Celková výška	1 730 [mm]
Hmotnost	1 630 [kg]

Zdroj: (10)

Sypače Iveco jsou během zimní údržby osazeny mj. čelní sněhovou radlicí PSVA 260.3 od českého výrobce ABM Technology (Obr. 2). Jedná se o odolnou sněhovou radlici se segmentovou konstrukcí, nezávislým elastickým zavěšením jednotlivých segmentů pomocí pružin, zvýšeným pravým segmentem pro lepší odhoz sněhu, otěruvzdornými kolnými břity a hydraulickým natáčením (10).



Obr. 2 Sněhová radlice ABM Technology PSVA 260.3

Zdroj: autor

Technické parametry sněhové radlice ABM Technology PSVA 260.3 jsou uvedeny v Tab. 2.

Tab. 2 Technické parametry sněhové radlice ABM Technology PSVA 260.3

Základní technická data	
Odklízecí šířka	2 600 [mm]
Stranové natáčení vlevo/vpravo	± 36 [°]
Celková délka	1 660 [mm]
Celková šířka	3 000 [mm]
Celková výška	1 525 [mm]
Hmotnost	825 [kg]

Zdroj: (10)

Příloha D Příslušenství k sypačům Multicar

V zimním období je na sypačích Multicar instalována mj. výměnná posypová nástavba BBS 1200A od českého výrobce ABM Technology (Obr. 1), která je určena pro chemický i inertní posyp. Jedná se o nástavbu z oceli s antikorozi povrchovou úpravou, která je vybavena nerezovým šnekem, nerezovým rozmetadlem s možností ručně nastavitelné regulace symetrie posypu a elektronickým systémem pro řízení posypu a využití dat k elektronickému zpracování (10).



Obr. 1 Výměnná posypová nástavba ABM Technology BBS 1200A

Zdroj: autor

Technické parametry posypové nástavby ABM Technology BBS 1200A uvádí Tab. 1.

Tab. 1 Technické parametry výměnné posypové nástavby ABM Technology BBS 1200A

Základní technická data	
Objem zásobníku - posypový materiál	1,2 [m ³]
Objem zásobníku - solanka	--- [l]
Šířka posypu	1,5 - 4 [m]
Dávkování - chemický posyp	5 - 40 [g·m ⁻²]
Dávkování - inertní posyp	70 - 200 [g·m ⁻²]
Celková délka	2 585 [mm]
Celková šířka	1 505 [mm]
Celková výška	1 165 [mm]
Hmotnost	470 [kg]

Zdroj: (10)

Sypače Multicar jsou během zimní údržby osazeny mj. čelní sněhovou radlicí PKN 172 od českého výrobce ABM Technology (Obr. 2). Jedná se o lehkou sněhovou radlici s odpruženým ocelovým štítem pomocí dvou vinutých pružin, centrálním otočným čepem pro vyrovnání příčných nerovností, gumovými silentbloky, kolmými gumovými břity a hydraulickým natáčením (10).



Obr. 2 Sněhová radlice ABM Technology PKN 172

Zdroj: autor

Technické parametry sněhové radlice ABM Technology PKN 172 jsou uvedeny v Tab. 2.

Tab. 2 *Technické parametry sněhové radlice ABM Technology PKN 172*

Základní technická data	
Odklízečí šířka	1 720 [mm]
Stranové natáčení vlevo/vpravo	± 30 [°]
Celková délka	630 [mm]
Celková šířka	1 988 [mm]
Celková výška	620 [mm]
Hmotnost	132 [kg]

Zdroj: (10)

Příloha E Mechanismy pro zimní údržbu chodníků

Mechanizace	Rok výroby	RZ	Vybavení pro zimní údržbu
Malotraktor Iseki	2010	L00 9640	sněhová radlice, sypač, fréza
Malotraktor Iseki	2010	L00 9622	sněhová radlice, sypač
Malotraktor Iseki	2009	L00 9611	sněhová radlice, sypač
Malotraktor Iseki	2009	L00 9612	sněhová radlice, sypač
Malotraktor Iseki	2009	L00 9613	sněhová radlice, sypač
Malotraktor Iseki	2009	L00 9614	sněhová radlice, sypač
Malotraktor Iseki	2009	L00 9615	sněhová radlice, sypač
Malotraktor Iseki	2012	L01 4719	sněhová radlice, sypač
Malotraktor Kioti	2012	L01 1893	sněhová radlice, sypač
Malotraktor Kioti	2012	L01 1894	sněhová radlice, sypač
Malotraktor Kioti	2017	L01 3356	sněhová radlice, sypač
Malotraktor Kioti	2017	L01 3357	sněhová radlice, sypač
Kloubový nosič Holder	2013	L01 1380	sněhová radlice, sypač
Kloubový nosič Holder	2013	L01 1381	sněhová radlice, sypač
Nakladač Gehl	2006	L00 1905	sněhová radlice
Nakladač Gehl	2006	L00 1907	sněhová radlice
Nakladač Gehl	2010	L00 2511	sněhová radlice
Nakladač Caterpillar	2010	L01 1861	sněhová radlice
Univerzální nosič Reform	2012	L01 1232	sněhová radlice
Ručně vedený stroj Reform	2004	nemá RZ	sněhová radlice, sněhová fréza
Ručně vedený stroj AEBI	2006	nemá RZ	sněhová radlice, sněhová fréza

Zdroj: (9), (10)

Příloha F Příslušenství k malotraktorům Iseki

V zimním období je na malotraktorech Iseki instalován závěsný sypač PM 1,4 od dánského výrobce Epoke (Obr. 1), který je určen pro chemický i inertní posyp. Jedná se o malý sypač z nerezové oceli s třibodovým zavěšením a konstantní šířkou posypu, který je vybaven dávkovací hřídelí a hřídelí pro rozrušování (kypření) posypového materiálu (10).



Obr. 1 Závěsný sypač Epoke PM 1,4

Zdroj: autor

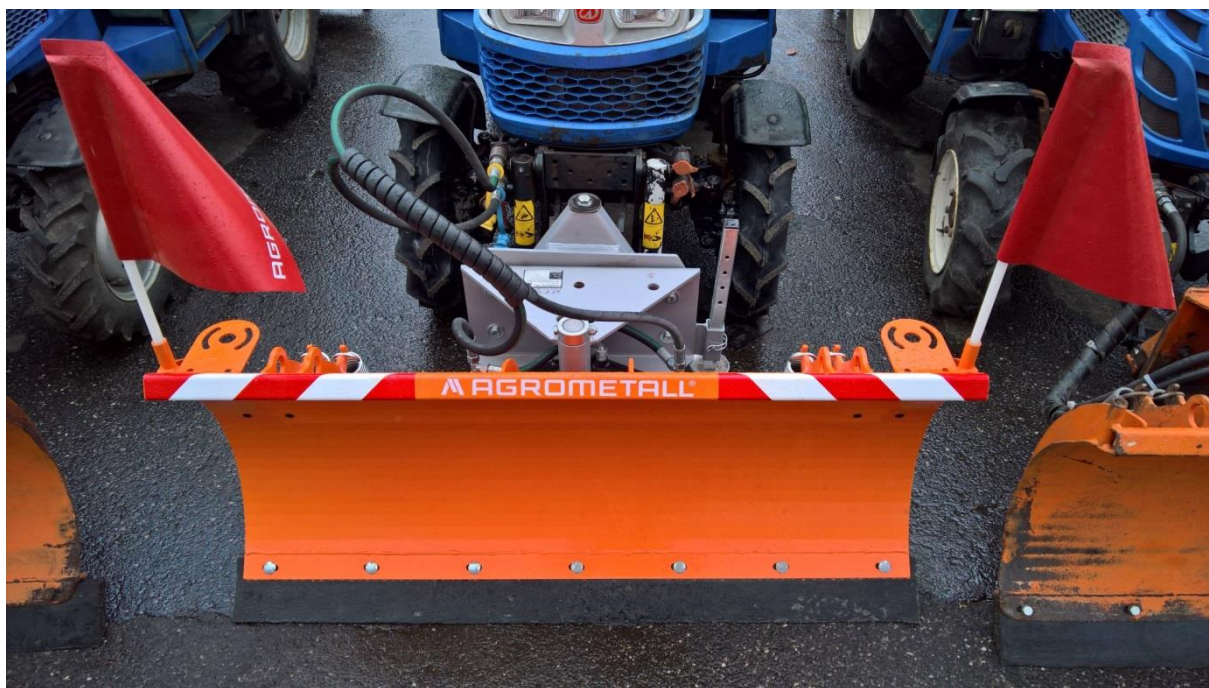
Technické parametry závěsného sypače Epoke PM 1,4 uvádí Tab. 1.

Tab. 1 Technické parametry závěsného sypače Epoke PM 1,4

Základní technická data	
Objem zásobníku - posypový materiál	0,14 [m ³]
Objem zásobníku - solanka	---
Šířka posypu	1 [m]
Dávkování - chemický posyp	5 - 40 [g·m ⁻²]
Dávkování - inertní posyp	70 - 200 [g·m ⁻²]
Celková délka	780 [mm]
Celková šířka	1 275 [mm]
Celková výška	1 160 [mm]
Hmotnost	82 [kg]

Zdroj: (10)

Malotraktory Iseki jsou během zimní údržby osazeny čelní sněhovou radlicí OR-M 1300 od českého výrobce Agrometall (Obr. 2). Jedná se o lehkou sněhovou radlici s jednoduchou a osvědčenou konstrukcí, pružinami na obou stranách pro odpružení, kolmým gumovým břitem a hydraulickým natáčením (10).



Obr. 2 Sněhová radlice Agrometall OR-M 1300

Zdroj: autor

Technické parametry sněhové radlice Agrometall OR-M 1300 jsou uvedeny v Tab. 2.

Tab. 2 Technické parametry sněhové radlice Agrometall OR-M 1300

Základní technická data	
Odklízecí šířka	1 160 [mm]
Stranové natáčení vlevo/vpravo	± 30 [°]
Celková délka	1 000 [mm]
Celková šířka	1 300 [mm]
Celková výška	620 [mm]
Hmotnost	215 [kg]

Zdroj: (10)

Příloha G Příslušenství k malotraktorům Kioti

V zimním období je na malotraktorech Kioti instalován závěsný sypač VS 1000 od českého výrobce Agrometall (Obr. 1), který je určen pro chemický i inertní posyp. Jedná se o malý válečkový sypač z nerezové oceli s tříbodovým zavěšením, který je vybaven dávkovacím válečkem a hřídelí pro rozrušování (kypření) posypového materiálu (10).



Obr. 1 Závěsný sypač Agrometall VS 1000

Zdroj: autor

Technické parametry závěsného sypače Agrometall VS 1000 uvádí Tab. 1.

Tab. 1 Technické parametry závěsného sypače Agrometall VS 1000

Základní technická data	
Objem zásobníku - posypový materiál	0,15 [m ³]
Objem zásobníku - solanka	- [l]
Šířka posypu	1 [m]
Dávkování - chemický posyp	5 - 40 [g·m ⁻²]
Dávkování - inertní posyp	70 - 200 [g·m ⁻²]
Celková délka	990 [mm]
Celková šířka	1 200 [mm]
Celková výška	620 [mm]
Hmotnost	255 [kg]

Zdroj: (10)

Malotraktory Kioti jsou během zimní údržby osazeny stejnou čelní sněhovou radlicí Agrometall typu OR-M 1300, jako malotraktory Iseki (viz Příloha F).

Příloha H Příslušenství ke kloubovým nosičům Holder

V zimním období je na kloubových nosičích Holder instalován závěsný sypač SVS 0,35 Z od českého výrobce Simed (Obr. 1), který je určen pro chemický i inertní posyp. Jedná se o jednoduchý sypač z nerezové oceli s tříbodovým zavěšením a konstantní šířkou posypu, který je vybaven dávkovací hřídelí s přitlačným pryžovým dnem a hřídelí pro rozrušování (kypření) posypového materiálu (10).



Obr. 1 Závěsný sypač Simed SVS 0,35 Z

Zdroj: autor

Technické parametry závěsného sypače Simed SVS 0,35 Z uvádí Tab. 1.

Tab. 1 Technické parametry výměnné posypové nástavby Simed SVS 0,35 Z

Základní technická data	
Objem zásobníku - posypový materiál	0,35 [m ³]
Objem zásobníku - solanka	- [l]
Šířka posypu	1 [m]
Dávkování - chemický posyp	5 - 40 [g·m ⁻²]
Dávkování - inertní posyp	70 - 200 [g·m ⁻²]
Celková délka	874 [mm]
Celková šířka	1 250 [mm]
Celková výška	714 [mm]
Hmotnost	128 [kg]

Zdroj: (10)

Kloubové nosiče Holder jsou během zimní údržby osazeny čelní sněhovou radlicí PVS 130 od českého výrobce Simed (Obr. 2). Jedná se o variabilní sněhovou radlici s nezávislými a otočnými křídly, odpruženými kolmými gumovými břity a hydraulickým natáčením, které umožňuje nastavovat geometrii sněhové radlice do tvaru písmen „A“, „V“, nebo standardního „I“ (10).



Obr. 2 Sněhová radlice Simed PVS 130

Zdroj: autor

Technické parametry sněhové radlice Simed PVS 130 jsou uvedeny v Tab. 2.

Tab. 2 Technické parametry sněhové radlice Simed PVS 130

Základní technická data	
Odklízecí šířka	1 300 [mm]
Stranové natáčení vlevo/vpravo *	± 30 [°]
Celková délka	720 [mm]
Celková šířka	1 500 [mm]
Celková výška	760 [mm]
Hmotnost	178 [kg]

Pozn.: * - s nezávislým natáčením pravého a levého křídla sněhové radlice

Zdroj: (10)

Příloha I *Ostatní mechanismy a vozidla pro zimní údržbu*

Mechanizace	Rok výroby	RZ	Vybavení pro zimní údržbu
Nakladač ZTS	1982	nemá RZ	lopata
Nakladač ZTS	1982	nemá RZ	lopata
Nákladní vozidlo Peugeot	2016	5L4 4873	valníková nástavba
Nákladní vozidlo Peugeot	2016	5L4 4874	valníková nástavba
Nákladní vozidlo Peugeot	2015	4L8 3424	valníková nástavba
Nákladní vozidlo Peugeot	2015	5L0 3827	sklápěcí nástavba
Nákladní vozidlo Peugeot	2015	4L8 3502	sklápěcí nástavba
Nákladní vozidlo Peugeot	2015	4L8 3504	sklápěcí nástavba
Nákladní vozidlo Peugeot	2015	5L2 6898	sklápěcí nástavba
Nákladní vozidlo Peugeot	2015	5L2 4662	valníková nástavba
Nákladní vozidlo Peugeot	2015	5L2 9032	sklápěcí nástavba
Nákladní vozidlo Iveco	2005	2L6 7510	valníková nástavba
Nákladní vozidlo Iveco	2006	2L4 3906	valníková nástavba
Nákladní vozidlo Iveco	2008	3L1 3914	valníková nástavba
Nákladní vozidlo Iveco	2008	3L1 4077	valníková nástavba
Nákladní vozidlo Iveco	2009	3L5 8280	skříňová nástavba
Nákladní vozidlo Iveco	2008	3L3 6064	valníková nástavba
Nákladní vozidlo Iveco	2011	4L1 5620	valníková nástavba
Nákladní vozidlo Iveco	2011	4L1 5630	valníková nástavba
Nákladní vozidlo Iveco	2011	4L1 5640	sklápěcí nástavba
Nákladní vozidlo Iveco	2006	3L4 6460	sklápěcí nástavba
Nákladní vozidlo KIA	2007	4L1 3445	sklápěcí nástavba
Nákladní vozidlo KIA	2009	4L1 6203	sklápěcí nástavba
Nákladní vozidlo KIA	2007	2L6 7663	sklápěcí nástavba
Nákladní vozidlo KIA	2007	2L6 7664	sklápěcí nástavba
Nákladní vozidlo Mitsubishi	2008	3L3 4420	valníková nástavba
Nakladač s rypadlem Caterpillar	2008	L00 2246	lopata, rypadlo

Zdroj: (9), (10)

Příloha J Tramvajové a autobusové linky MHD v Liberci

Č. linky	Trasa linky
2	Lidové sady-ZOO - Fügnerova - Viadukt - Dolní Hanychov
3	Lidové sady-ZOO - Fügnerova - Viadukt - Dolní Hanychov - Horní Hanychov
5	Viadukt - Rybníček - Fügnerova - Vratislavice nad Nisou výhybna
11	Viadukt - Rybníček - Fügnerova - Vratislavice nad Nisou výhybna - Jablonec nad Nisou
12	Broumovská - Pekárny - Zelené Údolí - Fügnerova - Pavlovice Letná
13	Doubí sídliště - Fügnerova - Pavlovice křižovatka - Kateřinky
14	Fügnerova - Ruprechtice sídliště - Polní - Globus
15	Fügnerova - Harcov kostel - Lukášovské údolí
16	Fügnerova - Ostašov - Machnín - Novina - Křižanské sedlo
17	Fügnerova - Babylon - Zimní stadion - Ul. 28. října - Arena
18	Fügnerova - U Pramenů - Blanická - Rudolfovo - Bedřichov
19	Fügnerova - Harcov Střelnice - Rudolfovo
20	Fügnerova - Rochlice - Pilínkov - Šimonovice
21	Králův Háj - Fügnerova - Poliklinika - Králův Háj
22	Kunratice Mšenská - Kunratická - Fügnerova - Americká - Průmyslová zóna Jih - OC Nisa
23	Pekárny - Zelené Údolí - Fügnerova - Růžodol Mlýn - Stráž nad Nisou
24	Doubí sídliště - Fügnerova - Pavlovice křižovatka - Radčice
25	Broumovská - Fügnerova - Ruprechtice náměstí - Ruprechtice sídliště
26	Doubí sídliště - Fügnerova - Pavlovice křižovatka - Krásná Studánka - Stráž nad Nisou
27	Fügnerova - Nádraží - Růžodol I - Průmyslová zóna Sever
28	Fügnerova - Růžodol Mlýn - Pavlovice křižovatka - Radčice
29	Fügnerova - Husova - Kunratická sídliště
30	Fügnerova - Nádraží - Stráž nad Nisou
31	Šaldovo náměstí - Fügnerova - Průmyslová zóna Jih
32	Fügnerova - Globus - Průmyslová zóna Sever
33	Kunratická sídliště - Sametová - Rochlice - Průmyslová zóna Jih
34	Fügnerova - Ruprechtice sídliště - Pavlovice Letná - Růžodol I - Průmyslová zóna Jih
35	Fügnerova - Sametová - Rochlice - Průmyslová zóna Jih
36	Fügnerova - Zimní stadion - Ul. 28. října - Fügnerova
37	Františkov sídliště - Fügnerova - Pilínkov
38	Fügnerova - U Krematoria
51	Fügnerova - ZŠ Jabloňová
52	Fügnerova - Králův Háj
53	Fügnerova - Škola Kateřinky
54	Škola Kateřinky - Nádraží - Fügnerova
55	Škola Kateřinky - Radčice - ZŠ Vrchlického - Fügnerova
56	Králův Háj - Kunratická sídliště
57	Doubí sídliště - Fügnerova - Stodolní
58	Nádraží - Fügnerova - Stodolní
59	Vratislavice nad Nisou škola - Sportovní areál - Vratislavice nad Nisou škola
60	Šimonovice - Pilínkov - Doubí sídliště - Vesec - Fügnerova
90	Fügnerova - Dobiášova - Rochlice - Jeřmanická - Mostecká - Melantrichova - Fügnerova
91	Fügnerova - Husova - Stodolní - Hrubínova - Sametová - Dobiášova - Fügnerova
92	Fügnerova - Šaldovo nám. - U Dvora - Ruprechtická - Vrchlického - Růžodol I - Fügnerova
97	Žitavská - Růžodol I - Ostašov - Husitská - Spáleniště - Nádraží
98	Doubská - Rochlice - Zelené Údolí - Dobiášova - Nádraží
99	Broumovská - Hrubínova - Letná - Fügnerova - Nádraží
500	Fügnerova - OC Nisa
600	Fügnerova - Globus

Pozn.: Červeně označeny tramvajové linky MHD

Zdroj: (12)