

Univerzita Pardubice

Dopravní fakulta Jana Pernera

Návrh organizačních změn při vykonávání zimní údržby na vybraných
komunikacích I. tříd

Milan Matyska

Diplomová práce

2019

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Milan Matyska**
Osobní číslo: **D17305**
Studijní program: **N3708 Dopravní inženýrství a spoje**
Studijní obor: **Technologie a řízení dopravy**
Název tématu: **Organizační změny v zimní údržbě silnic I. třídy ve východní části Středočeského kraje**
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. Základní pojmy a podmínky pro provádění zimní údržby
2. Současná organizace zimní údržby a její vyhodnocení
3. Návrh změn
4. Vyhodnocení návrhu

Závěr

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

- [1] Bulíček, J. Systémová analýza. Univerzita Pardubice, 2011, 95 s. Studijní opora
[2] Zákon č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích ve znění pozdějších předpisů
[3] Vyhláška č. 104/1997 Sb., kterou se provádí zákon o pozemních komunikacích ve znění pozdějších předpisů
[4] LINDA, Bohdan. Stochastické metody operačního výzkumu. Bratislava: Statis, 2004.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Josef Bulíček, 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 Šírokový, 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 použité literatury.

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

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

V Kutné Hoře dne 17.1.2019

Bc. Milan Matyska

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval doc. Ing. Josefovi Bulíčkoví, Ph.D. za jeho odborné rady, nekonečnou ochotu a vedení, kterými přispěl k vypracování této diplomové práce. Dále chci touto cestou poděkovat celé své rodině, přítelkyni a přátelům za jejich morální podporu, trpělivost a pomoc po celou dobu studia.

ANOTACE

Diplomová práce analyzuje podklady pro konkrétní plán zimní údržby, pro jeho následné zefektivnění, charakterizuje udržované komunikace zmíněného plánu, dispečerské obvody, umístění skládek posypového materiálu, dále charakterizuje použité mechanismy a analyzuje problematické úseky. Na tomto základě je navržena řada opatření ve smyslu zefektivnit proces údržby pro danou oblast.

KLÍČOVÁ SLOVA

Mechanizační prostředky, optimalizace, počasí, posypové vozy, pozemní komunikace, silnice I. tříd, skládky soli, sněžný pluh, sníh, zima, zimní údržba.

TITLE

Proposal of organizational measures in the field of winter maintenance for the particular first-class roads

ANNOTATION

The Diploma thesis analyses materials for particular winter maintenance plan for its subsequent streamlining. The thesis describes maintained roads of the winter maintenance plan, dispatching area, location dumps of salt, describes used means of mechanization and analysing section with high problematic ratio. On the basis of that analysis, it is designed range of measures in terms of make the whole process more efficient for that area.

KEYWORDS

Means of mechanization, optimization, weather, spreading vehicle, roads, first-class roads, dumps of salt, snow plough, snow, winter, winter maintenance.

Obsah

Seznam obrázků	8
Seznam tabulek.....	9
Seznam zkratk.....	10
Úvod	11
1 Základní pojmy, legislativa, technologie	12
1.1 Rozdělení pozemních komunikací	12
1.2 Rozsah, způsob a časové lhůty	13
1.3 Staničení	16
1.4 Materiály	17
1.5 Technologie.....	18
1.6 Dispečerský informační systém.....	21
2 Současný stav provádění zimní údržby v řešené oblasti	23
2.1 Plán zimní údržby pro oblast č. 23 Středočeská.....	23
2.2 Mechanizační technika	28
3 Návrhy	30
3.1 Problematické úseky, úseky s častou dopravní nehodovostí.....	30
3.2 Meteostanice.....	33
3.3 Poznatky ze zahraničí.....	38
3.4 Synergie.....	51
4 Vyhodnocení návrhů	63
5 Seznam použitých informačních zdrojů	66
Seznam příloh.....	68

Seznam obrázků

Obrázek 1 Spojitý model ošetření.....	14
Obrázek 2 Mapový výstup z Geoportálu ŘSD.....	17
Obrázek 3 Radar srážek	21
Obrázek 4 Informace o mechanizaci.....	22
Obrázek 5 Mapové podklady z plánu ZÚ (měřítko 1:700 000)	24
Obrázek 6 Analýza výškopisu	30
Obrázek 7 Přesné odečtení nadmořské výšky	31
Obrázek 8 Mapa nadmořské výšky s návrhem lokací meteostanic.....	32
Obrázek 9 Zápis v deníku pro výjezd na problematický úsek.....	33
Obrázek 10 Meteostanice Podhořany v dispečerském systému.....	34
Obrázek 11 Meteostanice v Podhořanech silnice I/17	35
Obrázek 12 Umístění meteostanic v řešené oblasti a okolí	36
Obrázek 13 Závislost správného rozhodnutí	37
Obrázek 14 Rozložení populace ve Švédsku.....	39
Obrázek 15 Dvě hlavní skupiny silnic A2 a B2 z pohledu zimní údržby ve Švédsku	40
Obrázek 16 Rozložení 680 silničních meteostanic ve Švédsku	42
Obrázek 17 Výstup z celostátního sčítání dopravy v řešené oblasti + detail k nejvytíženější komunikaci v řešené oblasti	43
Obrázek 18 Silnice III/03321 úsek Kutná Hora - Církvice	47
Obrázek 19 Silnice III/03321 úsek Kutná Hora – křižovatka na I/38 91,7km.....	48
Obrázek 20 Silnice III/03321 – celý úsek 9 km.....	49
Obrázek 21 Zjednodušený Ganttův diagram výkonu zimní údržby	52
Obrázek 22 Parkoviště Foxconn pro osobní vozy.....	54
Obrázek 23 Parkoviště Foxconn pro nákladní vozy	54
Obrázek 24 Silnice spojující letiště a město Čáslav	56
Obrázek 25 Ohodnocený graf cest v areálu rozšířen o fiktivní hrany	57
Obrázek 26 Část města Čáslav – Čeplov	59
Obrázek 27 Ohodnocený graf cest v části města rozšířen o fiktivní hrany.....	60
Obrázek 28 Ulice Žitná, ukázka průjezdu	62

Seznam tabulek

Tabulka 1 Doporučené množství gramáže chemického ošetření	22
Tabulka 2 Seznam silnic dle použitých technologií	25
Tabulka 3 Celkové délky úseků silnic dle pořadí důležitosti, případně dohoda o výpomoci v případě průtahů měst a další výjimky	25
Tabulka 4 Podrobný přehled všech úseků silnic I. třídy dle pořadí důležitosti	26
Tabulka 5 Podrobný rozpis mechanizace dodavatelů a subdodavatelů.....	28
Tabulka 6 Statistika úmrtí na silnicích na milion obyvatel v zemích EU v roce 2017	38
Tabulka 7 Rozdělení skupin komunikací dle AADT	41
Tabulka 8 Podrobnější limity pro silnice třídy A	41
Tabulka 9 Podrobnější limity pro silnice třídy B a C	41
Tabulka 10 Měsíční statistika úmrtí na silnicích v ČR.....	44
Tabulka 11 Kapacity spadající pod centrální dispečink.....	51
Tabulka 12 Kapacity k dalšímu využití.....	53

Seznam zkratek

AADT – Average annual daily traffic (překlad: Průměrná roční denní intenzita)

CHKO – Chráněná krajinná oblast

ČHMÚ – Český hydrometeorologický ústav

ČR – Česká republika

DP – Diplomová práce

MHD – Městská hromadná doprava

RPDI – Roční průměr denních intenzit

SÚS – správa a údržba silnic

TOI – Transportøkonomisk institut (překlad: Institut ekonomiky dopravy)

ÚFA AV ČR – Ústav fyziky atmosféry Akademie věd České republiky

ZÚ – zimní údržba

Úvod

Povětrnostní vlivy v zimním období jsou činitelem, který přímo ovlivňuje organizaci její údržby. Zimní údržba má svá specifika, která je nutno řešit v souladu se zákony. S přibývajícím moderní technikou, rostoucími městy, zvyšující se dopravou a stále větší pozorností na udržitelný přístup k životnímu prostředí, se vyskytují nové možnosti a nové přístupy pro organizátora zimní údržby, jak těmto specifikům čelit.

Diplomová práce popisuje, jak se v zimním období zajišťuje sjízdnost vybraných silnic obecně, podrobněji pak v dané oblasti. Jsou představeny důležité zákony a vysvětleny důležité pojmy, sepsána analýza udržované oblasti, udržované sítě silnic s centrálním dispečinkem ve městě Čáslav, mechanizace, použité technologie údržby, místa skladování posypového materiálu, a jiné skutečnosti současného plánu zimní údržby. V práci je popsána základní charakteristika udržované sítě a obecná metodika zimní údržby v téže oblasti, náplň práce dispečera zimní údržby a jak může svou činností ovlivnit její efektivitu. Představení současné organizace, jenž zimní údržbu v oblasti zajišťuje, zmapování a analýza pozemních komunikací, práce s nejrůznějšími statistickými údaji a poznatky ze zahraničí v oblasti zimní údržby komunikací.

Cílem diplomové práce je poté najít nedostatky v plánu zimní údržby a navrhnout opatření pro odstranění nebo zmírnění vlivů těchto nedostatků a z toho vyplývající změny v organizaci plánu zimní údržby. Tato opatření by měla přinést menší náklady na provoz, další využití techniky (větší zisk), menší zátěž na environment či lepší službu veřejnosti.

Fundamentálními podklady jsou zkušenosti autora jako pracovníka dispečinku zimní údržby a přímý kontakt s pracovníky zimní údržby pro řešenou oblast, plán zimní údržby a znalosti z předmětů Teorie dopravy, Optimalizace silniční dopravy, Systémová analýza a rozhodování a Počítačová podpora a organizace – SD.

1 Základní pojmy, legislativa, technologie

První kapitola pojednává o základních pojmech, vyskytujících se v problematice technologie zimní údržby (ZÚ). Neboť jsou uvedené základní pojmy rovněž úzce spjaty s legislativou České republiky (ČR), je nezbytné uvést příslušné zákony a vyhlášky s nimi spojené. U všech uvedených zákonů se předpokládá jejich aktuální znění.

1.1 Rozdělení pozemních komunikací

Pozemní komunikace a jejich rozdělení upravuje §2 zákona č. 13/1997 Sb. o pozemních komunikacích (1), a to do následujících kategorií:

- a) *dálnice;*
- b) *silnice;*
- c) *místní komunikace;*
- d) *účelová komunikace.*

§5 téhož zákona, tvoří ze silnic silniční síť, jenž je dále podle svého určení a významu rozdělena do tříd:

- a) *silnice I. třídy;*
- b) *silnice II. třídy;*
- c) *silnice III. třídy.*

Stejný paragraf rovněž stanovuje, že silniční síť je určena k užití veřejnosti silničními a jinými vozidly a chodci.

Pro srozumitelné obeznámení se s plánem ZÚ v následující kapitole jsou uvedené pojmy a zákony zcela klíčové. Diplomová práce (DP) řeší pouze silniční síť pozemních komunikací kategorie silnice I. třídy, proto zde není nutné uvádět §6 a §7, které upravuje místní a účelové komunikace.

1.2 Rozsah, způsob a časové lhůty

Z výše zmíněného §5 zákona č. 13/1997 Sb. o pozemních komunikacích logicky vyplývá, že pokud má silniční síť sloužit veřejnosti, měla by být tzv. sjízdná, což by mělo platit v období celého roku. Pojem sjízdnost je stanoven §26 téhož zákona a znamená, že pakliže je dálnice, silnice a místní komunikace sjízdná, umožňuje bezpečný pohyb silničních a jiných vozidel přizpůsobený stavebnímu stavu a dopravně technickému stavu těchto pozemních komunikací a povětrnostním situacím a jejich důsledkům (1). Aby tomu tak bylo i v zimním období, kdy jsou značně zhoršené povětrnostní podmínky, je třeba zavést termín tzv. zimní období, který je zakotvený ve vyhlášce č. 104/1997 Sb. ministerstva dopravy a spojů, kterou se provádí zákon o pozemních komunikacích. Toto období je tedy v §41 vyhláškou stanoveno od 1. listopadu do 31. března následujícího roku.

Protože však počasí je silně závislé od zeměpisné polohy, platí tedy pro oblasti se zvýšenou intenzitou sněhových srážek, či jiné nevlídné povětrnostní podmínky, prodloužení běžně zákonem stanoveného období až o dva měsíce, resp. jeden měsíc před zimním období (náběh) a současně jeden měsíc za zimním období (doběh). Takovéto zimní období není pak dlouhé 5, nýbrž až 7 kalendářních měsíců. Důležité je poznamenat, že náběhové i doběhové období nejsou stanovena vyhláškou, tudíž jsou uvedena pouze ve smlouvě s vlastníkem silniční sítě o její údržbě, a to na základě zkušeností s vývojem počasí v dané oblasti. Řešená oblast je však pouze mírně zasažena pahorkatinami (obrázek 7), tedy je zimní období dlouhé běžných 5 měsíců.

Zmírňování (odstraňování) závad, jakým je kupříkladu plužení vozovky, nemůže proběhnout v jeden okamžik, nejedná se o žádný druh diskrétní činnosti (tato poznámka vychází zejména ze zkušenosti, kdy často dochází ke stížnostem ze stran veřejnosti na organizátora zimní údržby pro danou oblast, že na některých úsecích nejsou komunikace ošetřené mechanicky či chemicky, důvodem je však právě zmíněná skutečnost – není v ekonomických silách žádné organizace zajistit, aby komunikace byly ošetřeny najednou, v jeden okamžik). Tuto činnost lze znázornit spojitým grafem. (obrázek 1)

Pakliže se vyskytne závada jako je sněžení, probíhá její zmírňování, popřípadě odstraňování, ve spojitém časovém rámci (obrázek 1). Následující příklad vychází ze zkušenosti autora a neopírá se o žádné statistiky.

Legenda k následujícímu grafu:

t_0 – sjízdný stav, bez omezení

t_1 – náhlé zhoršení povětrnostních podmínek (sněžení)

t_2 – neprodleně po zjištění nepříznivých povětrnostních podmínek vydán příkaz k zahájení výjezdu (zahrnuje nakládku posypového materiálu)

t_3 – vyjetí mechanismů; počátek ošetření

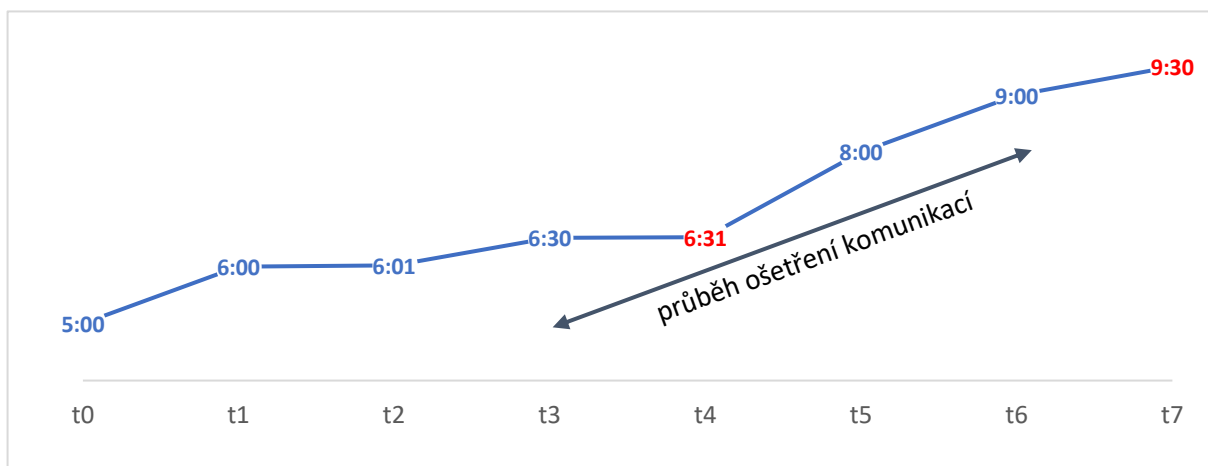
t_4 – do této doby musí být dle vyhlášky vyjety mechanismy

t_5 – návrat prvních mechanismů; konec ošetření

t_6 – návrat posledních mechanismů; konec ošetření

t_7 – do této doby musí být dle vyhlášky sjízdné silnice I. pořadí

Pozn. v případě stálého sněžení je opakováno ošetření (t_3) až do doby, kdy sněžení ustane.



Obrázek 1 Spojitý model ošetření
zdroj: autor

Tento příklad je pouze ilustrativní a je vytvořen na základě autorových zkušeností. V praxi je pouze na schopnostech dispečera správně vyhodnotit vstupní informace a podle toho včas zajistit výjezd vozidel údržby. V případě plošného zhoršení povětrnostních podmínek, jako je námraza, která nemusí přijít z určitého směru v podobě fronty, dojde ke skokovému zhoršení stavu sjízdnosti komunikací na velké části řešeného území v jeden okamžik, a to může v součinnosti se špatným předpokladem takového vývoje vést ke značné prodlevě v zajištění sjízdnosti na posledních kilometrech udržované sítě. V případě sněžení se totiž ve většině případů stává silnice nesjízdnou postupem sněhových srážek, závislých na směru a rychlosti větru. Tím se posouvá počátek grafu a zkracuje celkový čas, kdy je stav silnice v udržované oblasti nesjízdný.

Zároveň je nutné počítat s omezujícími podmínkami – počet použitelné mechanizace, počet řidičů aj. V ČR se nalézá silniční síť čítající k 1.1.2016 - 55 738 km, tento údaj zahrnuje silnice I., II. a III. tříd (2). Je tedy nemyslitelné ošetřit z výše zmíněných důvodů celou silniční síť v jeden okamžik, proto je §42 dále určeno další základní ustanovení. Rozděluje komunikace podle pořadí důležitosti, dle kterého se zmírňují závady vzniklé povětrnostními vlivy a podmínkami za zimních situací ve sjízdnosti komunikací (1):

- a) *I. pořadí – silnice I. třídy a dopravně důležité silnice II. třídy;*
- b) *II. pořadí – zbývající úseky silnic II. třídy nezařazené do I. pořadí a dopravně významné silnice III. třídy;*
- c) *III. pořadí – ostatní silnice III. třídy nezařazené do II. pořadí a udržované zpravidla jen pluhováním;*
- d) *neudržované – silnice, na nichž není provozována osobní linková doprava a na nichž není nutno pro jejich nepatrný dopravní význam vykonávat zimní údržbu (na tuto skutečnost musí být uživatelé upozorněni způsobem stanoveným ve zvláštním předpise).*

Když byl teď popsán časový sled a doby trvání jednotlivých činností, je na místě představit další paragraf vyhlášky 104/1997 Sb. - §45. Tento paragraf stanovuje lhůty pro zmírňování závad ve sjízdnosti silnic a dálnic. První odstavec paragrafu nařizuje čas vydání pokynu k zahájení výjezdu bezprostředně po zjištění jeho potřeby, přičemž druhý odstavec dále určuje, že nejpozději 30 minut po vydání pokynu, musí být první mechanismy v zimním období v činnosti – tento limit bude později řešen metodou síťové analýzy. Lhůtu sjízdnosti pro celý udržovaný úsek stanovuje odstavec třetí, a to následovně:

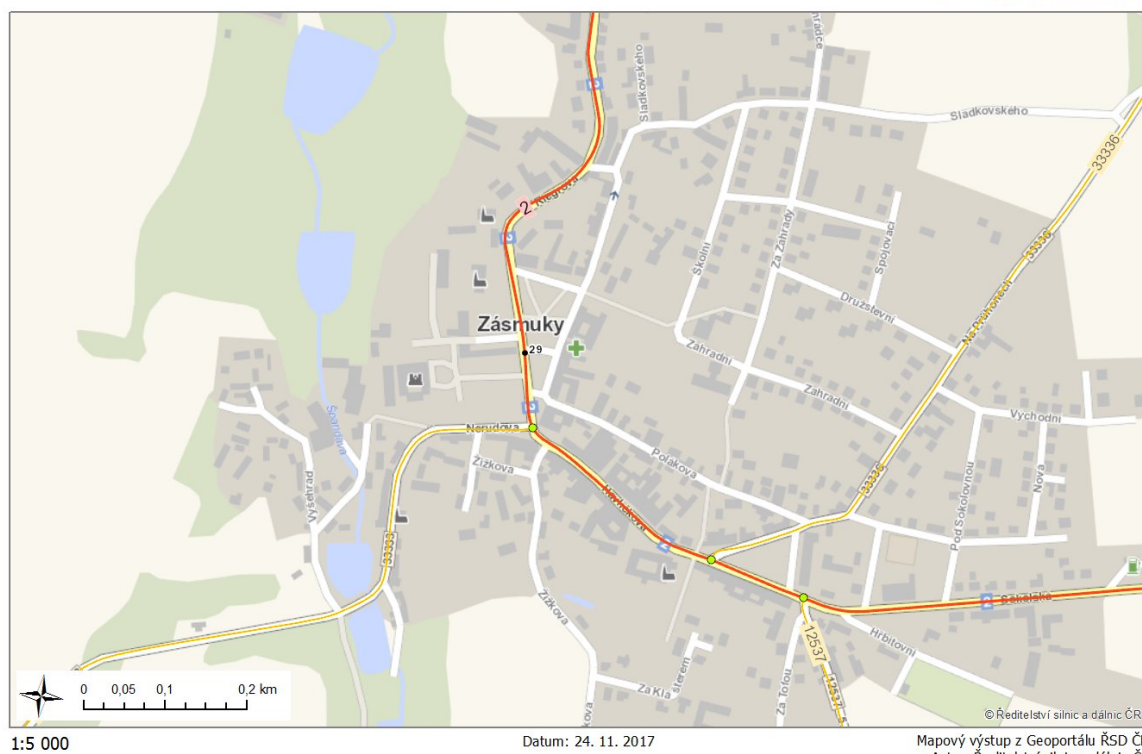
- a) *dálnice do 2 hodin;*
- b) *I. pořadí důležitosti do 3 hodin;*
- c) *II. pořadí důležitosti do 6 hodin;*
- d) *III. pořadí důležitosti do 12 hodin.*

Lhůty jsou stanoveny od výjezdu posypových mechanismů.

1.3 Staničení

Staničení (neboli kilometráž) pozemních komunikací, je systém značení polohy v síti silnic ČR pro její snadnější určení. Staničení obvykle začíná Prahou nebo jinými velkými krajskými městy, a dále pak pokračuje do menších měst obcí. Staničení se vždy udává v rámci jedné třídy komunikace. V praxi se můžeme setkat se situací, kdy je nahlášena nehoda na silnici I/2 v 29 km v protisměru staničení. Pomocí Geoportálu ŘSD si lze dohledat dle zadaných parametrů, že se jedná o silnici Praha – Kutná Hora, přičemž 29 km připadá na obec Zásmyky, přesněji Komenského náměstí (obrázek 2). Směr staničení je v tomto případě od Prahy, tudíž jde o směr opačný.

Pro zimní údržbu je pojem staničení důležitý pro přesné definování hranic udržované komunikační sítě, určení rizikového úseku, již zmiňované určení místa dopravní nehody, aj.



Obrázek 2 Mapový výstup z Geoportálu ŘSD
zdroj: (3)

Tento systém umožňuje s velkou přesností vyhledat, označit, či jinak informovat o konkrétním místě na celé silniční síti ČR.

Staničení lze s menší přesností určit i ve chvíli, kdy se zrovna subjekt (např. posypový vůz) nachází fyzicky na komunikaci a nedisponujeme zařízením pro přesný odečet polohy z mapy. V tento okamžik nám nejlépe poslouží právě tzv. kilometrovníky.

V DP je staničení využíváno k určení přesného místa či úseku na dopravní síti.

1.4 Materiály

Stručné uvedení jednotlivých posypových materiálů, se kterými je možné se na území ČR setkat.

A. Chemické posypové materiály

- chlorid sodný – NaCl;
- roztok chloridu sodného;
- roztok chloridu vápenatého pro použití při nízkých teplotách – CaCl.

B. Inertní posypové materiály

- kamenná drť frakce 2/5 mm.

Celkový přehled úložišť posypových materiálů je znázorněn v mapové části (obrázek 6) a v příloze DP (Příloha č. 1).

1.5 Technologie

Při výkonu zimní údržby se v souladu se schváleným plánem ZÚ použije taková technologie, která nejlépe vyhovuje místním podmínkám a pořadí důležitosti silnice.

Silnice zařazené do I. pořadí důležitosti jsou udržovány:

- v celé své šířce a délce vozovky;
- tak aby náledí a zbytková vrstva sněhu po pluhování o tloušťce menší než 3 cm byla odstraněna chemickými materiály.

A. Mechanické odklizení sněhu

Mechanicky se především provádí odklizení sněhu. Provádět posyp či postřik chemickými rozmrazovacími materiály do vrstvy čerstvě napadaného sněhu vyšší než 3 cm bez předchozího pluhování je neúčinné, a proto nepřipustné. Sníh je za obvyklé zimní situace třeba odstraňovat tak, aby nedošlo k jeho ujetí provozem a přimrznutí k povrchu vozovky. Sněhovou břečku je třeba z vozovky odstranit. Boční sněhové valy je třeba rozšiřovat, aby byl zachován průjezdní prostor a nebyl případně omezen výhled. Při tání musí být zabezpečen odtok vody. U dvoupruhových obousměrných silnic se sníh odklízí ze středu jízdní dráhy k pravému okraji vozovky. Při mimořádném spadu sněhu se v průjezdních úsecích a na místních komunikacích sníh shrnuje pouze k okrajům chodníků a dle možností odváží. Odklizení sněhu jízdou v protisměru je přípustné pouze ve výjimečných případech a za stanovených bezpečnostních opatření. U vícepruhových komunikací je vhodné odklízet sníh ve vícečlenných pracovních sestavách. Na odpočívkách a parkovištích může být sníh nejprve shrnut do valů, které se následně odstraní. Při úrovnovém křížení komunikace s ponechanou sněhovou vrstvou s dráhou je nutno dbát na to, aby tato sněhová vrstva plynule navazovala na niveletu železničního přejezdu. U podjezdů je nutno dbát na zachování volné výšky. Na mostech se sníh odstraňuje z celé šířky a délky mostu. Sníh pak má být sníh přesunován v podélném směru nebo odvezen, pokud by při odhozu do stran padal na dole ležící dopravní cesty nebo jiné objekty. K odklizení sněhu se běžně používají sněhové radlice. Vznikají-li při sněžení závěje nebo dosáhne-li výška

sněhu cca 30 – 50 cm, nasazují se šípové pluhy. Vrstvy sněhu vyšší než 70 cm se odstraňují sněhovými frézami. Sněhové metače se používají k rozšíření průjezdního prostoru vozovky. Při trvalém sněžení se pluhování periodicky opakuje. Na dopravně důležitých komunikacích nemá po skončeném pluhování zbytková vrstva sněhu přesáhnout 3 cm.

Pro ošetření silnic používáme buď chemické či inertní posypové materiály nebo v případě sněhové pokrývky sněžné pluhy. Pro silnice I. tříd se však používají výhradně chemické posypové materiály a sněžné pluhy. Inertní (zdrsňující) posypové materiály, se používají jen ve výjimečných případech, zpravidla po dohodě se správcem komunikace, v případě oblasti řešené v rámci diplomové práce, tedy silnice I. tříd, je správcem Ředitelství silnic a dálnic.

B. Odklizení sněhu s použitím chemických rozmrazovacích materiálů

Tato technologie se používá pouze na komunikacích určených plánem zimní služby. Posyp solí se zahajuje, pokud výška sněhu nepřesáhne 3 cm. Do sněhové vrstvy vyšší než 3 cm není dovoleno posyp provádět. Dávkování při posypu chloridem sodným nebo chloridem vápenatým se provádí v závislosti na intenzitě sněžení. Při malé intenzitě (1 - 1,5 cm za hodinu) se sype dávkou 10 g.m², při větší intenzitě dávkou 20 g.m². Použití větších dávek již způsobuje vznik sněhové břečky. Při mimořádně dlouhé sněžnosti nebo při mimořádné intenzitě spadu lze v průběhu sněžení posyp dávkou 10 g.m² opakovat, ale vždy až po provedeném pluhování, aby se sůl dostala na povrch vozovky.

C. Odstraňování náledí nebo ujetých sněhových vrstev za pomoci chemických rozmrazovacích materiálů

Chemické rozmrazovací materiály se zásadně aplikují až na zbytkovou vrstvu sněhu, kterou již nelze odstranit nebo snížit mechanickými prostředky. Těmito materiály lze účinně a rychle odstraňovat vrstvy uježděného sněhu do tloušťky 1 - 2 cm nebo náledí do tloušťky 2 mm. Na vyšší vrstvy je nutný opakovaný posyp a součinnost mechanických prostředků. Při teplotách kolem -5° C se použije chlorid sodný, při teplotách kolem -15° C se použije chlorid vápenatý – v mezilehlém intervalu teplot může být použita směs obou chloridů. Níže uvedené dávkování platí pro chlorid sodný i chlorid vápenatý a uvedené maximální dávky nesmí být překročeny. Minimální, technologicky dostačující dávka pro tento typ posypu je 20 g.m².

Při likvidaci vyšších vrstev náledí je zpravidla nutno použít dávek vyšších, celková spotřeba posypových solí však při jednom zásahovém dni nemá překročit 60 g.m². Jen ve zcela výjimečných případech, kdy je nezbytné obnovit rychle úplnou sjízdnost komunikace, lze použít dávku vyšší než 60 g.m². Dávky vyšší než 20 g.m² se nesmí používat na úsecích silnic vystavených silným větrům, pokud není na sypači použito skrápěcí zařízení. Na tenké vrstvy

náledí se nechá posyp působit cca 2 hodiny. Na silnější vrstvy náledí se nechá posyp působit 2 – 5 hodin. Pokud se za tuto dobu vrstva od povrchu zcela neuvolní, zpluhuje se uvolněná povrchová vrstva radlicí s ocelovým břitem a celý postup se opakuje. Celková spotřeba posypové soli přitom nesmí přesáhnout výše uvedené povolené dávky. Vzniklou sněhovou břečku nebo ledovou tříšť je nutno z vozovky neprodleně mechanicky odstranit. Jen v mimořádných případech (při mrznoucím dešti nebo mrznoucím mrholení) lze výjimečně použít posypu směsí inertního a chemického materiálu. Dávka se přitom volí tak, aby celkové množství chemické složky nepřesáhlo výše uvedenou maximální dávku - např. maximálně 240 g.m² směsi s poměrem 1:5.

D. Zdrsňování náledí nebo ujetých sněhových vrstev posypem inertními materiály

Posyp inertními materiály se používá na komunikacích, které nejsou udržovány pomocí chemických rozmrazovacích materiálů. Může být prováděn pouze občasný posyp na dopravně důležitých místech nebo na místech, kde to vyžaduje dopravně technický stav komunikace (křižovatky, velká stoupání, ostré směrové oblouky, zastávky osobní linkové dopravy). Na těchto místech je vhodné zřídit i samoobslužné skládky inertních materiálů. Pro posyp náledí je vhodný jemnozrný materiál (zrna menší než 2 mm).

Pro posyp nezledovatělých ujetých sněhových vrstev by měl být použit materiál s větším obsahem hrubých frakcí (zrn větších než 4 mm). V zastavěných oblastech se nesmí používat materiál se zrny nad 8 mm. Příčné úseky silnic se sypou dávkou cca 70 až 100 g.m², místa, kde to vyžaduje dopravně technický stav komunikace, se sypou dávkou cca 300 g.m².

Na frekventovaných zledovatělých vozovkách je vzhledem k odmetení materiálu provozem účelné dávky zvýšit o 50 až 100 %. Dávky vyšší než 500 g.m² jsou však neúčelné. Posyp inertními materiály se provádí v celé šířce komunikace, případně v celé šířce dopravního pruhu, tj. minimálně 3,5 m v jednom směru.

1.6 Dispečerský informační systém

Představení dispečerské informačního systému. Nástroje, kterými lze ovlivnit efektivitu celého procesu údržby.

1.6.1 Meteorologie

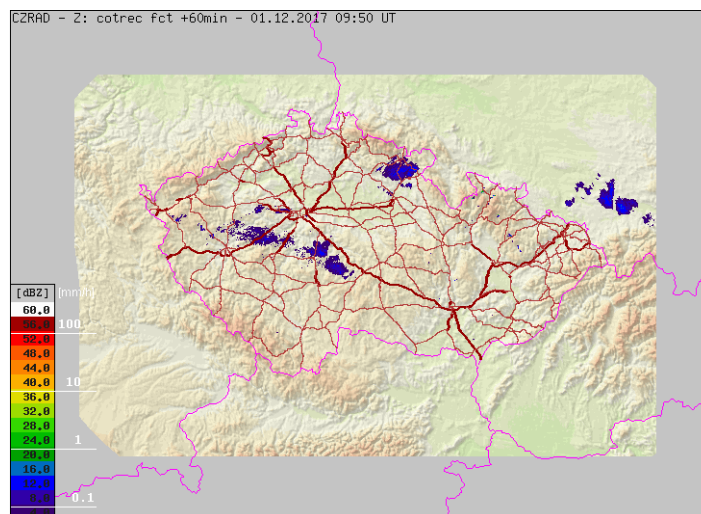
Pracovník dispečinku na základě správného vyhodnocení stavu počasí, organizuje výjezdy posypových mechanismů. Je tedy esenciální, aby byl v této problematice znalý, neboť svým rozhodnutím ovlivňuje ekonomickou stránku organizace i státu, množství posypové soli, která se dostane do environmentu, a rovněž ovlivňuje rychlost přeprav uskutečněných na dané dopravní síti. V krajním případě může svým rozhodnutím ovlivnit i lidské životy.

1.6.2 Základní pojmy

- Ledovka – vzniká při mrznoucím dešti nebo mrholení, které po dopadu na zem okamžitě mrzne. Má podobu průhledné vrstvy ledu, která je velmi hladká.
- Náledí – voda, jež zmrzne až na zemi, nebo vzniká z částečně roztáleného sněhu (sněhové břechky). Často se tvoří přes noc, když teploty padají pod bod mrazu.
- Námraza – vzniká při mrznoucí mlze. Její kapičky namrzají na povrchu země nebo na chladných pevných předmětech. Její odstranění je obtížné.

1.6.3 Srážky

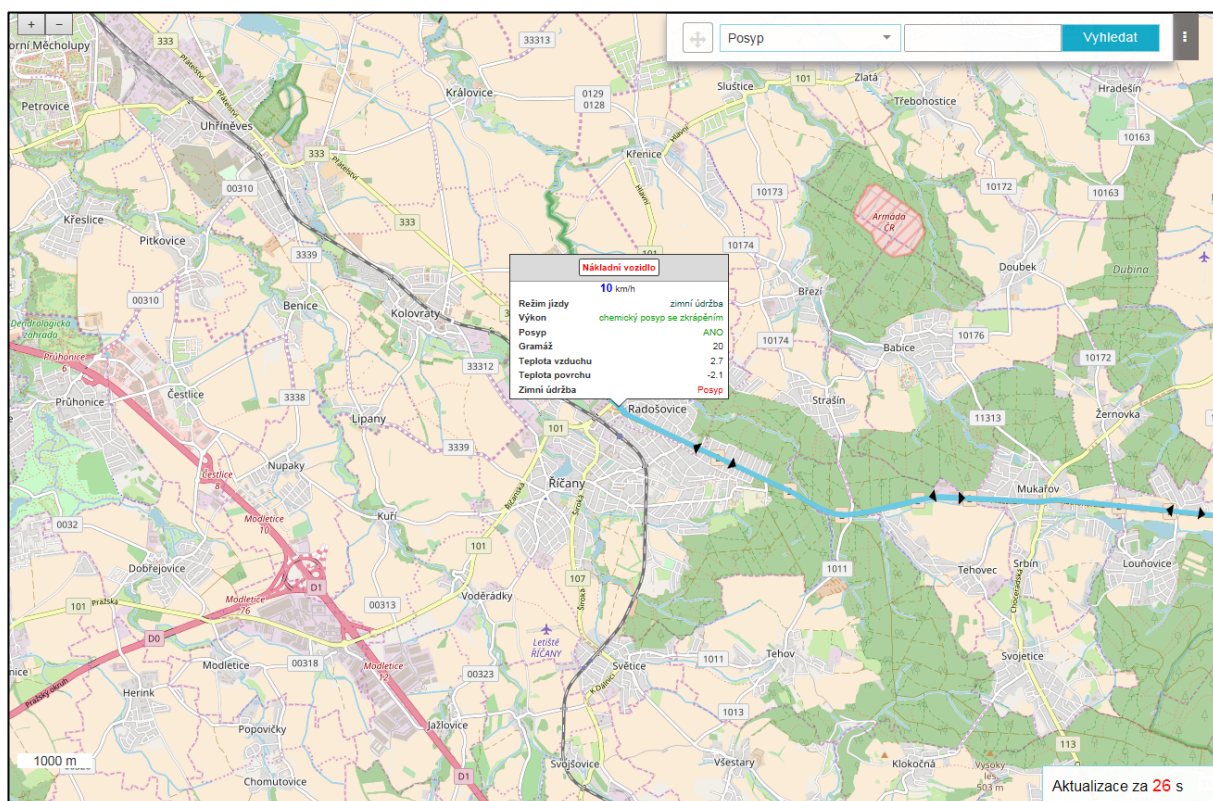
Ke sledování srážek slouží na dispečerském pracovišti radar (obrázek 3). Zdrojem dat je Český hydrometeorologický ústav. Radar dokáže s určitou přesností zobrazit predikci srážek na území ČR a blízkém okolí. Co je důležité, je informace směru a rychlosti, jakou se srážky přibližují do oblasti spadající pod centrální dispečink.



Obrázek 3 Radar srážek
zdroj: (5)

1.6.4 Sledování vozidel

Další užitečné informace dostává dispečer skrze informační dispečerský systém. Má tak dokonalou kontrolu nad polohou mechanizačního prostředku, jeho rychlostí, režim údržby (chemický posyp, pluhování aj.), gramáž posypu v jednotkách g/m^2 , teplotu vzduchu a teplotu povrchu vozovky. (obrázek 4)



Obrázek 4 Informace o mechanizaci

zdroj: autor pomocí dispečerského systému + mapový podklad OpenStreetMap

Řidič má v danou chvíli největší přehled o celé situaci, neboť se nachází přímo na vozovce. Mohl by však vědomě sypat vozovku větší gramáží posypového materiálu s vidinou ušetření dalších výjezdů. Gramáž volí tedy řidič po domluvě s dispečerem. Základní přehled množství gramáže zobrazuje Tabulka 1.

Tabulka 1 Doporučené množství gramáže chemického ošetření

	Preventivní posyp g/m^2	Reaktivní posyp g/m^2
Obecně	5-15 (max. 20)	20-30 (max. 40)
Námraza	0	5-15 (až 25)
Ledovka	15-25	20-40
Sněžení	10-25	pluhování + 20-40 posyp
Náledí	10-20	20-40 (+pluhování)
Dávky $> 60 \text{ g}/\text{m}^2$ pouze výjimečně. Více v kapitole 1.4.2 Použité technologie		

zdroj: ŘSD ČR

2 Současný stav provádění zimní údržby v řešené oblasti

Druhá kapitola obsahuje seznámení s konkrétním plánem zimní údržby pro úseky silniční sítě, které jsou předmětem diplomové práce. Postupně budou charakterizovány vlastnosti jednotlivých komunikací, které mají jakýkoliv vliv na zhoršení sjízdnosti v zimním období, tudíž při provádění výkonu zimní údržby, jejich označení a staničení, místa, kde se skladuje posypový materiál, výpis mechanismů aj. Nejlépe slouží pro ucelený přehled Mapová část plánu ZÚ, která je rovněž představena v následující kapitole.

2.1 Plán zimní údržby pro oblast č. 23 Středočeská

V kapitole 1.2 je psáno, že každá silnice má na zajištění sjízdnosti přidělené určité časové lhůty, které musí být splněny. Protože však ČR nabízí síť silnic I. tříd o celkové délce 5811 km, je nutné dále tyto silnice fragmentovat na jednotlivé oblasti, aby byla dle výše uvedeného zákona zajištěna včasná sjízdnost. Pro DP byl použit plán zimní údržby, který je v současné době použit pro údržbu silnic v oblasti č. 23 Středočeská.

Plán ZÚ pro tuto oblast je rozdělen do 10 hlavních kapitol a několika podkapitol.

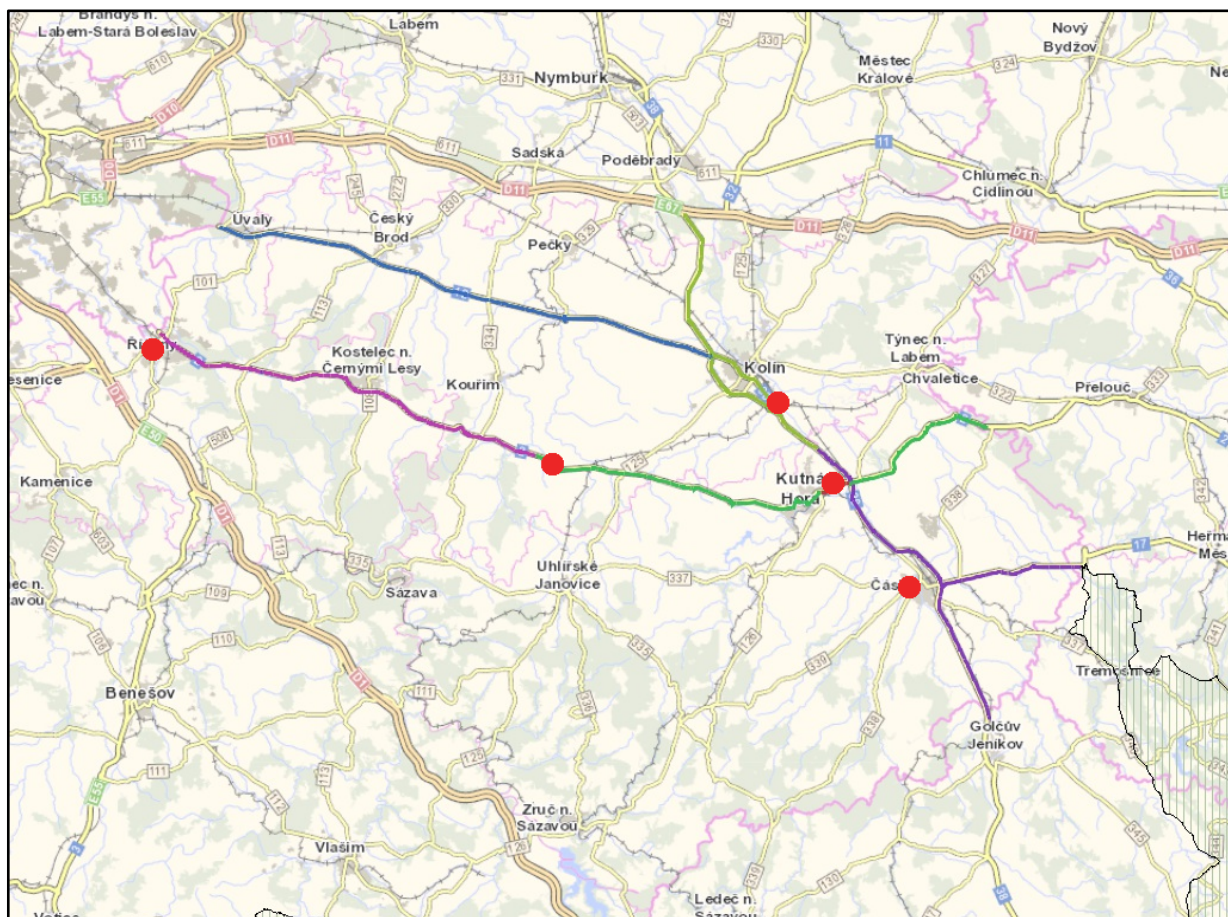
- Kapitola 1–9 - textová část
- Kapitola 10 - mapová část

Třebaže plán zimní údržby začíná částí textovou, pro snadnější představení řešené oblasti bude nejdříve představena část mapová. Rovněž je příhodné poznamenat, že centrální dispečerské pracoviště se nachází ve městě Čáslav.

2.1.1 Mapová část

Mapová část obsahuje soubor map sloužící k přehlednému zobrazení:

- a) Tras jízdy posypových mechanismů dle jednotlivých okruhů
- b) Pořadí důležitosti
- c) Technologie údržby
- d) Skladů posypových materiálů



Obrázek 5 Mapové podklady z plánu ZÚ (měřítko 1:700 000)
zdroj: (4)

Legenda

Okruh

Barva označení v mapě

23 CH – 1	tmavě fialová
23 CH – 2	modrá
23 CH – 3	světle zelená
23 CH – 4	tmavě zelená
23 CH – 5	světle fialová
skladiště posypové soli	●

Mapový podklad (obrázek 5) představuje zkomprimované dva mapové podklady z výše zmiňovaných map (a – d). První z nich jsou okruhy a trasy jízd posypových mechanismů (a). Celá oblast je rozčleněna do pěti okruhů, každý z okruhů je na mapě zastoupen určitou barvou, který je uveden v legendě pod obrázkem. Tyto okruhy jsou přesněji definovány v textové části plánu ZÚ, zde v DP jsou k nalezení v přílohách jako příloha č. 2. Druhý mapový podklad zobrazuje skladiště posypového materiálu a druh použitého materiálu. Na mapě jsou jako vícebarevné body.

Třetí a čtvrtý mapový podklad (pořadí se nutně nemusí shodovat s pořadím v plánu ZÚ) stanovuje technologie a pořadí důležitosti. Neboť jsou oba podklady uniformní, představují vždy pouze jednu barvu, resp. jednu technologii nebo jednu úroveň pořadí důležitosti, nejsou zde mapové podklady uvedeny. Je však nutné poznamenat, že všechny komunikace jsou udržovány technologií chemického posypu chloridem sodným se zkrápěním.

2.1.2 Textová část

Úvod textové části je věnován představení plánu ZÚ, oblast pro kterou byl plán vytvořen, a jehož zákonnou legislativou a vyhláškami se řídí, všechny tyto informace jsou již v DP uvedené. Dále popisuje časový plán, který vychází z ustanovení popisované v kapitole 1.0 diplomové práce. V DP již bylo uvedeno, že technologie údržby je pro celou silniční síť jednotná, v textové části je dále přesně definovaná délka udržované sítě (tabulka 2).

Tabulka 2 Seznam silnic dle použitých technologií

Třída silnice	Celkem km	Chemickými rozmrazovacími materiály		Inertní materiály	
		Bez zvlhčení	Se zvlhčením	Struska, škvára	Drť, písek
I.	161,16	0	161,16	0	0
II. + III.	0	0	0	0	0
Celkem	161,16	0	161,16	0	0
Dodavatelsky	0	0	0	0	0
Vlastními zaměstnanci	161,16	0	161,16	0	0

zdroj: (4)

Stejně tak tabulka (tabulka 3), která definuje přesnou délku dle pořadí důležitosti.

Tabulka 3 Celkové délky úseků silnic dle pořadí důležitosti, případně dohoda o výpomoci v případě průtahů měst a další výjimky

Třída silnice	Pořadí důležitosti			Celkem
	I.	II.	III.	
I.	161,16	0	0	161,16
Nezařazené	0	0	0	0

zdroj: (4)

Další z tabulek v plánu zimní údržby obsahuje seznam úseků s využitím sněhových řetězů. Protože v oblasti nejsou úseky s využitím sněhových řetězů, není zde zmíněná tabulka uvedena.

Následující tabulka (tabulka 4) přesně definuje úseky udržované silniční sítě za použití staničení. Přesně tak definuje řešenou oblast.

Tabulka 4 Podrobný přehled všech úseků silnic I. třídy dle pořadí důležitosti

Pořadí důležitosti	Označení silnice	Místopis	Staničení		Celkem [km]	Posyp [km]	Pluh [km]
			Od	Do			
1	I/2	Říčany – Bernardov hr. kraje	0,000	62,440	63,485	63,485	63,485
1	I/12	hr. kr. Praha – kř. I/38	0,000	34,592	35,148	35,148	35,148
1	I/17	křiž. sil. č. II/337 – kř. s III/33810	0,000	9,403	9,403	9,403	9,403
1	I/38	Oseček – kř. s III/0387 Podmoky	70,977	114,625	47,015	47,015	47,015
1	I/38 H	MUK Kolín západ kř. sil. č. I/38 – Kolín točna aut. Štáralka	0,000	6,007	6,109	6,109	6,109

zdroj: (4)

Druhá kapitola textové části je kapitola s názvem Organizační uspořádání. Tato kapitola je úzce spjata se změnou na českém území, kdy došlo k významné změně v oblasti zimní údržby dálnic a silnic I. tříd. Dosud se totiž o ZÚ staraly organizace Správy a údržby silnic krajů (SÚS). V tomto roce (2017) však stát s výrazným ušetřením (přes 800 mil. korun (6)) umožnil vstoupit na trh i soukromým firmám. Tento tendr měl svůj pilotní projekt v roce 2013, který vyhrála pro některé oblasti společnost AVE CZ. Jednou z oblastí je právě oblast Středočeská 23, která je předmětem DP. V druhé kapitole je tedy stanovena organizace AVE CZ jako organizace, která je odpovědná zajišťovat udržování sjízdnosti silniční sítě dle plánu ZÚ. V plánu zimní údržby je rovněž uveden seznam lidí odpovědných za zimní údržbu od vedoucích pracovníků po dispečery v mimopracovní době.

Povinnosti dispečera na cestmistrovství jsou stanoveny vedle obecných povinností vyplývajících ze Zákoníku práce:

- sleduje vývoj počasí z ČHMÚ, současně zaznamenává data povětrnostních podmínek;
- řídí a koordinuje na daném úseku výkony a průběh zimní údržby dle povětrnostní situace a meteorologického hlášení;
- podle vzniklé situace povolává do pohotovosti směny, nebo další pracovníky a prostředky společnosti;
- v rámci smluvního zajištění výpomoci vyhláší u dodavatelů pohotovost, nebo přímo požaduje přistavení těchto vozidel a mechanizace k výkonu;
- během své služby neopouští své pracoviště na dobu delší 15 minut;
- provádí denní záznam o zimní údržbě;
- provádí kontrolu evidence výkonů zimní údržby, výkonů samotných pracovníků, vozidel, mechanismů;
- spotřeby materiálu apod.;
- odpovídá za výkon zimní údržby v pracovní době na svém úseku.

Každý dispečerský pracovník cestmistrovství pro silnice I. tříd je povinen prodělat školení organizované Ředitelstvím silnic a dálnic. Dispečer zde získá úvod do problematiky meteorologie (Kapitola 1.5), základních pojmech a legislativě (Kapitola 1.1 a 1.2) a seznámení s deníkem zimní údržby. Školení je zakončeno testem, který musí každý budoucí dispečer úspěšně absolvovat.

Povinnost pracovních čet a osádek jednotlivých okruhů:

Stejně jako povinnosti dispečera jsou i tyto povinnosti stanoveny vedle povinností pracovníka dle Zákoníku práce:

- výjezd ke zmírnění závady ve sjízdnosti do 30 minut od vydání příkazu výjezdu ze strany nadřízeného (dispečera);
- plnit samostatně a svědomitě příkazy nadřízeného tak, aby uložené úkoly byly rychle a beze zbytku plněny;

- v maximální míře a důsledně plnit instrukce a technologické postupy při provádění zimní údržby komunikací;
- v případě poruchy mechanismu při výkonu, nebo nemožnosti výkonu z objektivních příčin neprodleně hlásit tuto skutečnost dispečerovi z důvodu nasazení náhradního mechanismu;
- být v neustálém spojení s dispečerským stanovištěm přes mobilní telefon;
- odpovídá za včasný zásah v souladu s ustanovením § 45, Vyhlášky č.104/1997 Sb. a zmírnění závad ve sjízdnosti silnic v souladu s ustanovením § 41, Vyhlášky č. 104/1997 Sb., na přiděleném okruhu.

2.2 Mechanizační technika

Pro jakékoliv další využití současné mechanizační techniky, zde musí být uveden kompletní seznam prostředků, který je k dispozici. Následuje přiřazení vozidel ze seznamu současné mechanizace. (tabulka 5)

Tabulka 5 Podrobný rozpis mechanizace dodavatelů a subdodavatelů

Typ	Nástavba	[m3]	[l]	Využití	Spojení
MERCEDES BENZ ACTROS		7	3000	sypač	23-CH-1 (posilové a náhradní vozidlo)
MERCEDES BENZ ACTROS		5	2200	sypač	23-CH-1 (posilové a náhradní vozidlo)
Opel				kontrolní jízdy	
MAN		8	4000	sypač	23-CH-4
SCANIA		8	2000	sypač	23-CH-3
MERCEDES BENZ		2	1000	sypač	23-CH-4 (posilové a náhradní vozidlo)
TATRA TERRNo 1		8	4000	sypač	23-CH-2
MERCEDES BENZ	SCHMIDT stratos	9	4000	sypač	23-CH-5
MERCEDES BENZ	SCHMIDT stratos	9	1000	sypač	23-CH-5 (posilové a náhradní vozidlo)
VALTRA				traktor + šípový pluh nebo přední radlice 3000mm a zadní pluh 3500mm	
VALTRA				traktor + fréza	
				uzavírková tabule	
TATRA 815	VSV 6	6	1200	sypač	23-CH-4 (posilové a náhradní vozidlo)
TATRA TERRNo 1	KOBIT SYKO 8H	8	4000	sypač	23-CH-2 (posilové a náhradní vozidlo)
TATRA 815 EURO IV	KOBIT 5H	8	2000	sypač	23-CH-3 (posilové a náhradní vozidlo)

PAUS RL 1052 SL B-2x				nakladač	
PAUS RL 1052 SL B-2x				nakladač	
				čelní nakladač	
				2x elektronakladač	
ZETOR				radlice 3000mm	Silnice Čáslav s.r.o.
ZETOR				radlice 3000mm	Silnice Čáslav s.r.o.
ZETOR				radlice 3500mm	Silnice Čáslav s.r.o.
ZETOR				radlice 3500mm	Silnice Čáslav s.r.o.
MERCEDES BENZ	SCHMIDT stratos	5	2200	sypač	23-CH-1
				uzavírková tabule	
TATRA 815	EPOKE	8	4000	sypač	23-CH-4 (posilové a náhradní vozidlo)
VW Transporoter				BESIP	
VW Transporter				BESIP	
VW Transporter				BESIP	
Mitsubishi				BESIP	

zdroj: (4)

Plán zimní údržby obsahuje další údaj – název společnosti, který jednotlivé mechanizace vlastní, ale pro diskrétnost není tento sloupec uveden.

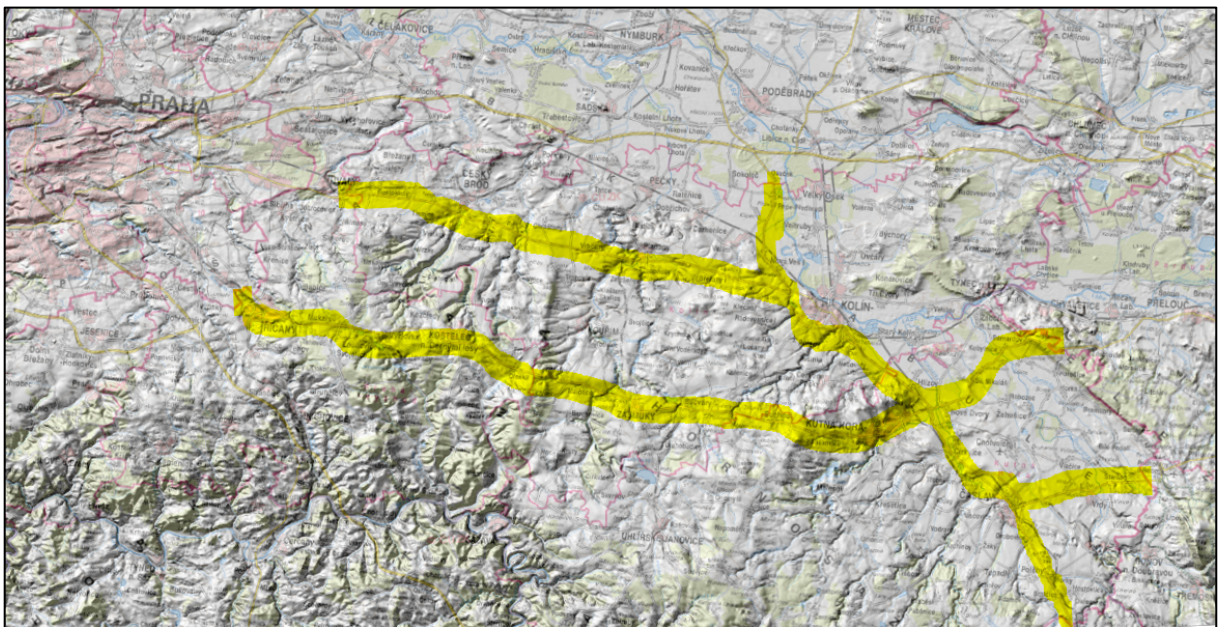
3 Návrhy

3.1 Problematické úseky, úseky s častou dopravní nehodovostí

Důsledkem zhoršených podmínek nemusí být vždy nehoda, proto se také tato kapitola nazývá „problematické úseky“, neboť kamion s přívěsem či osobní automobil, jenž stojí pod kopcem a nemůže pokračovat v jízdě z důvodu zhoršených adhezních podmínek, není přirozeně považován za dopravní nehodu. Tímto se nepromítne do žádných statistik s dopravní nehodovostí jako například aplikace z Ministerstva dopravy – vyhodnocení nehod v mapě z jednotné dopravní vektorové mapy. Takováto situace představuje však na silnicích I. tříd s dopravní intenzitou od přibližně 3000 voz/24h do až 20 000 voz/24h (14) značný problém, když může v příštím případě snížená adheze mít za následek dopravní nehodu nebo při nejmenším může výrazně dopravu zpomalit na dané komunikaci, popřípadě úplně dopravu zastavit.

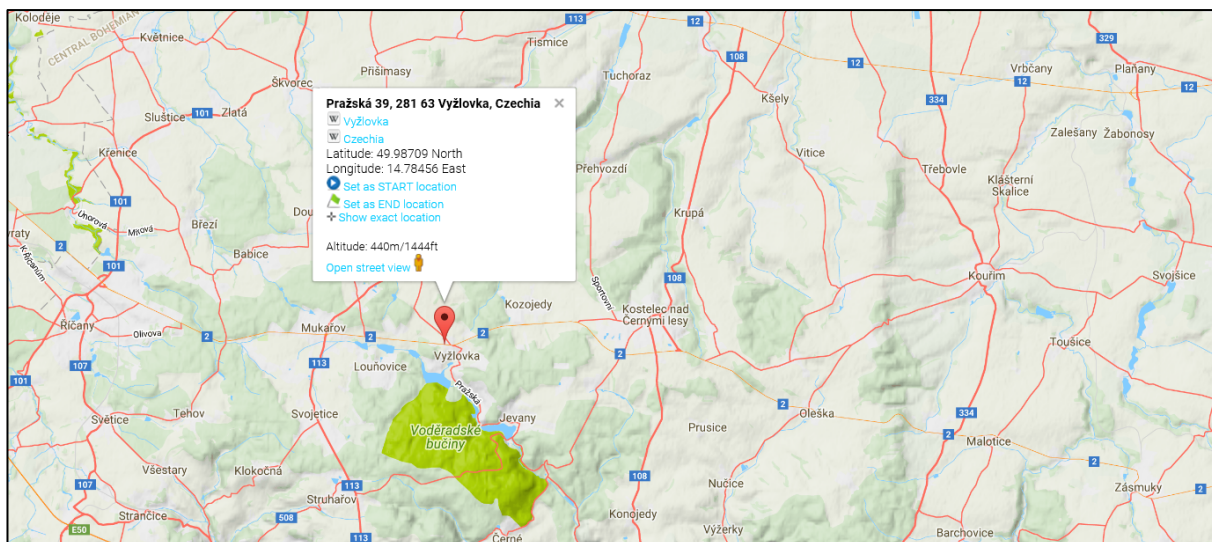
Problematické úseky jsou tedy úseky se zvýšeným počtem dopravních komplikací zapříčiněné právě povětrnostními podmínkami v zimním období, kde jsou očekávány zhoršené povětrnostní podmínky oproti ostatním úsekům na dopravní síti. Příčinou těchto podmínek bývají nejčastěji zeměpisná poloha, nadmořská výška, mrazové kotliny, blízkost vodních ploch, toků, či lesů, aj.

Pro zobrazení těchto podmínek slouží mapové aplikace, jakou je například Analýza výškopisu (obrázek 6) s využitím funkce stínovaného reliéfu se současným zobrazením podkladových map na pozadí s možností nastavení průhlednosti jednotlivých vrstev.



Obrázek 6 Analýza výškopisu
zdroj: autor + (7)

Přesné parametry nadmořské výšky v určitém bodě lze odečíst z online mapových aplikací. Jednou z takových aplikací je například webový portál Elevationmap.net (obrázek 9). Na tomto obrázku je zobrazeno odečtení nejvýše položeného místa v celé oblasti, je jím zmiňovaná obec Vyžlovka na silnici I/2 s nadmořskou výškou 440 m. Pro porovnání náměstí města Trutnov, které leží v Krkonošském podhůří je v nadmořské výšce 414 m.



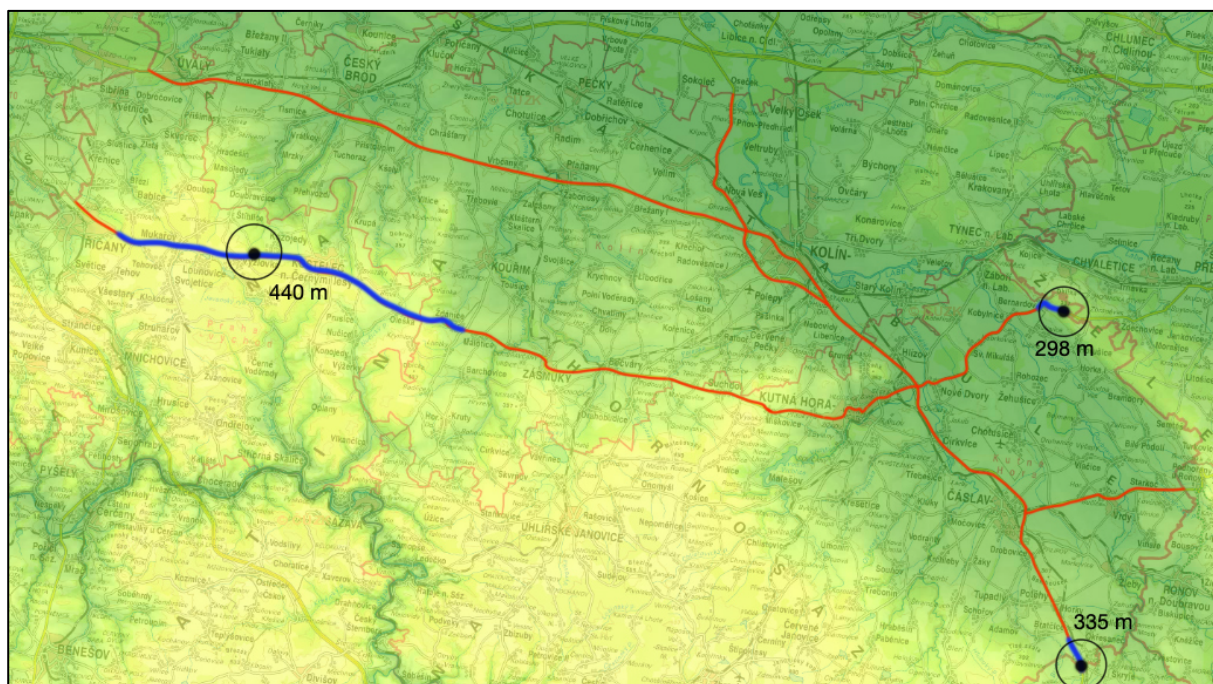
Obrázek 7 Přesné odečtení nadmořské výšky

zdroj: autor + (8)

Tyto aplikace mohou dispečerovi vypomoci analyzovat situaci povětrnostních podmínek kdekoliv na svém úseku. Jak je již uvedeno, teplota vzduchu koreluje s nadmořskou výškou, a to nepřímo úměrně (normální povětrnostní podmínky – s rostoucí nadmořskou výškou klesá teplota vzduchu) nebo přímo úměrně v případě inverze (s rostoucí nadmořskou výškou teplota roste).

Z obrázků 6 a 8, které představují spojenou mapu nadmořské výšky a síť silnic v řešené oblasti (podbarveno žlutě nebo červeně), je snadno identifikovatelná oblast, kam zasahuje geomorfologický celek Středočeské pahorkatiny v západní oblasti a úpatí Železných hor ve východní oblasti. Nadmořská výška je značena od světle zelené (nížiny) až po tmavě hnědou (pahorkatiny). První zmíněná mapa nám navíc umožňuje odhadnout, kde se vyskytují prudké stoupání či klesání.

Důsledky této polohy jsou věčně vyobrazeny na mapovém výstupu CHMÚ (Příloha 4).



Obrázek 8 Mapa nadmořské výšky s návrhem lokací meteostanic
zdroj: autor + (7)

Nejvíce problematické úseky jsou na obrázku 8 vyznačeny modrou barvou. Vyznačeny jsou celkem 3 úseky, kde jsou zároveň navrženy meteostanice:

- silnice I/2 Říčany – Zásmyky (0 – 28,5 km) – nadmořská výška až 440 m v obci Vyžlovka, vysoký výskyt vodních říček, zalesněných oblastí, prudké stoupání/klesání na kilometru 21 – 23;
- silnice I/38 hranice kraje Středočeský – Vysočina – nadmořská výška až 335 m;
- silnice I/2 Bernardov (60 – 62 km) – nadmořská výška až 298 m, prudké stoupání/klesání (50 m/1 km) v zalesněné oblasti.

Meteostanice jsou záměrně navrženy v nejvyšších bodech, přičemž je zvoleno takové umístění, aby byly dostatečně rozprostřeny a pokryly větší část území v těch nejtíživějších bodech.

Dle zkušeností zaměstnanců dispečinku je první zmiňovaný úsek na silnici I/2 mezi Říčany a Zásmyky velmi problematický, a to v důsledku kombinací několika faktorů: uvedené nadmořské výšce, která je vyšší než na zbytku komunikací, zalesněné oblasti s výskytem dvou potoků, které přispívají k udržení vlhkého a studeného vzduchu, který může vlivem nízkých teplot snáze namrznat a v neposlední řadě strmému stoupání, které dle zákonů mechaniky buď znesnadňují vozidlu překonat zvýšený jízdní odpor při cestě nahoru nebo zmenšují jízdní odpor při cestě dolů, toto může výrazně prodloužit brzdovou dráhu.

Další poznatky dokazují, a je to dokázáno nejednou zkušeností, že když na ostatních místech udržované silniční sítě jsou srážky dešťové, zde na tomto úseku mohou být srážky již sněhové. Nepatrný rozdíl v teplotě pak může znamenat i námrazu na vozovce, zatímco ostatní úseky budou pouze vlhké či mokré. Vzhledem k chybějící jakékoliv meteorologické stanici je jen těžko prokazatelné, že se právě takovéto podmínky na daném místě vykytují. Jediná možná cesta, jak se dispečer ujistí, zda-li je předpověď skutečná, je vyslání hlídky, jak je zmíněno v další kapitole. (obrázek 9)

Čas	Vozidlo	Okruh	Třídy komunikací	Činnost	Poznámky	Zapsal
16.12.2017 23:58:00				ukončení směny archivací	Matyska Milan	Matyska Milan
16.12.2017 23:45:14				změna: dom.pohotovost	Přidáno: ██████████ (ZKP)	Matyska Milan
16.12.2017 23:45:14				změna: pracovníci	Odebráno: ██████████ (ZKP)	Matyska Milan
16.12.2017 23:40:23	Sypač - MB - SCHMIDT	CH-5ČÁ-V	Silnice I. třídy	návrat	Ošetřeno chem. posypem gramáží 15 - 20 g/m ² . Řidič nahlásil mokry stav povrchu, místy slabá sněhová pokrývka.	Matyska Milan
16.12.2017 22:15:54	Sypač - MB - SCHMIDT	CH-5ČÁ-V	Silnice I. třídy	výjezd	chem. ošetření sil. 1/2 z důvodu mokrého stavu povrchu a záporných teplot v tomto úseku je předpoklad na vznik náledí.	Matyska Milan
16.12.2017 22:13:36				změna: dom.pohotovost	Odebráno: ██████████ (ZKP)	Matyska Milan
16.12.2017 22:13:35				změna: pracovníci	Přidáno: ██████████ (ZKP)	Matyska Milan
16.12.2017 22:13:11				výzva k výkonu z dom.pohotovosti		Matyska Milan
16.12.2017 21:29:53		CH-5ČÁ-V	Silnice I. třídy	neuvedeno	Konzultace s dispečinkem Říčany - řidič nahlásil v úseku Kostelec nad Černými lesy a Zásmyky na sil. 1/2 teplotu 0°C, vzhledem k mokrému stavu povrchu a klesající teplotou vzduchu vlivem lokálního vyjasňování v nočních hodinách nad touto oblastí, bude vysláno ošetření chem. posypem proti vzniku náledí.	Matyska Milan
16.12.2017 19:57:16		CH-5ČÁ-V	Silnice I. třídy	neuvedeno	Konzultace s dispečinkem Říčany, teplota 2°C, slabé přeháňky smíšené, silnice mokré.	Matyska Milan

Obrázek 9 Zápis v deníku pro výjezd na problematický úsek
zdroj: autor

3.2 Meteostanice

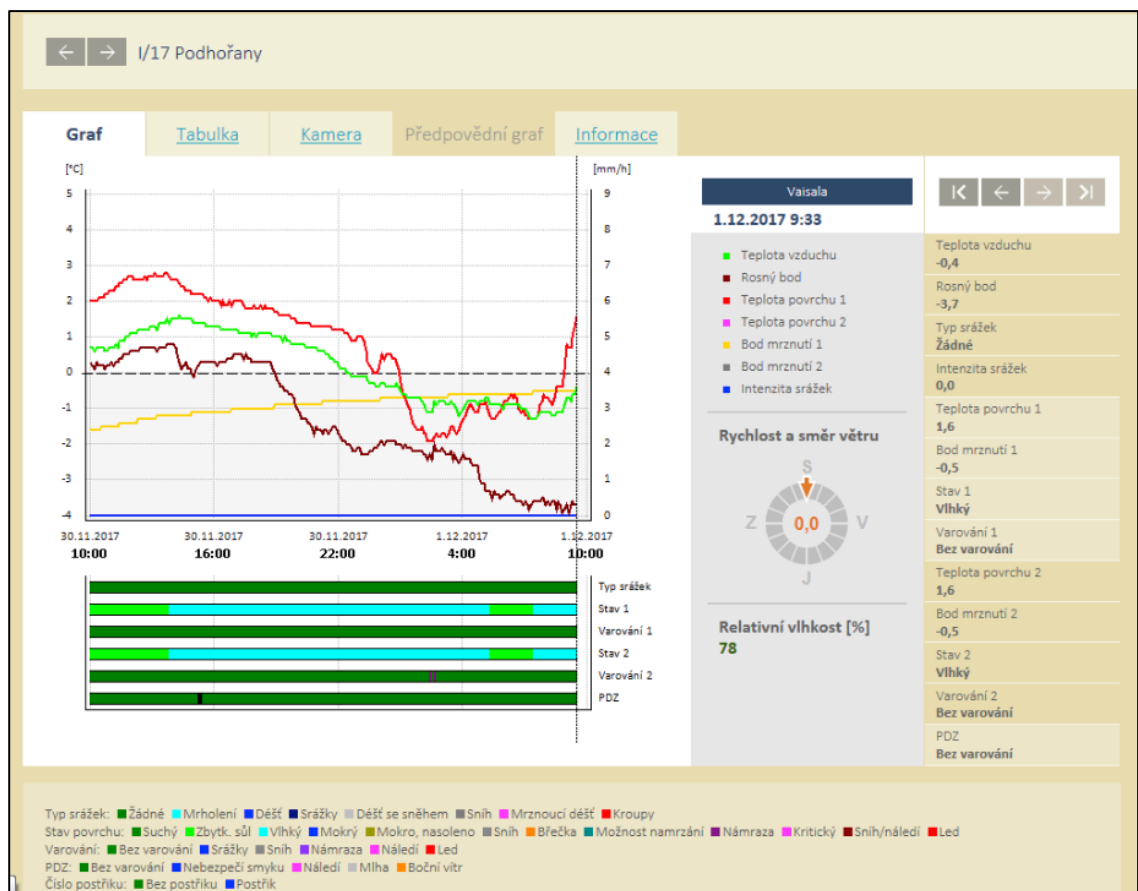
Řešení pro taková místa je několik. Dosavadní řešením je povolání hlídky z nejbližší stanice údržby, která spadá pod centrální dispečerské pracoviště. Tato jízda má v zásadě několik nevýhod. Problematická místa jsou vzdálena od nejbližšího pracoviště desítky kilometrů, a přestože se jedná o výrazně úspornější jízdu osobním vozidlem, až do kritického místa se jedná o netechnologickou jízdu. Další nevýhoda je potřebný čas, než se posádka dostane na místo, zhodnotí situaci, a následně předá informace na centrální dispečink. Jako další nevýhodu lze považovat fakt, že hlídka na místě stráví pouze krátký čas a v nejhorší scénář, který by mohl nastat, je zhoršení sjízdnosti ve chvíli, kdy hlídka opouští kritický úsek a již nestihne změnu zachytit. Situace se pak tváří jako zkontrolovaná a zajištěná, nicméně neohlášený snížený adhezní koeficient vozovky může způsobit vážnou dopravní nehodu.

Jako lepší řešení je návrh zařízení pro určení klimatických podmínek panujících na kilometry vzdálené dopravní síti od dispečerského pracoviště, a tím je meteostanice umístěná v ideálním případě přímo na udržované. Tyto meteostanice jsou již hojně používané, a to zejména na dálnicích na celé dopravní síti ČR. Vlastníkem stanic na dálnicích nebo silnicích I. tříd je ve většině případů ŘSD, na komunikacích II. a III. tříd je vlastníkem místní správa a údržba silnic. Meteostanice jsou určeny výhradně pro dispečerské pracoviště zimní údržby

silnic a poskytují mnoho užitečných informací o dané povětrnostní situaci na daném místě. Nejtěžší úloha dispečera zimní údržby je rozhodnout o tom, zda bude či nebude povolávat posypové mechanismy do akce. Je si totiž vědom, že svým počínáním přímo ovlivňuje bezpečnost provozu na celé jeho udržované síti silnic, a na druhé straně je tlačěn na co nejmenší náklady tohoto udržování, tudíž co nejmenší užití mechanizační techniky.

Souhrn informací poskytnutých meteostanicí v Podhořanech na silnici I/17:

I. Graf – v tomto okně je znázorněno v čase několik údajů do grafu (obrázek 10): teplota vzduchu, rosný bod, teplota povrchu 1, teplota povrchu 2, bod mrznutí 1, bod mrznutí 2, intenzita srážek, směr a rychlost větru, relativní vlhkost, stav povrchu, varování



Obrázek 10 Meteostanice Podhořany v dispečerském systému
zdroj: autor s využitím dispečerského systému

Uživatelské prostředí rovněž umožňuje ty samé údaje zobrazit v tabulce.

II. Kamera

Ve většině případů jsou meteostanice osazeny jednou či dvěma kamerami, které fotí situaci na pozemní komunikaci v intervalu 5 min.

III. Předpovědní graf

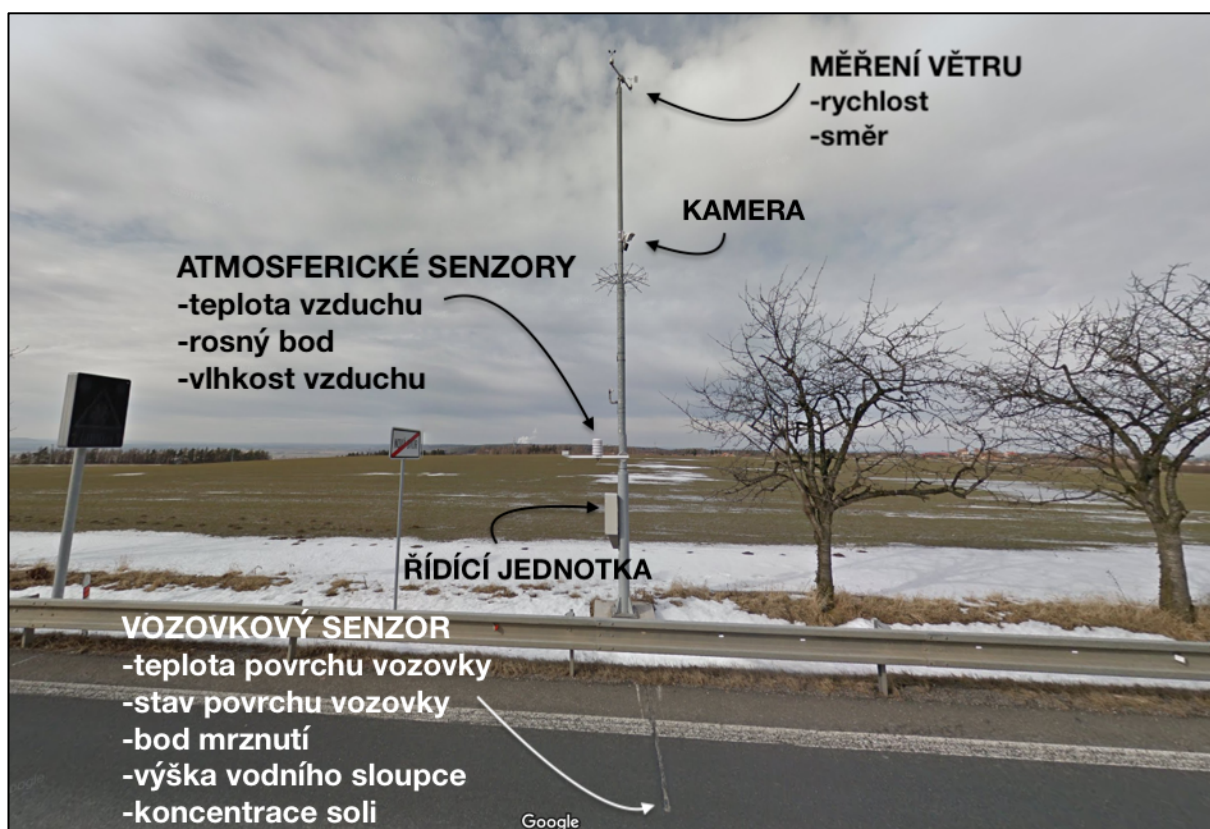
Předpovědní graf je výsledkem modelu METRo-CZ, který společně provozují ÚFA AV ČR, ČHMÚ a ChanGroup.

IV. Informace

Tato záložka obsahuje informace o konkrétní meteostanici.

Technologie, souřadnice, číslo silnice, vlastník, nadmořská výška, staničení, servisní kontakt, umístění vozovkového senzoru 1 a 2.

Veškeré údaje jsou zpětně dohledatelné dle zadaného data a času.

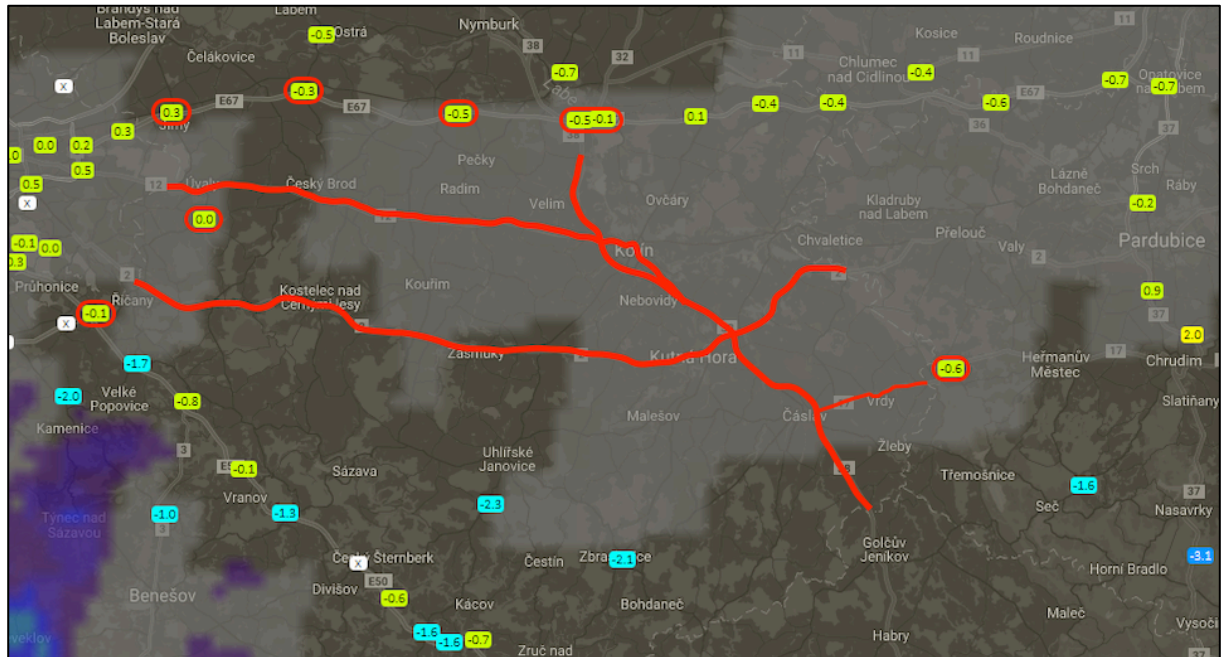


Obrázek 11 Meteostanice v Podhořanech silnice I/17

zdroj: autor s využitím (9)

Obrázek 11 je fotografie meteostanice přímo na komunikaci (silnice I/17, 11,8km, 374 m n. m.). Tento typ meteostanic je profesionální, ale vzhledem k jeho vyšší ceně jej najdeme spíše na dálnicích a významnějších komunikacích (obrázek 12).

Nutno zmínit, že se v oblasti vyskytuje řada amatérských meteostanic, které však nemusí být správně kalibrované a zdaleka neposkytují takovou úroveň informací jako profesionální meteostanice. Jako příklad můžeme uvést zmiňované měření teploty povrchu vozovky, která se může lišit od teploty vzduchu až o několik stupňů (vlivem akumulace tepla přes den, vznikajícímu teplu vlivem tření pneumatik), a tím opět ovlivnit, zdali bude či nebude výjezd uskutečněn.

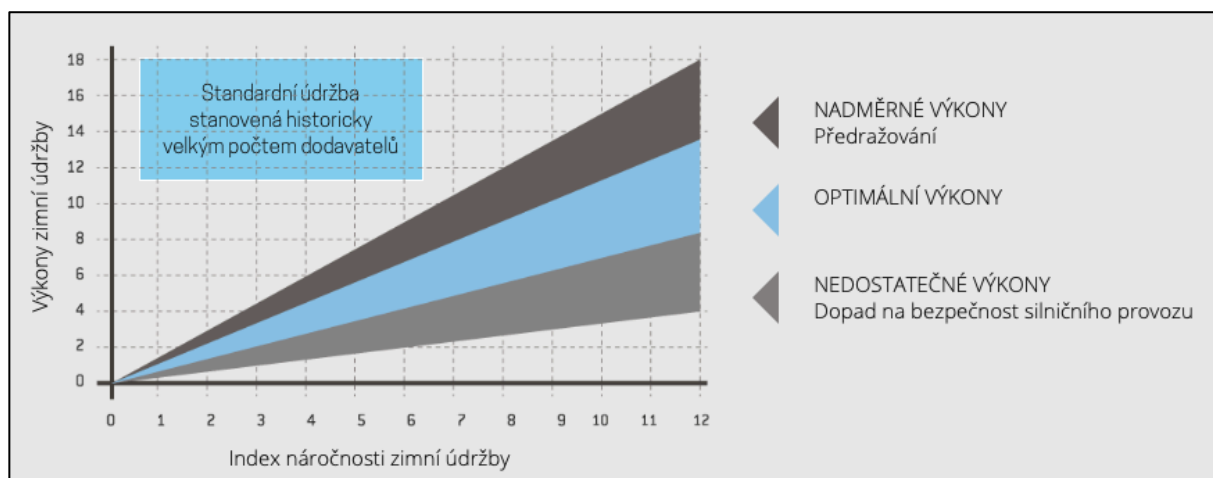


Obrázek 12 Umístění meteostanic v řešené oblasti a okolí

zdroj: autor s využitím dispečerského portálu

Obrázek 12 ilustruje situaci s počtem a umístěním meteostanic kolem řešené oblasti. Oblast č. 23 Středočeská čítá na své oblasti pouze jedinou meteostanici, která ani není přímo umístěna na jedné z řešených komunikací I. třídy. Jde o meteostanici v obci Škvorec, 3 km jižně od obce Úvaly. Další meteostanice, již mimo řešené území, jsou umístěny na dálnici D11, která vede paralelně se silnicí I/12 z Úval do Kolína a jedna meteostanice nacházející se 3 km za hranicí Středočeského kraje na silnici I/17 z Čáslavi do Chrudimi.

Přidáním meteostanic by se dosáhla významná podpora správných rozhodnutí (obrázek 13). Je to navíc jedno z řešení, jak snížit riziko ve zmiňovaných problematických úsecích.



Obrázek 13 Závislost správného rozhodnutí
zdroj: (10)

Obecně neexistuje rovnice, která by určila optimální počet meteostanic. Dá se s jistotou tvrdit, že strana, která se stará o údržbu, bude vždy usilovat o jejich větší počet, neboť jak je výše uvedeno jim dává důležité informace o stavu vozovky a povětrnostních podmínkách. Na druhé straně je vlastník (v tomto případě ŘSD ČR), který si službu údržby objednává a poskytuje finanční prostředky organizátorovi údržby. Největší přínos budou mít meteostanice umístěné do třech zmiňovaných problematických úseků, které jsou charakteristické nejhorsími povětrnostními podmínkami. Pokud totiž na oněch zmiňovaných úsecích není požadavek ošetření vozovek, je téměř jisté, že zbytek udržované silniční sítě bude bez problémů sjízdný.

Je však potřeba poznamenat, že prvotní investice do metostanic se časem vrátí v podobě zvýšené efektivity, jak znázorňuje Obrázek 13. To povede ve trojí prospěch. Strana vlastníka získá dokonalejší přehled o adekvátnosti výjezdů a zároveň se sníží počet redundantních kontrolních jízd. Strana organizátora údržby bude mít dokonalejší přehled o povětrnostní situaci na daném místě a dokáže lépe reagovat. Běžný uživatel zase dostane včasně sjízdnou vozovku, jejíž výhoda je především menší nehodovost a zvýšení jízdního komfortu.

3.3 Poznatky ze zahraničí

Každý světadíl naší planety má své specifické klimatické podmínky. Nelze tedy porovnávat, ani se jinak přiučit od zemí, kde není sníh, ani teploty pod bodem mrazu po celý rok. Naopak jsou země, kde se s podmínkami sněžení a nízkých teplot setkávají řidiči více než v našich zeměpisných polohách a organizace zajišťující sjízdnost zdejších komunikací mají v této oblasti dobré zkušenosti a vypracované studie o efektivitě zimní údržby komunikací. Zmiňovanými státy jsou severské země Skandinávie - Švédsko a Norsko, které se dlouhodobě vyskytují na předních příčkách celosvětového vyhodnocení bezpečnosti provozu na silnicích, a to i přes jejich nevýhodnou geografickou polohu z pohledu zimní údržby. (tabulka 6)

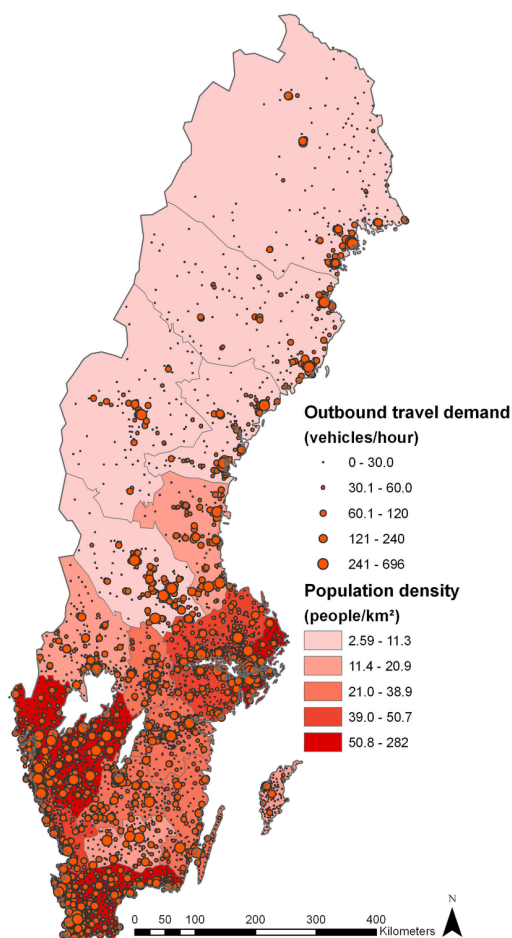
Tabulka 6 Statistika úmrtí na silnicích na milion obyvatel v zemích EU v roce 2017

Rok 2017	Úmrtí na silnicích	Počet obyvatel	Úmrtí na mil. obyvatel
NORSKO	106	5 258 317	20
ŠVÉDSKO	253	9 995 153	25
UK	1 783	65 808 573	27
CH	230	8 419 550	27
DK*	183	5 748 769	32
IE*	157	4 784 383	33
NL	613	17 081 507	36
EE	48	1 315 635	36
IL*	321	8 796 800	36
DE*	3 177	82 800 000	38
ES*	1 827	46 528 024	39
FI*	223	5 503 297	41
MT	19	460 297	41
LU	25	590 667	42
AT*	413	8 772 865	47
SI	104	2 065 895	50
SK	276	5 443 120	51
FR	3 448	65 018 096	53
ČESKÁ REPUBLIKA	577	10 578 820	55
BE*	620	11 322 088	55
IT*	3 340	60 589 445	55
CY	53	854 802	62
PT*	624	9 809 414	64
HU	624	9 797 561	64
LT*	192	2 847 904	67
EL*	739	10 768 193	69
LV	136	1 950 116	70
PL	2 831	38 432 992	74
HR	331	4 154 213	80
RS*	579	7 040 272	82
BG	682	7 101 859	96
RO	1 951	19 638 309	99

zdroj: (11)

*celostátní odhad, neboť konečné údaje nebyly v době tisku k dispozici

V následující části bude krátce představena švédská zimní údržba, z které lze dále odvozovat odlišnosti oproti zimní údržbě v ČR. Švédsko je na 2. místě v nejmenším počtu úmrtí na silnicích z dat roku 2017 (tabulka 6), přičemž tato skandinávská země má ~10 milionů obyvatel, což je velmi podobné ČR (10,5 milionů obyvatel). Ačkoliv by výsledky mohla významně ovlivnit ohromná rozloha Švédska (450 tis. km²) oproti České Republice (~80 tis. km²), distribuce obyvatel ve Švédsku je značně orientována na jih země, kde je příznivější klima pro žití, a tím je intenzita dopravy „zahuštěna“ na úroveň podobnou ČR. Srovnání s touto zemí je tedy poměrně relevantní. (obrázek 14)



Obrázek 14 Rozložení populace ve Švédsku

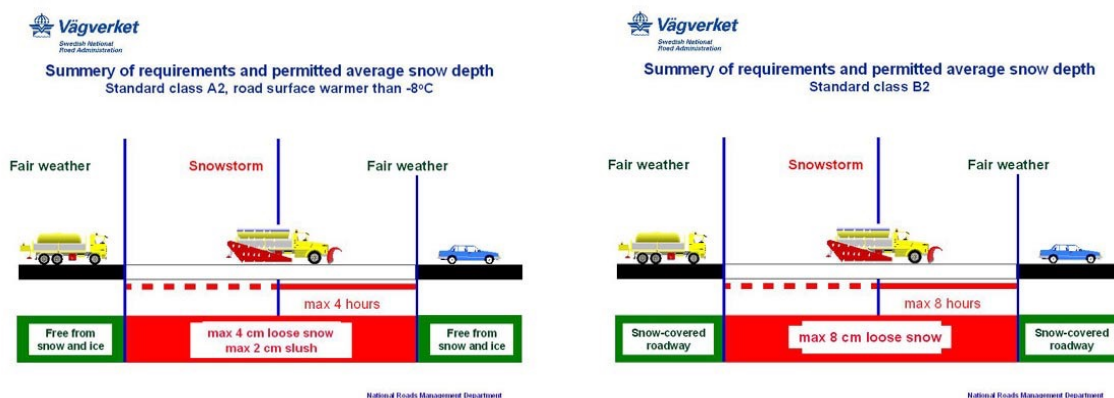
zdroj: (12)

Švédsko má celkem 420 000 kilometrů silnic. 98 000 kilometrů (23 %) z toho jsou státní silnice, za které zodpovídá Swedish National Road Administration (SNRA, obdoba Ředitelství silnic a dálnic ČR) a 2/3 přeprav je uskutečněno právě na této úrovni. Zbytek jsou silnice a ulice obecní, 38 500 km (9 %) a privátní silnice, 284 000 km (68 %).

Zimní údržba na Švédských státních silnicích je řešena podle "General technical description of road operation service levels during winter. OPERATION 96" – Obecný technický popis služeb silničního provozu během zimního období.

Provozní požadavky zahrnují šest odlišných skupin standardů (A1 – A4, B1 – B2), které se dělí dle intenzity na dané komunikaci tzv. AADT (Average annual daily traffic, analogie české RPDI) od největší intenzity provozu AADT > 16 000 až k nejmenší intenzitě AADT < 500.

Mezi oběma skupinami (A a B) je zásadní rozdíl (obrázek 15). Požadavek na silnice s nejvyšší intenzitou (skupina A1) je odstranění sněhu a ledu do 2 hodin, pokud sníh již dále nepadá a teplota vozovky není nižší než -8°C. V případě, že sníh stále padá, nesmí jeho hloubka na vozovce překročit 2 cm a hloubka sněhové břčky nesmí překročit 1 cm. Pro skupinu A není po ukončení ošetření vozovky povolena žádná vrstva sněhu na vozovce.



Obrázek 15 Dvě hlavní skupiny silnic A2 a B2 z pohledu zimní údržby ve Švédsku
zdroj: (13)

Co se týká skupin s nejmenší intenzitou dopravy (skupina B2), pluhování a opatření proti ledu na vozovce musí být hotové do 8 hodin, pokud sníh již dále nepadá a během sněžení nesmí být hloubka sněhu vyšší než 8 cm. Pro skupinu B je po ukončení ošetření vozovky povolena 2 cm vrstva sněhu na vozovce.

Skupina A, plně ošetřená, se dělí na čtyři třídy (A1 – A4), kde A1 má nejvyšší úroveň poskytovaných služeb. Skupina B, sněhem pokrytá, se dělí na 2 třídy (B1 – B2). Rovněž chodníky a cesty pro cyklisty mají své třídy C (C1 – C3).

Pro rozdělení do jednotlivých skupin slouží následující doporučení (tabulka 7).

Tabulka 7 Rozdělení skupin komunikací dle AADT

Intenzita dopravy, AADT	Třída komunikace	
	Státní komunikace	Regionální a obecní komunikace
≥16 000	A1	A2
8000–15 999	A2	A3
2000–7999	A3 nebo B1	A3 nebo B1
500–1999	B1 nebo A4	B1 nebo A4
<500	B1	B2

zdroj: (13)

Tabulka 8 Podrobnější limity pro silnice třídy A

Požadavek	Třída silnice			
	A1	A2	A3	A4
Max. hloubka sněhu, ___ cm volného sněhu na vozovce	2	4	6	6
Max. hloubka sněhu, ___ cm sněhová břevna	1	2	3	3
Vozovka bez ledu a sněhu do ___ hodin po sněžení.	2	4	6	6
Povrch silnice - teplota nad kterou musí být povrch kompletně ošetřen od sněhu a ledu, _____ °C	-8	-8	-6	-3
Dosažení uspokojivé míry adheze po dešti do ___ hodin za předpokladu nižší teploty, než je výše uvedený limit.	2	4	6	6

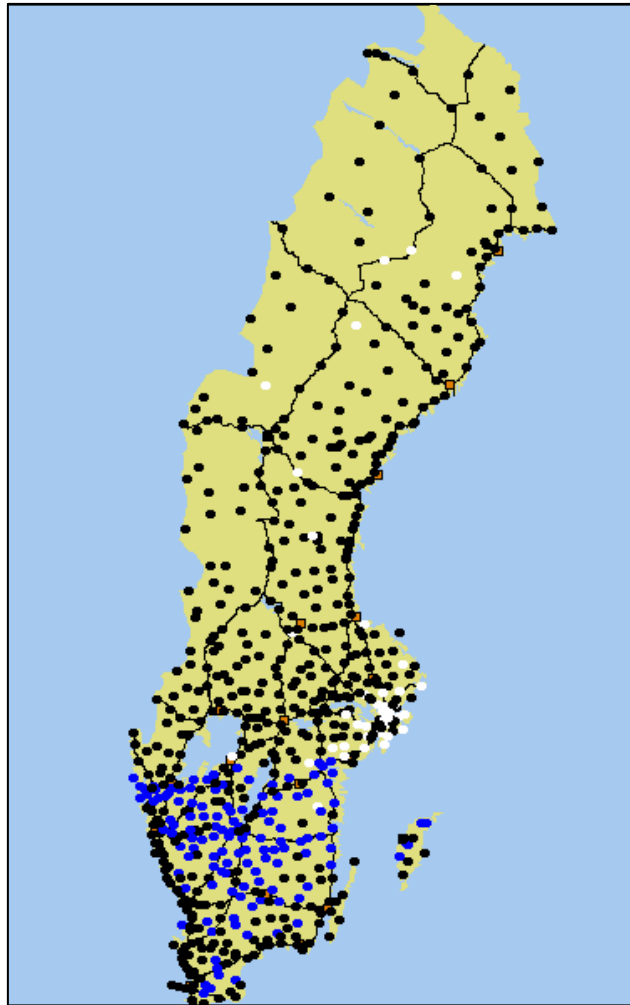
zdroj: (13)

Tabulka 9 Podrobnější limity pro silnice třídy B a C

Požadavek	Třída silnice				
	B1	B2	C1	C2	C3
Max. hloubka sněhu, ___ cm volného sněhu na vozovce	6	8	4	6	8
Max. hloubka sněhu, ___ cm sněhová břevna	3	4	2	3	4
Max. 2 cm volného sněhu do ___ hodin po sněžení.	6	8	4	6	8
Dosažení uspokojivé míry adheze po dešti do ___ hodin.	6	8	2	3	4

zdroj: (13)

Tabulky 8, 9 představuje popis proměnných hodnot na základě rozdělení silnic z výše popsaného hlediska.

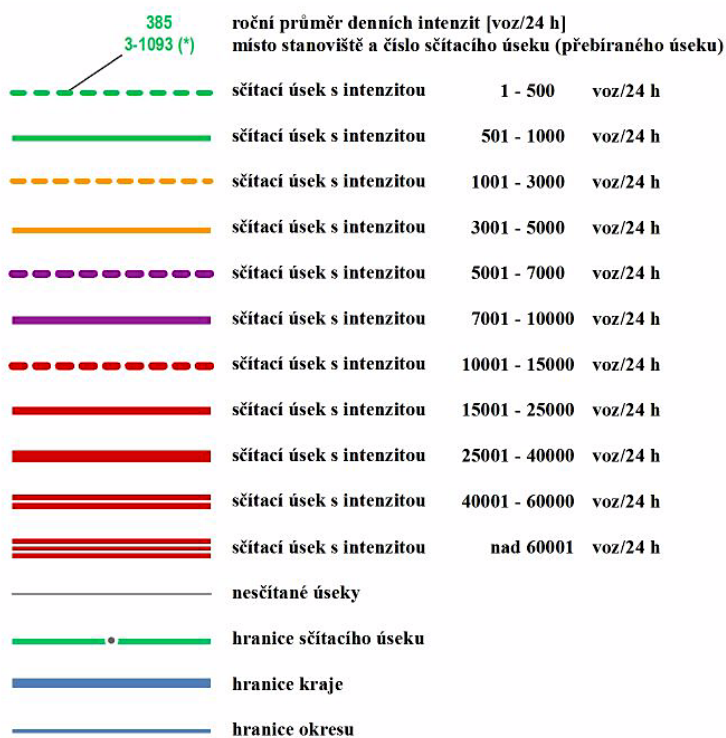
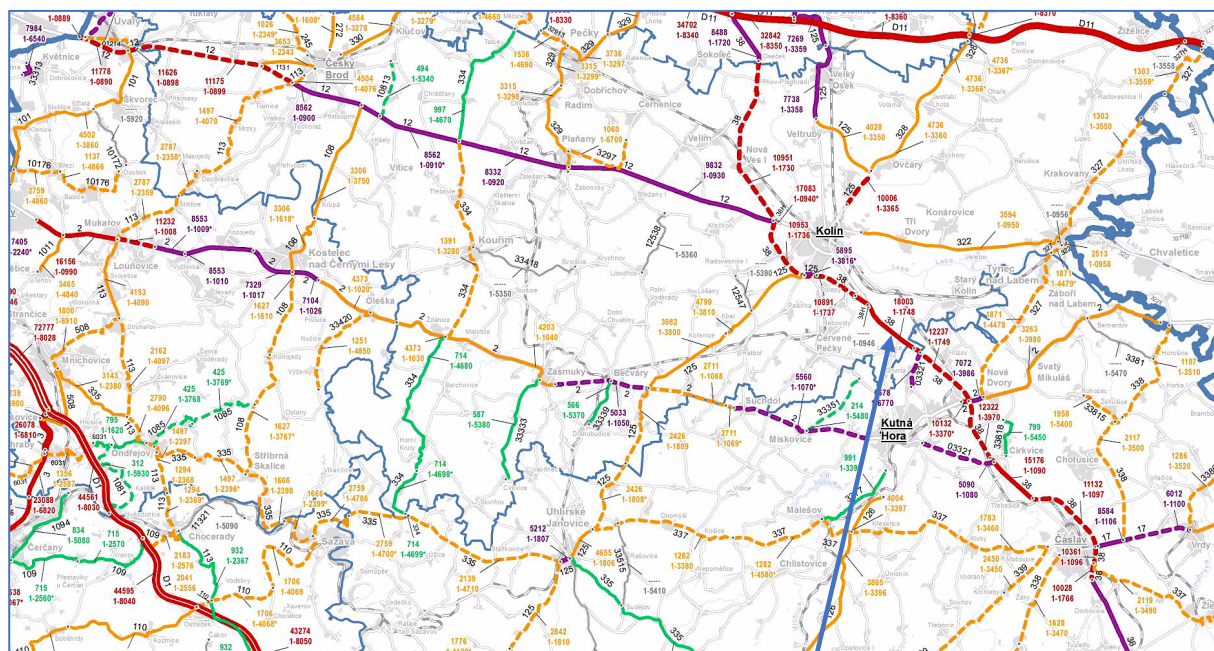


Obrázek 16 Rozložení 680 silničních meteostanic ve Švédsku

zdroj: (13)

Požadavky na zásahové operace jsou nastaveny tak, že určují stav povrchu vozovky během různých povětrnostních podmínek. Nestanoví tedy, kdy má být zásah vykonán, to je pouze na dodavateli zimní údržby.

Zásadní rozdíl nalezneme při přidělování časových limitů, tj. do kdy má být určená silnice sjízdná v případě České republiky a splňující dané parametry (hloubka sněhu, adhezní součinitel aj.) pro švédskou monarchii. Pro ČR platí, vyhláška 104/1997 Sb. jak byla popsána v první kapitole DP. Časové limity tedy určuje pořadí důležitosti, které je určeno na základě třídy dané komunikace. Ve Švédsku, jak potvrzuje tabulka 7, je tomu jinak. Časové limity jsou určeny na základě AADT, tedy průměrné roční denní intenzitě vozidel.



Sčítání dopravy 2016 – hodnoty RPDI [voz/24h]	
Sčítací úsek č.	1-1748
Komunikace č.	38
TV (těžká motorová vozidla celkem)	3 728
O (osobní a dodávková vozidla)	14 202
M (jednostopá motorová vozidla)	73
SV (součet všech vozidel)	18 003

Obrázek 17 Výstup z celostátního sčítání dopravy v řešené oblasti + detail k nejvytíženější komunikaci v řešené oblasti

zdroj: (14)

Výše uvedený Obrázek 17 reprezentuje největší RPDI v řešené oblasti. Nachází se na silnici I/38 mezi městy Čáslav a Kolín za místem, kde je napojena silnice III/03321 z Kutné Hory. Tato silnice čítá RPDI ~ 18 000 voz / 24 h. Jedná se o státní silnici a dle výše uvedených švédských pravidel by spadala již na limit sjízdnosti – bez sněhu a ledu namísto do 4 hod. (v ČR 3 hod.) na limit do 2 hod.

Tabulka 10 znázorňuje statistiku úmrtí na silnicích ČR během celého roku v jednotlivých měsících. Čísla jsou prezentovány jako absolutní hodnoty, přičemž statistika pro naše účely by byla relevantnější relativní, vztažená k intenzitě dopravy v daném měsíci. Protože tomu tak není, můžeme přisuzovat nezanedbatelné snížení počtu nehod právě zimním měsícům (leden, únor), kdy počty dopravních nehod klesly v únoru roce 2016 až na 81 % průměru roku. Intenzita dopravy v tomto měsíci se průměrně snížila o zhruba 15 %, tudíž je patrná určitá korelace mezi těmito faktory. Když k tomuto přidáme zvýšenou intenzitu dopravy v letních měsících o 6 %, vyloučí nám poněkud zjednodušeně důvod vyšších počtů dopravních nehod v letních měsících.

Tabulka 10 Měsíční statistika úmrtí na silnicích v ČR

Nehodovost v ČR v roce 2016		
měsíc	počet dopravních nehod	počet usmrcených osob
Leden	7 992	27
Únor	6 698	31
Březen	7 362	48
Duben	7 974	37
Květen	8 788	44
Červen	8 645	36
Červenec	8 173	60
Srpen	8 595	60
Září	8 686	52
Říjen	9 286	62
Listopad	8 445	37
Prosinec	8 220	51

zdroj: (15)

Vysvětlení jevu, který nastává v zimních měsících je zřejmě již popsán v norské studii od Torkel Bjørnskau z Institutu ekonomiky dopravy (TOI), který píše následující:

Optimalizace problémů v zimní údržbě silnic

Existují dvě důležité otázky optimalizace, které je třeba řešit, pokud mají být dosaženy efektivní bezpečnostní opatření v zimní údržbě silnic. První z nich se dotýká solení silnic, jež vede ke zlepšení adhezních podmínek a vede k zvýšení rychlostem na komunikaci, a důsledkem toho jsou nehody, které nastanou, vážnější. Druhý se týká zvýšenému riziku nehody při jízdě na zledovatělých či zasněžených silnicích, pokud jsou tyto podmínky méně časté.¹ (16)

Tato studie je velmi zjevná i na číslech z Tabulky 10. V letních měsících je adhezní součinitel vysoký vzhledem k vysokým teplotám, což má za následek vyšší rychlost jízdy a tím závažnější nehody a zvýšený počet usmrcených osob.

Výrazně jinak se jeví totiž statistika počtu usmrcených osob, neboť čísla za jednotlivé měsíce mají daleko větší variabilní koeficient²:

Variabilní koeficient pro počet dopravních nehod:

$$VK = \frac{s}{\bar{x}} = \frac{688,3}{8238,7} = 8 \% \quad (1)$$

Variabilní koeficient pro počet úmrtí:

$$VK = \frac{s}{\bar{x}} = \frac{11,9}{45,4} = 26 \% \quad (2)$$

Nelze tak přisuzovat snížení počtu usmrcených pouze z menší intenzity dopravy v daném měsíci. Rozsah je skutečně značný, v zimních měsících, např. v lednu dosáhly čísla až k 60 % průměrné hodnoty, což je signifikantní snížení. Na druhou stranu letní měsíce mají nárůst až ke 130 % průměrné hodnoty z roku 2016.

¹ Optimization problems in winter road maintenance

There are two important optimization issues that need to be addressed if good safety effects of winter road maintenance are to be achieved. The first concerns road salt improving road friction and resulting in higher speeds and more severe accidents when they occur. The second concerns the risk of driving on ice or snow increasing when such conditions are rare.

² Variabilní koeficient je vhodný pro porovnání variability ukazatelů a souborů jednotek různých úrovní. Proto je zde výhodnější použití variačního koeficientu (než rozptyl), který vypovídá o relativním významu průměrné odchylky od průměru, tj. kolik procent průměru představuje směrodatná odchylka.

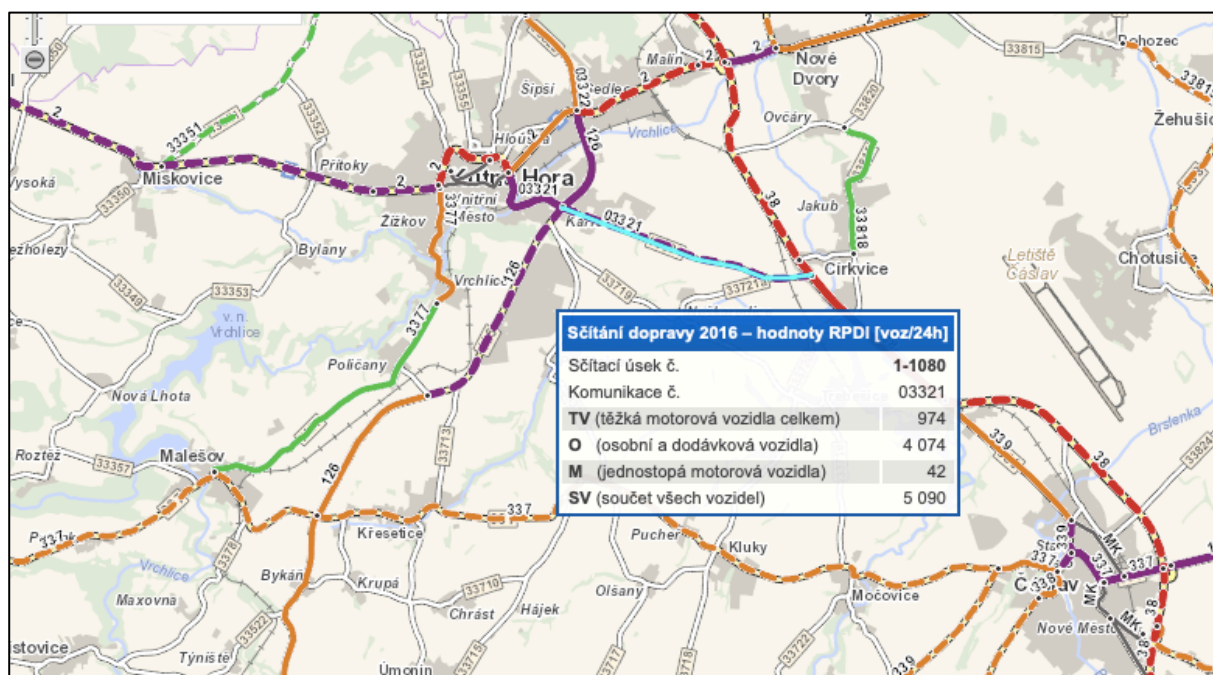
Velikou neznámou i pro analytiku je měsíc říjen, který se dlouhodobě řadí mezi nejtragičtější měsíce, přičemž nelze nalézt hlavní příčinu, průměrný počet srážkových dnů je v tomto měsíci minimální a v drtivé většině případů se jedná stále o srážky dešťové. (tabulka 10, (18))

Tento trend přitom není jen záležitostí roku 2016, který je zde uveden jako příklad, ale velmi podobně je tomu i v předcházejících letech. Tyto údaje vycházejí z policejních ročenek pro jednotlivé roky.

Norská studie píše o tom, že zvýšené riziko nehody na sněhové nebo ledem pokryté vozovce, je větší pro oblasti s menším výskytem těchto podmínek. Jinak řečeno, pokud se řidič vyskytuje na zasněžených, či ledem pokrytých vozovkách častěji, poradí si s těmito podmínkami snáze. Přirozeně řidič, který se za celý rok setká se zhoršením povětrnostních podmínek na vozovce pouze jedenkrát za rok, bude náročné pro něj takovouto situaci zvládnout. Naopak řidič, který se nachází v oblastech, kde se led a sníh běžně na vozovce vyskytuje, je na tuto situaci lépe připraven. Druhý zmíněný řidič je pravděpodobně případ zmíněných severských zemí. V ČR se s tímto případem setkáme v horských oblastech, kde jsou zimní podmínky více konzistentní, je tu vyšší nadmořská výška a je tedy více pravděpodobné, že bude vozovka pokryta sněhem či ledem, a to zejména pak ve spojení s oblastmi CHKO, kde se nepoužívá chemické ošetření. Tyto oblasti mají vzhledem ke své nadmořské výšce a charakteru CHKO častěji zhoršené podmínky sjízdnosti a v případě právě CHKO nejsou takové silnice ani chemicky ošetřeny. Tyto fakta by však potvrdil až rozsáhlý statistický rozbor, který není náplní této práce. Vezmeme-li však dle studie (16) toto tvrzení jako pravdivé, je nutno počítat s následující situací:

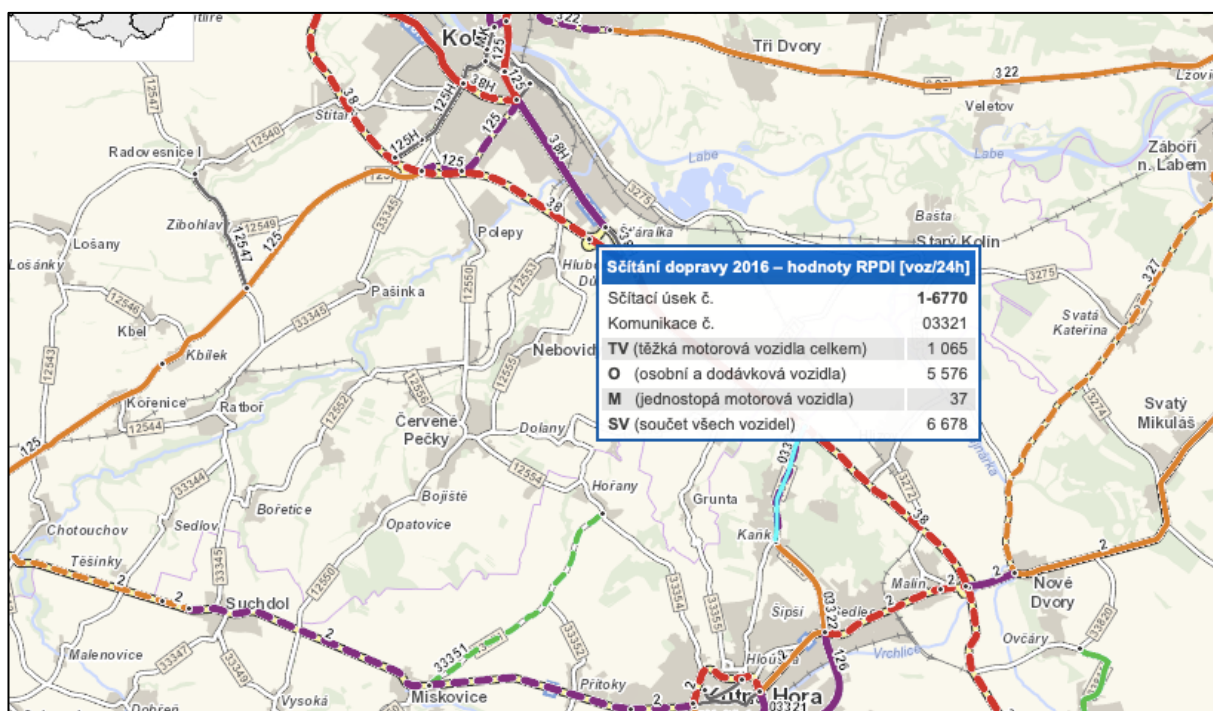
Řidiči jedoucí po silnici I. třídy, jenž spadá do kategorie důležitosti s dobou zajištěné sjízdnosti do 3 hodin, mohou svou trasu odklonit z důvodů stavebních úprav na komunikaci, z důvodu vyhnout se kongescím či pouze využít kratší cestu za účelem zkrátit svůj cestovní čas. Následně hrozí, že nižší kategorie silnice, na kterou řidiči přejedou, spadá již pod jiného zajišťovatele údržby, platí pro ni jiné časové lhůty, a tím přirozeně dojde k ošetření komunikace v jiný čas. Tímto vzniká na silniční síti velmi nebezpečná hranice mezi vozovkou ošetřenou (sjízdnou) a vozovkou neošetřenou (nesjízdnou). Důležité je poznamenat, že běžný řidič často neví, na jaké kategorii silniční sítě se právě nachází, což riziko nehodovosti ještě zvyšuje, neboť si neuvědomuje, že může být úsek, kterým právě projíždí stále ještě neošetřený. Z první části zmiňované studie odvozujeme zvýšenou rychlost řidiče na silnici I. třídy důsledkem již ošetřené vozovky, což vede ke zlepšení adheznímu součinitele. Přjetím na silnici nižších tříd však řidič svou rychlost zpravidla nezpomalí, tudíž se opět vystavuje zvýšenému riziku nehody.

Takovýto úsek se nachází i v řešené oblasti DP, a to na silnici č. III/03321, která spojuje Kutnou Horu a Církvice. Z označení je patrné, že se jedná o komunikaci III. třídy. Dále je z výstupu celostátního sčítání dopravy ŘSD ČR (obrázek 18) vidno, že úsek čítá zhruba 5090 voz/24 h, což je pro srovnání více, než udržovaný úsek na silnici I. třídy Nové Dvory – hranice Středočeského a Pardubického kraje, kde doprava za den čítá okolo 4000 voz/24h.



Obrázek 18 Silnice III/03321 úsek Kutná Hora - Církvice
zdroj: (14)

Ještě horší případ je na téže silnici III/03321 na úseku Kutná Hora – křižovatka na I/38 91,7km, kde intenzita vozidel dosahuje přibližně 6700 voz/24h (obrázek 19). Pro opětovné srovnání, takové intenzity dosahuje silnice I/2 na zhruba prvních 15 km své délky (Říčany – Kostelec nad Černými lesy) a na následujících 50 km (Kostelec nad Černými lesy – hranice Středočeský a Pardubický kraj) je intenzita dopravy nižší. (14)



Obrázek 19 Silnice III/03321 úsek Kutná Hora – křižovatka na I/38 91,7km
zdroj: (14)

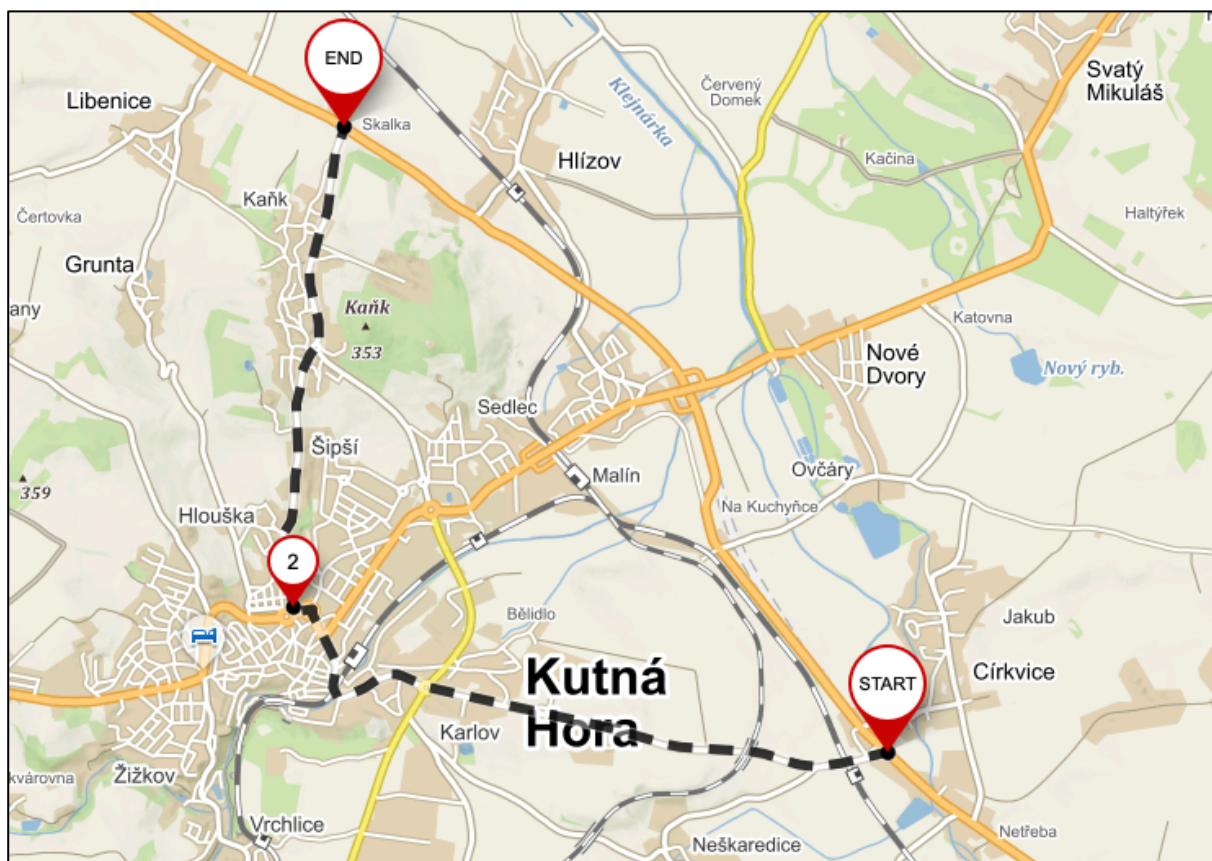
Problémem u označených úseků je tedy důležitost, do které silnice spadá, a tou je v případě III. třídy s velkým dopravním významem kategorie II. v pořadí s danou lhůtou sjízdnosti do 6 hod. Pokud by se jednalo o dopravně nevýznamnou komunikaci, situace se ještě zhoršuje, neboť vyhláška stanovuje sjízdnost silnice spadající do III. kategorie důležitosti do 12 hodin a zpravidla se takové silnice ošetřují pouze pluhováním. To je pro úseky, kde je intenzita dopravy větší než na některých úsecích I. tříd, nepřijatelné.

Řešení se nachází právě v inspiraci v zimní údržbě ve Švédsku, kde jsou jednotlivým úsekům přiřazeny časové limity, do kdy má proběhnout ošetření, na základě RPDI³, čímž se eliminuje možnost úseků, na nichž je velká intenzita dopravy a zároveň spadá do pořadí důležitosti pro komunikace III. tříd.

Řešením je na zmiňovaných úsecích změnit kategorii silnic na II. třídu s důležitým dopravním významem, čímž se přesune do kategorie I. důležitosti s časovou lhůtou do 3 hod. Tímto opatřením tedy eliminujeme nebezpečnou hranici mezi sjízdnou vozovkou a vozovkou, která může být sjízdná až o několik hodin později, přičemž má poměrně vysokou hodnotu RPDI.

³ ve Švédsku AADT – mezinárodní označení = annual average daily traffic

Tento úsek by pak byl řešen z hlediska údržby následovně:



Obrázek 20 Silnice III/03321 – celý úsek 9 km
zdroj: (17)

Úsek je veden po celé délce silnice s označením III/03321, vyjma přibližně 300 m, kde by vozidlo údržby projelo po silnici I/2 (obrázek 20). Tento úsek měří 9 km a vozidlo údržby by jej se svou průměrnou rychlostí (která je v městských částech přirozeně nižší) 30 km/h projelo v obou směrech za 36 min (rovnice 3).

$$\frac{2 \cdot 9 \text{ km}}{30 \text{ km/h}} = 36 \text{ min}$$

(3)

Řešení alokace (přiřazení úseku):

Jako nejlepší řešení se jeví přiřadit tento úsek ke stávajícímu okruhu CH1, a to z následujících důvodů:

- trasa CH1 je se svou časovou náročností 141 min (včetně nakládky posypové soli, viz. příloha č. 3) druhá nejkratší;
- trasa CH1 je přímo napojena na daný úsek komunikace, tudíž se nepřičítá žádná vzdálenost netechnologické jízdy;
- trasa je se svými 141 min + 36 min = 177 min stále schopna plnit omezující podmínku danou vyhláškou 104/1997 Sb. §45 - silnice musí být sjízdná do 3 hodin od vyjetí mechanismů. Neboť musí platit rovnice (4):

$$Tc_n < 180 \text{ min} \tag{4}$$

kde:

Tc_n celkový čas údržby okruhu n

n číslo okruhu $n \in \{1, 2, 3, 4, 5\}$

Pro další zlepšení situace na úsecích, kde již není tak vysoká roční průměrná denní intenzita dopravy je řešením připravit lepší upozornění pro řidiče jedoucího ze silnice I. třídy na silnici III. třídy. Vzhledem k už tak v současné době velmi početnému stavu dopravního značení, je velmi komplikované nalézt elegantní cestu, jak upozornit řidiče na tuto skutečnost.

Ta samá studie dále uvádí, že chemické ošetření zlepšuje adhezní podmínky na silnicích, což vede ke zvýšení rychlosti a tím pádem k vážnějším následkům dopravních nehod, pakliže k nim dojde. (16) Tento závěr je jen důkazem, že i v zimním období je důležité kontrolovat rychlost řidičů různými dostupnými prostředky. V opačném případě hrozí, že chemické ošetření silnic, které odstraní sníh a led na většině silniční sítě, může ve skutečnosti vést k tomu, že se výrazně zvýší riziko vážných dopravních nehod na úsecích ošetřených, oproti úsekům, kde jsou silnice ošetřené.

3.4 Synergie

Stanoviště centrálního dispečinku (takové, které v Čáslavi slouží pro účely údržby komunikací I. tříd) se nabízí využít i pro údržbu komunikací nižších tříd či objektů vhodných pro zimní údržbu, a to z důvodu své nadstandardní vybavenosti pro tyto účely, než jakým disponují dispečinky na úrovni menších obcí. Rovněž dispečeri v organizacích spravující komunikace pro ŘSD ČR, jsou proškolení v oblasti meteorologie od pracovníků ČHMÚ. V této podkapitole budou představeny silnice či objekty, které by bylo možné udržovat nad rámec silnic I. tříd, hlavním cílem by byla opět ekonomická a bezpečnostní optimalizace, čímž je myšlen další zisk společnosti při žádné či malé další investici do mechanizační techniky, personálu apod., a rovněž zajištění sjízdnosti vybraných objektů a silnic za pomoci znalostí a technologického vybavení, kterými středisko disponuje. Onen kýžený synergický efekt nastane pouze za podmínky, kdy dojezdová vzdálenost není příliš velká, netechnologická jízda by zvyšovala náklady a prodlužovala čas do počátku zásahu. Nabídka by pak byla nerentabilní a nekonkurenceschopná.

3.4.1 Kapacity

Tabulka 11 Kapacity spadající pod centrální dispečink

Č.v.	Typ	Nástavba	[m ³]	[l]	Využití	Spojení
1.	MERCEDES BENZ ACTROS	Schmidt Stratos B 70-42VCLN	7	3000	sypač	23-CH-1 (posilové a náhradní vozidlo)
2.	MERCEDES BENZ ACTROS	Schmidt Stratos B 50-36	5	2200	sypač	23-CH-1 (posilové a náhradní vozidlo)
3.	MAN	KOBIT SYKO 5H	8	4000	sypač	23-CH-4
4.	SCANIA	KOBIT SYKO 5H	8	2000	sypač	23-CH-3
5.	MERCEDES BENZ	SCHMIDT	2	1000	sypač	23-CH-4 (posilové a náhradní vozidlo)
6.	TATRA TERRNo 1		8	4000	sypač	23-CH-2
7.	MERCEDES BENZ	SCHMIDT stratos	9	4000	sypač	23-CH-5
8.	MERCEDES BENZ	SCHMIDT stratos	9	1000	sypač	23-CH-5 (posilové a náhradní vozidlo)
9.	VALTRA				traktor + šípový pluh nebo přední radlice 3000 mm a zadní pluh 3500 mm	Silnice Čáslav s.r.o.
10.	VALTRA					Silnice Čáslav s.r.o.
11.	VALTRA				traktor + fréza	Silnice Čáslav s.r.o.
12.	TATRA 815	VSV 6	6	1200	sypač	23-CH-4 (posilové a náhradní vozidlo)
13.	TATRA TERRNo 1	KOBIT SYKO 8H	8	4000	sypač	23-CH-2 (posilové a náhradní vozidlo)
14.	TATRA 815 EURO IV	KOBIT 5H	5	2000	sypač	23-CH-3 (posilové a náhradní vozidlo)
15.	ZETOR				radlice 3000 mm	Silnice Čáslav s.r.o.
16.	ZETOR 1				radlice 3000 mm	Silnice Čáslav s.r.o.

17.	ZETOR 2				radlice 3500 mm	Silnice Čáslav s.r.o.
18.	ZETOR 3				radlice 3500 mm	Silnice Čáslav s.r.o.
19.	MERCEDES BENZ	SCHMIDT Stratos B 50-36	5	2200	sypač	23-CH-1
20.	TATRA 815	EPOKE	8	4000	sypač	23-CH-4 (posilové a náhradní vozidlo)

zdroj: (4)

Červeně jsou vyznačeny mechanizační prostředky, které slouží pouze pro případ zálohy při poruše hlavního prostředku. Ze seznamu mechanizačních prostředků jsou dále proti originálnímu vymazány ty, které přímo neslouží k údržbě silnic na vozovce (tj. nakladače, uzavírkové tabule, vozidla pro službu BESIP aj.)

Společnost má k dispozici 27 vozidel zajišťující údržbu silnic, přičemž každé vozidlo spadá pod určité středisko a je vybaveno jinou nástavbou pro jiné využití (viz. Tabulka 11).

Jako první otázka k vyřešení kapacit je, kolik z disponibilních strojů, které tvoří zálohu, lze použít. K nalezení odpovědi nám poslouží zjednodušený Ganttův diagram (obrázek 21), jenž znázorňuje reálnou situaci podobnou té, co nastala 17. března 2018. Severozápadní tlaková níže přinesla s sebou intenzivní sněhové srážky (od 6:50 h).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ		
1			6:00					7:00					8:00					9:00					10:00					11:00										
2	vůz	okruh	:00	:10	:20	:30	:40	:50	:00	:10	:20	:30	:40	:50	:00	:10	:20	:30	:40	:50	:00	:10	:20	:30	:40	:50	:00	:10	:20	:30	:40	:50	:00	:10	:20	:30	:40	:50
3	1	CH1 PN																																				
4	2	CH1 PN																																				
5	3	CH2									7:11												9:42															
6	4	CH4																								9:38											11:31	
7	5	CH2 PN																																				
8	6	CH3									7:20						8:45						9:46															
9	7	CH5														8:05						9:21	NaCl nakl.					9:57								11:23		
10	8	CH5 PN																																				

Obrázek 21 Zjednodušený Ganttův diagram výkonu zimní údržby

zdroj: (autor)

V Ganttově diagramu (obrázek 21) je znázorněno, jak srážky postupovaly přes jednotlivé okruhy, tudíž byla využita zpočátku jen mechanizace pro okruh 23-CH-2 a 23-CH-3. Zanedlouho začalo ošetření okruhu 23-CH-5. Téměř za necelé 3 hodiny, byla započato ošetření na okruhu 23-CH-4, které leží v jihovýchodní části udržované oblasti. Okruh 23-CH-1 sněhové srážky zasáhly až okolo 12:00 h, tudíž výjezd byl realizován o 5 hodin a 20 minut později.

V reálných podmínkách nastávají situace, kdy není třeba veškeré mechanizace. Pro výpočet kapacit však musíme počítat s možností (z hlediska využití mechanizace) nejnepříznivější, pro případ, že by takováto situace skutečně nastala. Taková situace nastane v případě, že budou na celé udržované síti mokré vozovky z předešlých dešťových srážek či tání sněhu a zároveň

teplota vozovky bude klesat pod bod mrazu. Tímto se na vozovce v rozsáhlé oblasti vytvoří náledí, a tudíž potřeba jednoho mechanizačního prostředku na každý okruh. Stejný případ by nastal i v případě velmi rychle postupujících sněhových srážek. Pro případ poruchy nějakého mechanizačního prostředku, je vždy třeba pro každý okruh jedno náhradní vozidlo v pohotovosti navíc. Toto jedno vozidlo na jeden okruh je považováno za rozumné minimum z pohledu zajištění údržby v případě poruchy.

Tímto nám na 5 okruhů v řešené oblasti vzniká potřeba minimálně deseti vozů v pohotovosti. Největší rezervu dostupné mechanizace je v místě centrálního dispečinku, kde sídlí i organizace zajišťující údržbu. Náhradní vozidla byla zvolena taková, která mají nejmenší rozdíl co do velikosti geometrického objemu násypky. Pro jednotlivé okruhy:

Okruh	Vozidlo hlavní		Vozidlo náhradní	
23 CH – 1	19. MERCEDES BENZ	5 m ³ , 2200 l	2. MERCEDES BENZ	5 m ³ , 2200 l
23 CH – 2	6. TATRA TERRNo 1	8 m ³ , 4000 l	13. TATRA TERRNo 1	8 m ³ , 4000 l
23 CH – 3	4. SCANIA	5 m ³ , 2000 l	14. TATRA 815 EURO IV	5 m ³ , 2000 l
23 CH – 4	3. MAN	8 m ³ , 4000 l	20. TATRA 815	8 m ³ , 4000 l
23 CH – 5	7. MERCEDES BENZ	9 m ³ , 4000 l	8. MERCEDES BENZ	9 m ³ , 1000 l

Nyní byly z Tabulky 11 odebrány prostředky zajišťující údržbu v jednotlivých okruzích + náhradní vozidlo pro každý okruh. Nová Tabulka 12 tudíž představuje mechanizační prostředky, které jsou dostupné pro další využití:

Tabulka 12 Kapacity k dalšímu využití

Č.V.	Typ	Nástavba	[m ³]	[l]	Využití	Spojení
1.	MERCEDES BENZ ACTROS	Schmidt Stratos B 70-42VCLN	7	3000	sypač	23-CH-1 (posilové a náhradní vozidlo)
5.	MERCEDES BENZ	SCHMIDT	2	1000	sypač	23-CH-4 (posilové a náhradní vozidlo)
9.	VALTRA				traktor + šípový pluh nebo přední radlice 3000 mm a zadní pluh 3500 mm	Silnice Čáslav s.r.o.
10.	VALTRA					Silnice Čáslav s.r.o.
11.	VALTRA				traktor + fréza	Silnice Čáslav s.r.o.
12.	TATRA 815	VSV 6	6	1200	sypač	23-CH-4 (posilové a náhradní vozidlo)
15.	ZETOR				radlice 3000 mm	Silnice Čáslav s.r.o.
16.	ZETOR 1				radlice 3000 mm	Silnice Čáslav s.r.o.
17.	ZETOR 2				radlice 3500 mm	Silnice Čáslav s.r.o.
18.	ZETOR 3				radlice 3500 mm	Silnice Čáslav s.r.o.

zdroj: autor

3.4.2 Příležitosti

Parkoviště společnosti Foxconn

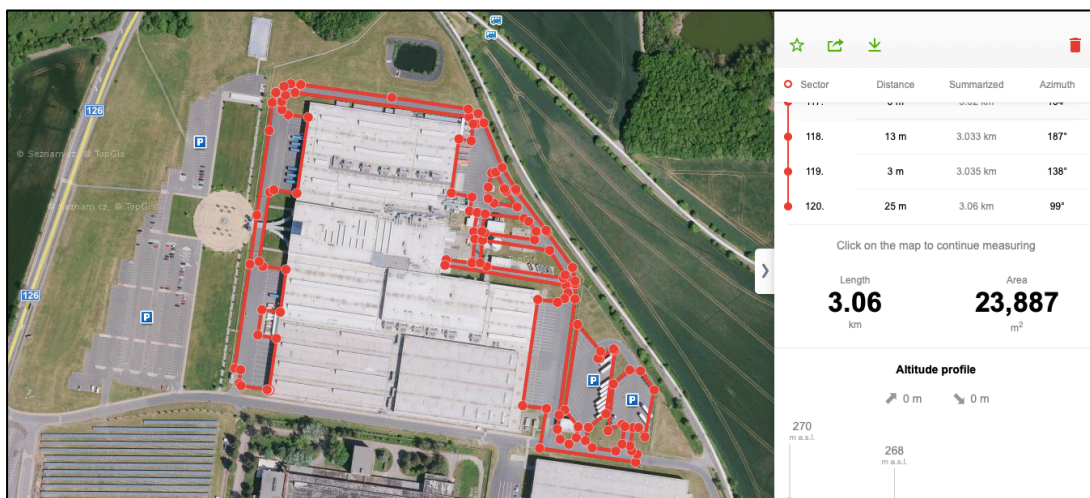
Parkoviště se nachází na jižním okraji města Kutné Hory (směr Zruč nad Sázavou). Rozděluje se na dva větší celky:

A) parkoviště pro osobní vozy (obrázek 22) s rozlohou ~ 15 800 m²



Obrázek 22 Parkoviště Foxconn pro osobní vozy
zdroj: autor + (17)

B) parkoviště pro nákladní vozy (obrázek 23) s rozlohou ~ 24 000 m²



Obrázek 23 Parkoviště Foxconn pro nákladní vozy
zdroj: autor + (17)

Výpočet potřebného času na odklizení parkoviště společnosti Foxconn o celkové rozloze:

$$15\,800\,m^2 + 24\,000\,m^2 = 39\,800\,m^2 \quad (5)$$

Odklizení parkovišť bude vzhledem k charakteru odklizeno hlavně mechanicky pluhováním. Z kapitoly 3.4.1 Kapacity tudíž vybereme takový mechanismus, který disponuje pluhovou nástavbou. Opět vzhledem k charakteru parkoviště – velké plochy, žádné úzké uličky – je zvolena radlice o šířce 3,5 m.

Přibližný výpočet času potřebného pro údržbu parkoviště:

radlice 3,5 m

průměrná rychlost mechanizace zajišťující údržbu na parkovišti 10 km/h \doteq 3,333 m/s

průměrná rychlost pluhování je potom

$$3,5\,m \cdot 3,333\,m/s = 11,667\,m^2/s \quad (6)$$

$$\frac{39\,800\,m^2}{11,667\,m^2/s} = 3411,4\,s \doteq 57\,min \quad (7)$$

Netechnologická jízda z areálu vozového parku na místo parkoviště činí přibližně 10 km. Vzhledem k charakteru vozidla – traktor – se dá očekávat přibližná doba dojezdu (při průměrné rychlosti 30 km/h) 20 min.

Pro tuto činnost bude použita jakákoliv mechanizace disponující pluhem o šířce 3500 mm, jsou to následující vozy:

9.	VALTRA				traktor + šípový pluh nebo přední radlice 3000 mm a zadní pluh 3500 mm	Silnice Čáslav s.r.o.
10.	VALTRA					Silnice Čáslav s.r.o.
17.	ZETOR 2				radlice 3500 mm	Silnice Čáslav s.r.o.
18.	ZETOR 3				radlice 3500 mm	Silnice Čáslav s.r.o.

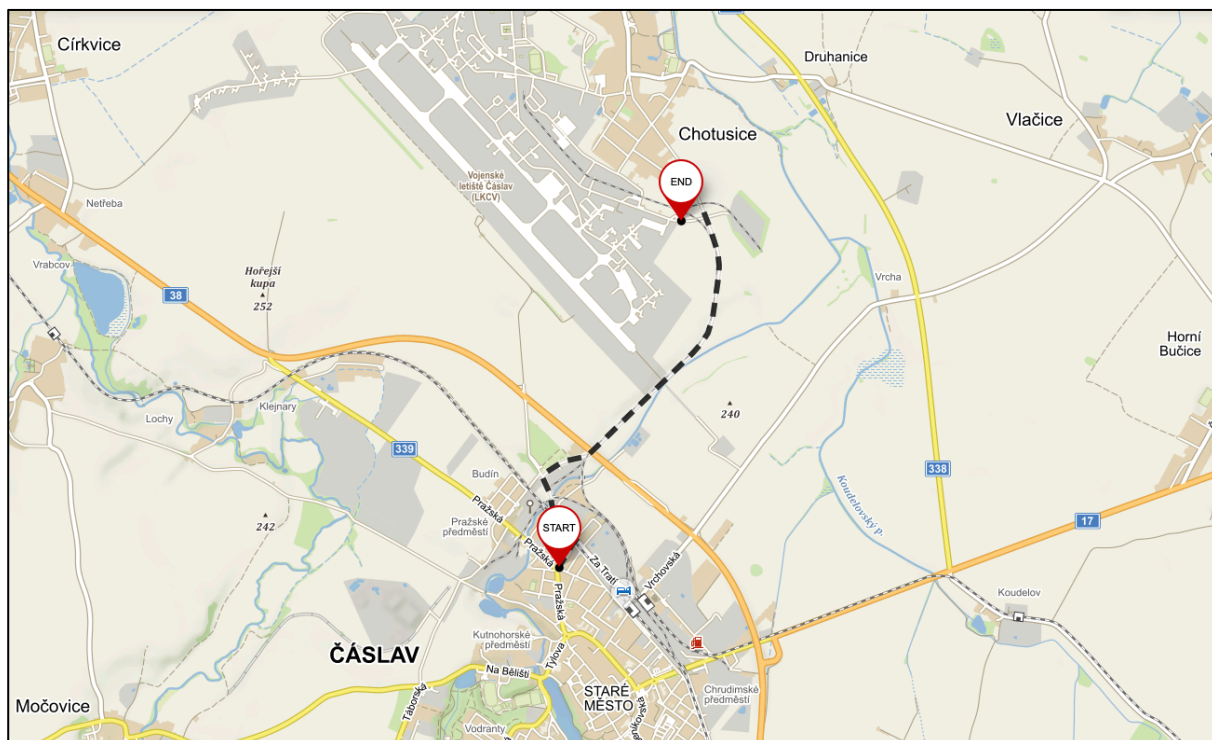
Při nutnosti použít chemický posyp, bude použita mechanizace vůz č. 5.

5.	MERCEDES BENZ	SCHMIDT	2	1000	sypač	23-CH-4 (posilové a náhradní vozidlo)
----	---------------	---------	---	------	-------	---------------------------------------

Vojenské letiště Čáslav

Letiště se nachází mezi městem Čáslav a obcí Chotusice (severně od města). Letiště má dle dostupných informací zájem o zajištění sjízdnosti neoznačené komunikace, která je hojně využívána příslušníky vojenského letiště pro dojíždění do zaměstnání a cest v samotném areálu letiště (sem nemohou ani nespádají žádné letištní dráhy).

A) Silnice spojující letiště a město Čáslav (obrázek 24)



Obrázek 24 Silnice spojující letiště a město Čáslav
zdroj: autor + (17)

Úsek ošetření je navržen od kruhového objezdu spojující silnicí II. třídy Pražská II/339, III. třídy ul. Chotusická III/33824, ul. Tyršova a ul. Dr. Františka Škrdlého.

Tento bod je již vzhledem k napojení na silnici II. třídy včasně sjízdný. Úsek měří zhruba 3 km. Průměrnou rychlostí mechanizace 30 km/h úsek projede zhruba za:

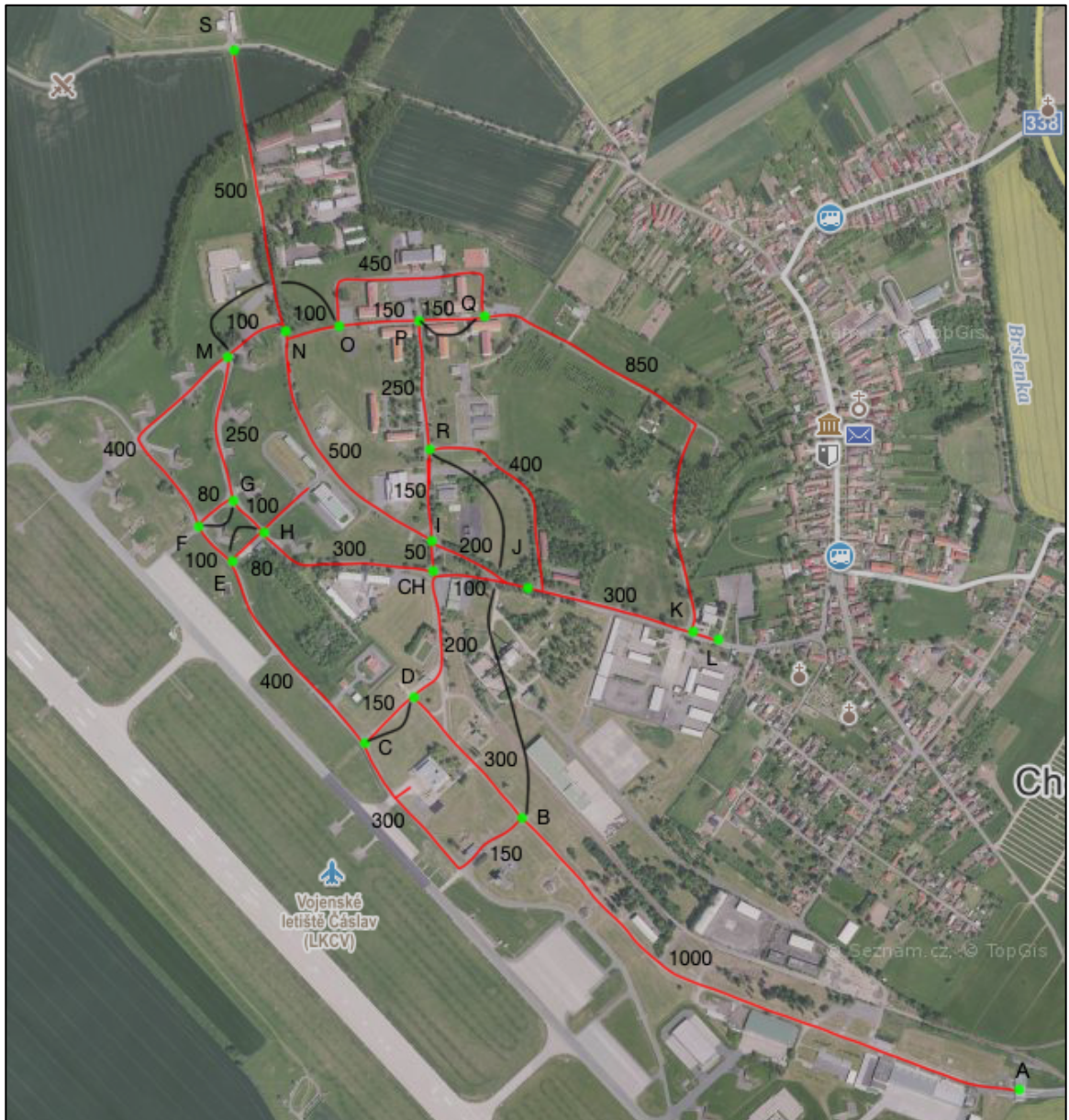
$$t_1 = \frac{2 * 3 \text{ km}}{30 \text{ km/h}} \cdot 60 = 12 \text{ min}$$

(8)

Trasa je záměrně naměřena do tohoto bodu i zpátky z důvodu navazující jízdy.

B) Silnice v areálu + parkoviště

Druhou částí je ošetření cest v samotném areálu letiště (obrázek 25). Posypové vozidlo přijede do bodu A (vpravo dole) a vyjíždí bodem S (nahore).



Obrázek 25 Ohodnocený graf cest v areálu rozšířen o fiktivní hrany
zdroj: autor + (17)

Použitím Edmondsova algoritmu je zjištěna nejkratší možná trasa skrze všechny ohodnocené hrany. Hodnocení hran je v obrázku 25 v jednotkách metrů.

Množina vrcholů {A, B, C, D, E, F, G, H, CH, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S} přičemž vrcholy

{B, C, D, E, F, G, H, M, O, P, Q, R} ... jsou vrcholy lichého stupně, tudíž je nezbytné je spárovat, a to:

$$\begin{array}{ll} B + R = 700 \text{ m (přes D, CH, I)} & O + M = 200 \text{ m (přes N)} \\ C + D = 150 \text{ m} & F + G = 80 \text{ m} \\ P + Q = 150 \text{ m} & E + H = 80 \text{ m} \end{array}$$

Vrcholy A + S jsou sice lichého stupně, nicméně značí cestu dovnitř a ven z areálu, a proto se nepárují. Celková ujetá vzdálenost je poté:

$$1360 \text{ m (spárované úseky)} + 8060 \text{ m (nеспárované úseky)} = 9420 \text{ m}$$

Průměrná rychlost vozidla mechanizace v prostorách vojenského letiště je přibližně 20 km/h.

$$t_2 = \frac{9,42 \text{ km}}{20 \text{ km/h}} \cdot 60 \doteq 29 \text{ min}$$

(9)

v součinnosti s netechnologickou jízdou je pak časová náročnost celé akce součet vztahů 8 a 9:

$$t_{total_1} = t_1 + t_2 = 41 \text{ min}$$

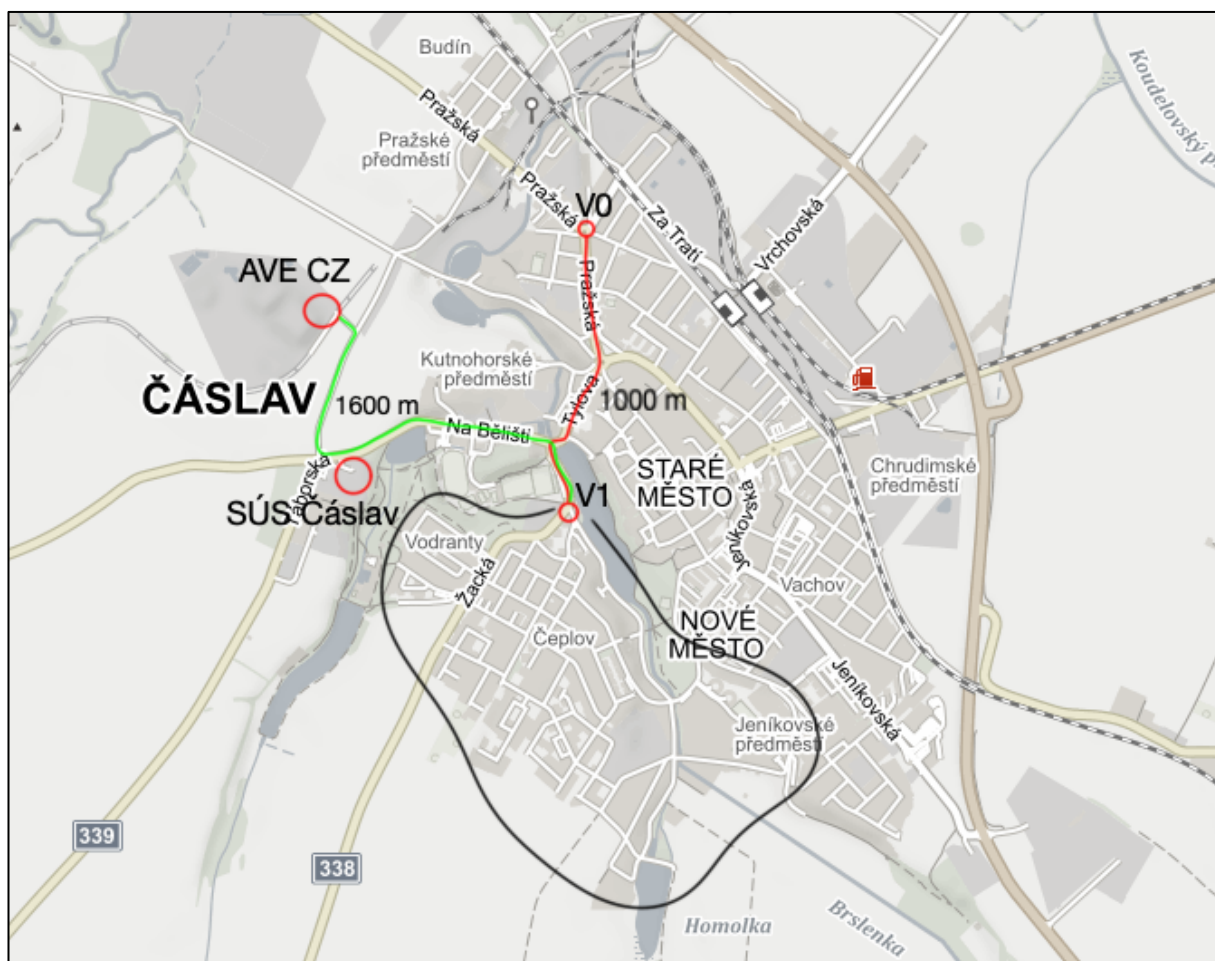
(10)

Na tuto akci bude použita mechanizace sypač Mercedes-Benz Actros, označený v tabulce 12 jako vůz č. 1.

1.	MERCEDES BENZ ACTROS	Schmidt Stratos B 70-42VCLN	7	3000	sypač	23-CH-1 (posilové a náhradní vozidlo)
----	-------------------------	-----------------------------------	---	------	-------	--

Město Čáslav

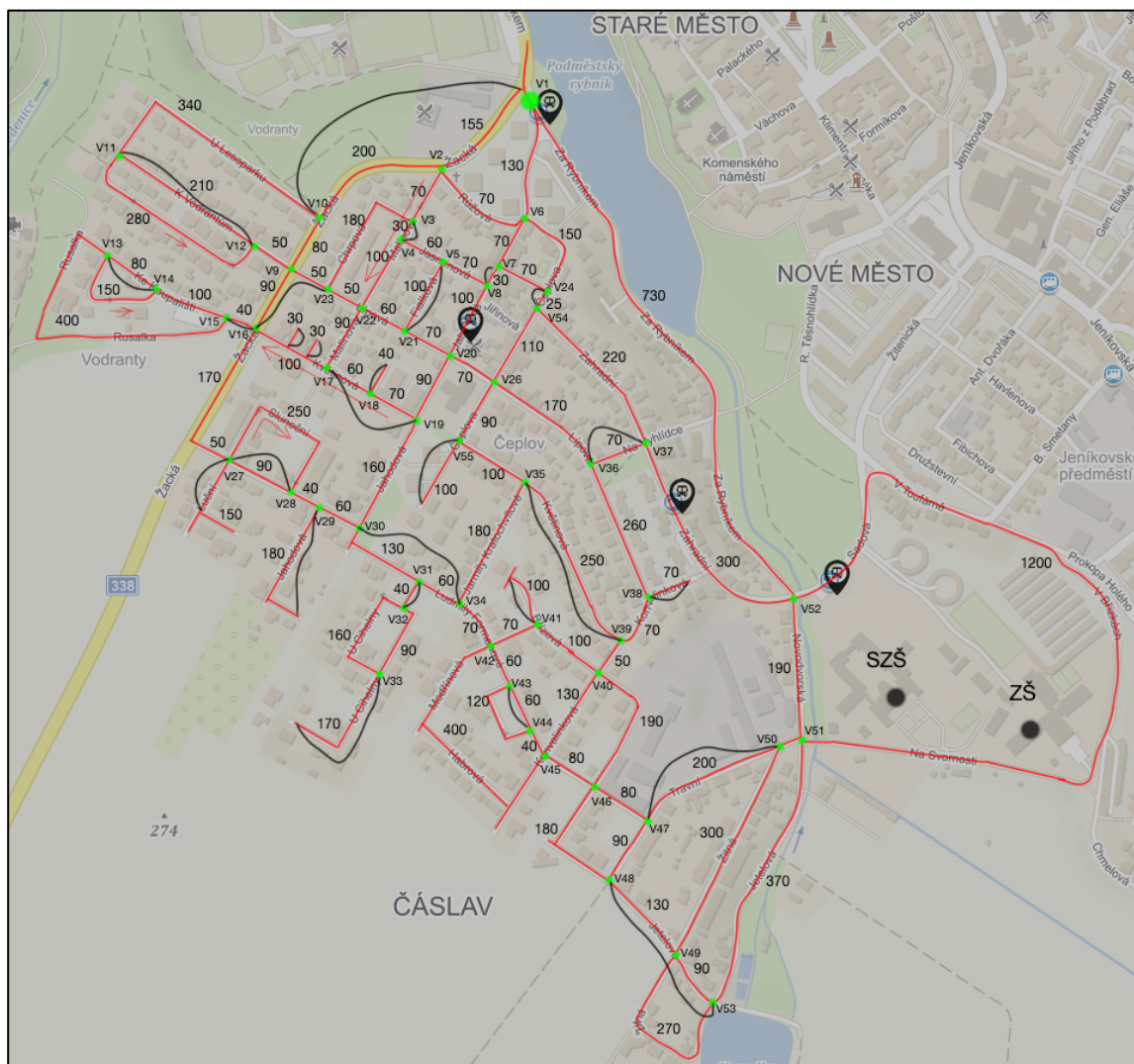
Město Čáslav má zajištěnou zimní údržbu střediskem Správa a Údržba Silnic Čáslav. Vzhledem k nové výstavbě rodinných domů v jihozápadní části města – Čeplov, město Čáslav mělo na letošní zimu vypsanou zakázku na zajištění zimní údržby pro tuto část města (obrázek 26). Zbytek města bude stále udržován střediskem SÚS Čáslav. Zmiňovaná část města je zde popsána a navržena trasa posypového mechanismu. Pro tuto oblast je charakteristické, že je až na výjimku školního areálu tvořena rodinnými domy a obytnou zónou s poměrně úzkými uličkami se zaparkovanými vozy (obrázek 28).



Obrázek 26 Část města Čáslav – Čeplov
zdroj: autor + (17)

Údaje o trase:

Na trase se nachází 4x zastávka MHD, 1x základní škola a 1x střední zemědělská škola. Tyto objekty je nezbytné obsloužit prioritně. Pět ulic v návrhové oblasti je jednosměrných. Edmondsovým algoritmem je navržena trasa posypového mechanismu, přičemž trasa začíná a končí ve vrcholu V1. Trasa je navržena tak, aby se posypový mechanismus nikde neotáčel o více než 180° včetně (pro zvýšení dosažené průměrné rychlosti).



Obrázek 27 Ohodnocený graf cest v části města rozšířen o fiktivní hrany
zdroj: autor + (17)

Netechnologická jízda přímo navazuje na jízdu odklidu letištních cest vojenského letiště Čáslav z vrcholu V0 do vrcholu V1 (obrázek 26). Je dlouhá 1 km, a pokračuje následovně:

V1 → V6 → V7 → V8 → V20 → V26 → V36 → V37 → V52 → V51 (okolo školního areálu) → V50 → V47 → V46 → V45 → V44 → V43 → V44 → V43 (zdvojená jízda) → V42 → V34 → V31 → V32 → V33 → V32 → V31 (zdvojená jízda) → V30 → V19 → V18 → V17 → V16 → V27 → V28 → V27 → V28 (zdvojená jízda) → V29 → V30 → V34 (zdvojená jízda přes V31) → V35 → V39 → V40 → V45 → V42 → V41 → V40 → V46 → V48 → V49 → V53 → V49 → V50 → V47 (zdvojená jízda) → V48 → V53 (zdvojená jízda přes V49) → V51 → V52 → V1 → V2 → V3 → V4 → V22 → V17 → V19 (zdvojená jízda přes V18) → V20 → V21 → V5 → V4 → V3 (zdvojená jízda) → V23 → V9 → V16 → V15 → V14 → V13 → V14 → V13 (zdvojená jízda) → V15 → V16 (zdvojená jízda) → V23 (zdvojená jízda) → V22 → V21 → V5 (zdvojená jízda) → V8 → V7 (zdvojená jízda) → V24 → V54 → V26 → V55 → V35 → V39 (zdvojená jízda) → V38 → V36 → V37 (zdvojená jízda) → V54 → V24 (zdvojená jízda) → V6 → V2 → V10 → V9 → V12 → V11 → V12 → V11 (zdvojená jízda) → V10 → V1.

Následuje opět netechnologická jízda zpět do areálu vozového parku AVE CZ 1,6 km (obrázek 26). Její časovou náročnost zjistíme z následujícího vztahu (11):

$$t_1 = \frac{1 \text{ km} + 1,6 \text{ km}}{30 \text{ km/h}} \cdot 60 \doteq 6 \text{ min}$$

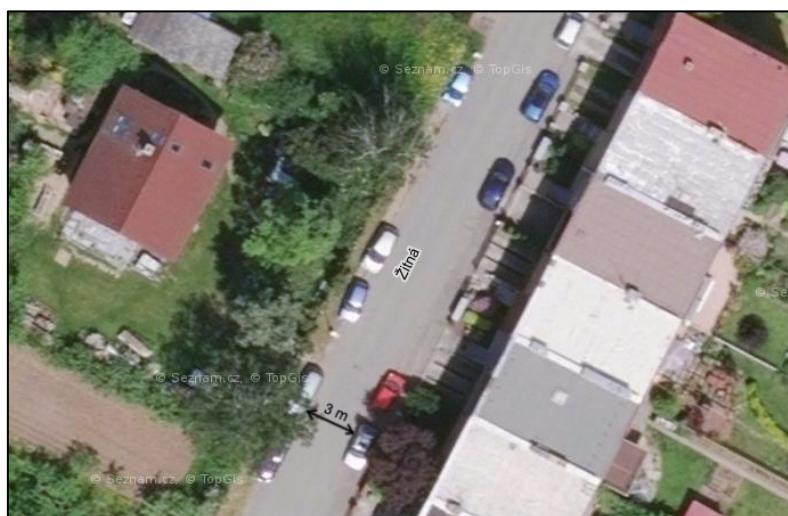
(11)

Výpočet celkové najeté technologické jízdy získáme sečtením všech ohodnocených hran včetně hran fiktivních – 16,46 km.

Vzhledem k menší šířce některých ulic (obrázek 28), na nichž rovněž rezidenti parkují své vozy, a poněkud tím znesnadňují průjezd, je tudíž snížena průměrná rychlost sypače, která činí přibližně 20 km/h. Průměrná rychlost byla zjišťována testovací jízdou osobním vozem po části trasy za použití palubního počítače.

Z výše uvedeného vyplývá, že na jízdu je použita stejná mechanizace jako na ošetření vojenského letiště. A sice sypač Mercedes-Benz Actros, označený v tabulce 12 jako vůz č. 1.

1.	MERCEDES BENZ ACTROS	Schmidt Stratos B 70-42VCLN	7	3000	sypač	23-CH-1 (posilové a náhradní vozidlo)
----	-------------------------	-----------------------------------	---	------	-------	--



Obrázek 28 Ulice Žitná, ukázka průjezdu
zdroj: autor + (17)

Výpočet ujeté vzdálenosti technologické jízdy sečtením všech hran z vytvořeného grafu (obrázek 27) a dosazením do vzorce (12) získáme časovou náročnost technologické jízdy t_2 .

$$t_2 = \frac{16,46 \text{ km}}{20 \text{ km/h}} \cdot 60 \doteq 50 \text{ min}$$

(12)

v součinnosti s netechnologickou jízdou je pak časová náročnost celé akce součet vztahů (11) a (12):

$$t_{total_2} = 6 \text{ min} + 50 \text{ min} = 56 \text{ min}$$

(13)

Řešená část města Čáslav – Čeplov + komunikace v blízkém okolí školního areálu bude vyklizena nejpozději za čas t :

$$t = t_{load} + t_{total_1} + t_{total_2} = 30 \text{ min} + 41 \text{ min} + 56 \text{ min}$$

$$t = 127 \text{ min}$$

(12)

kde:

t_{load} ... nejdelší možná prodleva do přistavení mechanizace po povolání, včetně nakládky posypového materiálu.

4 Vyhodnocení návrhů

Tato práce, jak bylo deklarováno v úvodním odstavci, měla přinést zlepšení v podobě menších nákladů na provoz, další využití techniky (větší zisk), menší zátěž na environment či lepší službu veřejnosti. Těchto cílů bylo dosaženo pomocí:

A.

Vybudování třech nových meteostanic. Byla vyhodnocena problematická místa na udržované silniční síti. Tato místa jsou nejvíce sledována, protože až na výjimky jsou součástí všech výjezdů. Jsou-li tato místa sjízdná, je více než jisté, že zbylé úseky budou taktéž sjízdné. Proto je velmi výhodné mít právě o těchto místech dokonalý přehled. Počet meteostanic je koncipován pouze na nejpotřebnější místa, tudíž tam, kde je nadmořská výška v dané oblasti nejvyšší a zároveň leží při hranici území, tudíž jsou dobrým indikátorem blížících se srážek. Z nadmořské výšky totiž přirozeně plynou častější sněhové srážky a nižší průměrné teploty (příloha D), z čehož se dále odvíjí nutnost k častějším zásahům zimní údržby. Pokud tedy meteostanice dokáží přesněji analyzovat povětrnostní podmínky, které na těchto místech panují, dosáhne se tím celkové racionalizace výjezdů. Návrh je však mnohem více než jen ušetřením za zbytečně vynaložené finance do posypového materiálu a pohonných hmot do úklidové mechanizace a to včasný zásah na nesjízdnou komunikaci, která může být hrozbou pro nejednoho řidiče. Zneškodněná hrozba se v krajním případě může projevit na ušetřených životech. Co je a bude stále více aktuální, je rovněž množství posypového materiálu (v našem případě NaCl), které se dostane do environmentu, neboť posypová sůl značně znehodnocuje vodní ekosystém v okolí silnic.

B.

Inspirací v zemích, které se výhradně umísťují na prvních příčkách bezpečnosti provozu na silnicích. Co více, tyto země leží v podmínkách, kde mají zimní období spíše náročnější. Porovnáním a následnou implementací na řešené území se zjistilo následující - komunikace III/03321, je podle zahraničních pravidel značně podhodnocena. Na této komunikaci III. třídy, projede průměrně denně více vozidel, než na úseku komunikace I. třídy - I/2 z Kutné Hory směr Pardubice. Tato komunikace je tedy v návrhu přeřazena do II. třídy s vyšší dopravní důležitostí, čímž spadá dle zákona do zajištění sjízdnosti do 3 hodin od vyjetí mechanismů. Tímto způsobem je vyřešena paradoxní situace, kdy je dříve ošetřena vozovka, na které jezdí méně vozidel. Rovněž se minimalizuje nebezpečí, které nastává při přejezdu z ošetřeného na neošetřený úsek. Z toho návrhu profitují hlavně uživatelé této komunikace, resp. veřejnost. Protože se o 18 km prodlouží délka technologické jízdy okruhu CH1 z 65 km na 83 km, přinese tato změna i větší zisk společnosti.

C.

Návrhu, který umožňuje další využití mechanizace, což má za cíl převážně zvýšit zisk společnosti dalším využitím mechanizace a přispět k lepším službám veřejnosti. Návrh je založen na synergii, jenž může vzniknout spojením organizátora údržby silnic I. tříd a dalšími příležitostmi mimo svou hlavní činnost. V návrhu je představeno využití dvou dalších mechanismů z disponibilních kapacit pro následující činnosti:

- Traktor s pluhem 3500 mm (vůz č. 9, 10, 17, 18) nebo sypač (vůz č. 5)
 - ošetření parkoviště společnosti Foxconn o rozloze necelé 4 km²
- Sypač (vůz č. 1)
 - ošetření silnice spojující Čáslav a Vojenské letiště v Chotusicích + cesty v samotném areálu – 15,42 km technologické jízdy
následně:
 - ošetření části města Čáslav – Čeplov + okolí školního areálu – 16,5 km technologické jízdy

Závěr

Cílem této diplomové práce bylo **najít nedostatky v plánu zimní údržby a navrhnout opatření pro odstranění nebo zmírnění vlivů těchto nedostatků a z toho vyplývající změny v organizaci plánu zimní údržby.**

V analýze současného stavu byla nalezena místa, kde je obtížné stanovit aktuální povětrnostní podmínky na základě obecnější předpovědi, neboť je ovlivňuje jejich geografická poloha. Tyto podmínky pak znesnadňují rozhodnutí, které vede k větší ekonomické i ekologické zátěži nebo na druhou stranu k neošetřeným rizikovým úsekům. Dále byly vyčleněny dostupné mechanismy, jež by se mohly podílet na zajištění údržby dalších úseků. Tyto příležitosti by navýšením technologické jízdy byly dalším ziskem pro organizátora údržby a zároveň by vlastníci objektů měli zabezpečen profesionální přístup s dostatečným technologickým vybavením. Porovnáním se zahraničními přístupy, byly nalezeny nedostatky v obecném pojetí zimní údržby, jež byly dále implementovány do řešeného území.

Po zjištění nedostatků byla v návrhové části představena řešení. Nejprve byly představeny meteostanice, které mají za úkol vyřešit redundantní kontrolní jízdy za účelem zjišťování povětrnostní situace a podmínek stavu vozovky, racionalizovat výjezdy na základě přesnější předpovědi a stavu vozovky, a to na zmíněných problematických místech. Tímto řešením se dosáhne ekonomické úspory, menšího ekologického znečištění a rychlejší ošetření nesjízdné vozovky. Tento návrh se řadí mezi strategické rozhodnutí organizace, vzhledem k jeho větší počáteční investici a delší době návratnosti.

V kapitole Poznatky ze zahraničí byla prezentována porovnání statistických údajů – počet nehod a počet úmrtí na území ČR a na území Švédska. Tato země byla vybrána pro svou zeměpisnou polohu a druhé místo v žebříčku nejbezpečnější dopravě na světě. Pro tuto skutečnost byla představena švédská zimní údržba a posléze implementována do řešené oblasti. Touto implementací se vyřešil frekventovaný úsek III. třídy, jež svou roční průměrnou denní intenzitou překonal některé úseky I. tříd. Přirozeně pokaždé zůstávají komunikace nižších tříd jakýmsi rizikovým úsekem. Není v ekonomických silách žádné společnosti veškeré tyto komunikace přenést do vyššího pořadí důležitosti. Vzhledem k vyšší frekvenci vozidel však navržená řešení napomáhají výrazně snížit riziko dopravní nehodovosti.

Posledním návrhem se za pomoci nejen Edmondsnova algoritmu podařilo zvětšit působení organizátora údržby o další kilometry technologické jízdy. Tím současně zvětšit zisk společnosti a zajistit včasnou údržbu komunikací.

Uskutečněním těchto návrhů je možno získat efektivnější plán ZÚ.

Seznam použitých informačních zdrojů

1. Zakony pro lidi [online]. AION CS, 2017 [cit. 2017-11-22]. Dostupné z: www.zakonyprolidi.cz, ve znění pozdějších předpisů.
2. Český statistický úřad [online]. [cit. 2017-11-23]. Dostupné z: www.czso.cz
3. Mapový výstup z Geoportálu ŘSD. In: Geoportál silniční a dálniční sítě ČR [online]. 2017 [cit. 2017-11-24]. Dostupné z: geoportal.rsd.cz
4. Plán zimní údržby pro oblast Středočeská oblast č. 23 2017/2018, společnost AVE CZ, 2018
5. Český hydrometeorologický ústav [online]. 2018 [cit. 2018-12-18]. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz>
6. Idnes.cz [online]. 2017 [cit. 2017-12-17]. Dostupné z: https://sdeleni.idnes.cz/o-dalnice-a-silnice-i-tridy-se-v-zime-nove-staraji-i-soukrome-firmy-p9l-/rea-sdeleni.aspx?c=A171122_103755_rea-sdeleni_rest
7. Geoportál ČÚZK [online]. 2010 [cit. 2017-11-26]. Dostupné z: <http://geoportal.cuzk.cz>
8. Elevationmap.net [online]. [cit. 2017-12-17]. Dostupné z: <http://elevationmap.net>
9. Mapy Google [online]. 2018 [cit. 2018-01-20]. Dostupné z: <http://google.com/maps>
10. Cross.cz. Cross [online]. 2018 [cit. 2018-10-24]. Dostupné z: <http://www.cross.cz/cs/produkty-silnicni-meteorologie>
11. RANKING EU PROGRESS ON ROAD SAFETY: 12th Road Safety Performance Index Report [online]. Červen 2018, 39 [cit. 2018-10-28]. Dostupné z: https://etsc.eu/wp-content/uploads/PIN_AR_2018_final.pdf
12. LARS-GÖRAN, Mattsson. In: ResearchGate [online]. [cit. 2018-11-25]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/figure/Characteristics-of-the-study-area-Sweden-Left-Population-density-of-counties_fig1_228780371
13. IHS, Anita. Winter maintenance in Sweden [online]. Swedish National Road and Transport Research Institute [cit. 2018-11-22]. Dostupné z: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:673726/FULLTEXT01.pdf>
14. Celostátní sčítání dopravy 2016 [online]. ŘSD ČR [cit. 2018-11-09]. Dostupné z: <http://scitani2016.rsd.cz>

15. Statistika nehodovosti. Policie ČR [online]. [cit. 2018-11-01]. Dostupné z: <https://www.policie.cz/clanek/statistika-nehodovosti-900835.aspx>
16. BJØRNSKAU, Torkel. Summary: Safety effects of road salting in winter road maintenance [online]. 2011, , 52 [cit. 2018-10-24]. Dostupné z: <https://www.toi.no/getfile.php/1323048/Publikasjoner/TØI%20rapporter/2011/1171-2011/1171-2011-Sum.pdf>
17. Mapy.cz [online]. 2018 [cit. 2018-11-20]. Dostupné z: <http://mapy.cz>
18. Weather statistics. YR.no [online]. [cit. 2018-11-30]. Dostupné z: <https://www.yr.no>
19. BARTOŠ, Luděk. Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích: TP 189 [online]. 2. vyd. Plzeň: EDIP, 2012 [cit. 2018-11-29]. ISBN 978-80-87394-06-9.
20. VOLEK, Josef a Bohdan LINDA. Teorie grafů – aplikace v dopravě a veřejné správě. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2012. ISBN 978-80-7395-225-9.
21. VOLEK, J. Operační výzkum I., Pardubice: Univerzita Pardubice, 2005. 111 s., ISBN 80-7194-410-6

Seznam příloh

Příloha A – Seznam úložišť posypového materiálu	69
Příloha B – Celostátní sčítání dopravy 2016	70
Příloha C – Seznam okruhů a mapy tras jízd posypových mechanismů.....	72
Příloha D – Mapový výstup ČHMÚ s vyznačenou řešenou dopravní sítí.....	74

Příloha A – Seznam úložišť posypového materiálu

Místo	Druh materiálu	Kapacita	Předpoklad stavu k 1. listopadu
Kutná Hora	posypová sůl	1000 t	500 t
Čáslav	posypová sůl	600 t	300 t
Kolín	posypová sůl	2000 t	1000 t
Zásmuky	posypová sůl	1000 t	500 t
Říčany	posypová sůl	1200 t	1200 t

Příloha B – Celostátní sčítání dopravy 2016

Silnice I/2

Kom.	Úsek	Těžká v.	Osobní v.	Moto	Sil.	Začátek	Konec
2	1-0980	2 428	14 493	113	17 034	hr.Hl.m.Prahy a Phavých.	Říčany z.z.
2	1-0981	2 428	14 493	113	17 034	Říčany z.z.	x s 101
2	1-0990	2 488	13 571	97	16 156	Říčany k.z.	x s 113
2	1-0991	2 336	12 233	79	14 648	x s 101	Říčany k.z.
2	1-1008	2 091	9 058	83	11 232	x s 113	zaús.10172
2	1-1009	1 956	6 533	64	8 553	zaús.10172	Vyžlovka, zaús.33316
2	1-1010	1 956	6 533	64	8 553	Vyžlovka, zaús.33316	vyús.33348
2	1-1017	1 715	5 534	80	7 329	vyús.33348	x s 108
2	1-1020	1 116	3 222	35	4 373	vyús.33320	hr.okr.Pha-vých.a Kolín
2	1-1026	1 338	5 728	38	7 104	x s 108	vyús.33320
2	1-1030	1 116	3 222	35	4 373	hr.okr.Pha-vých.a Kolín	x s 334
2	1-1040	1 027	3 134	42	4 203	x s 334	Zásmuky k.z.
2	1-1050	1 111	3 891	31	5 033	Zásmuky k.z.	x s 125
2	1-1068	684	2 003	24	2 711	x s 125	hr.okr.Kolín a Kutná
2	1-1069	684	2 003	24	2 711	hr.okr.Kolín a Kutná	Suchdol z.z.
2	1-1070	853	4 623	84	5 560	Suchdol z.z.	Kutná Hora z.z.
2	1-1071	853	4 623	84	5 560	Kutná Hora z.z.	zaús.3377
2	1-3370	1 063	8 967	102	10 132	Kutná Hora k.z.	x s 38
2	1-3371	1 063	8 967	102	10 132	zaús.126	Kutná Hora k.z.
2	1-3391	1 211	10 363	92	11 666	zaús.3377	zaús.03321
2	1-3392	637	4 266	34	4 937	zaús.03321	zaús.126
2	1-3980	675	2 553	35	3 263	vyús.327	hr.kr.Středoč.a Pardub.

Silnice I/12

12	1-0889	1 660	11 314	139	13 113	hr.Prahy	Úvaly, zaús.101
12	1-0890	1 628	10 077	73	11 778	Úvaly, zaús.101	Úvaly, vyús.101
12	1-0898	1 823	9 738	65	11 626	Úvaly, vyús.101	hr.okr.Pha-vých.a Kolín
12	1-0899	1 653	9 427	95	11 175	hr.okr.Pha-vých.a Kolín	x s113
12	1-0900	1 475	7 003	84	8 562	x s113	zaús.108
12	1-0910	1 475	7 003	84	8 562	zaús.108	x s 334 u Kubšovsky
12	1-0920	1 492	6 763	77	8 332	x s 334 u Kubšovsky	podjezd pod 329 na Plaňany
12	1-0930	1 594	8 140	98	9 832	podjezd pod 329 na Plaňany	zaús.do 38 H

Silnice I/38

38	1-1730	1 306	9 558	87	10 951	hr.okr.Nymburk a Kolín	x s 12
38	1-1736	2 057	8 823	73	10 953	x s 12	x se 125
38	1-1737	1 962	8 856	73	10 891	x se 125	x s 38H
38	1-1748	3 728	14 202	73	18 003	x s 38H	hr.okr.Kolín a Kutná Hora
38	1-1749	3 273	8 889	75	12 237	hr.okr.Kolín a Kutná Hora	x s 2
38	1-1760	2 432	6 722	76	9 230	Čáslav, ul.Jeníkovská	hr.kr.Středoč.a Vysočina

Příloha C – Seznam okruhů a mapy tras jízd posypových mechanismů

Název okruhu: 23 – CH – 1

Technologie posypu: chemický posyp chloridem sodným se zkrápěním

Celková délka okruhu: 65,028 km (bez přejezdů)

Nakládka (počet): 1

Celková doba s nakládkou: 141 min.

Středisko/cestmistrovství ZÚ: AVE CZ odpadové hospodářství s.r.o., Hejdof 1666, 286 01
Čáslav Zajišťovatel: AVE 23

Mechanismus, nástavba: Mercedes Benz Actros, Schmidt Stratos

Název okruhu: 23 – CH – 4

Technologie posypu: chemický posyp chloridem sodným se zkrápěním

Celková délka okruhu: 66,021 km (bez přejezdů)

Nakládka (počet): 1

Celková doba s nakládkou: 179 min.

Středisko/cestmistrovství ZÚ: AVE CZ odpadové hospodářství s.r.o., Hejdof 1666, 286 01
Čáslav Zajišťovatel: AVE 23

Mechanismus, nástavba: MAN, KOBIT SYKO 8H

Název okruhu: 23- CH – 2

Technologie posypu: chemický posyp chloridem sodným se zkrápěním

Celková délka okruhu: 70,006 km (bez přejezdů)

Nakládka (počet): 1

Celková doba s nakládkou: 176 min.

Středisko/cestmistrovství ZÚ: AVE CZ odpadové hospodářství s.r.o., Hejdof 1666, 286 01
Čáslav

Zajišťovatel: AVE 23

Mechanismus, nástavba: TATRA TERRNo1, KOBIT SYKO 8H

Název okruhu: 23 – CH – 3

Technologie posypu: chemický posyp chloridem sodným se zkrápěním

Celková délka okruhu: 57,502 km (bez přejezdů)

Nakládka (počet): 1

Celková doba s nakládkou: 163 min.

Středisko/cestmistrovství ZÚ: AVE CZ odpadové hospodářství s.r.o., Hejdof 1666, 286 01
Čáslav Zajišťovatel: AVE 23

Stanoviště: středisko ZÚ Kolín

Mechanismus, nástavba: SCANIA, KOBIT SYKO 5H

Název okruhu: 23 – CH – 5

Technologie posypu: chemický posyp chloridem sodným se zkrápěním

Celková délka okruhu: 58 km (bez přejezdů)

Nakládka (počet): 1

Celková doba s nakládkou: 138 min.

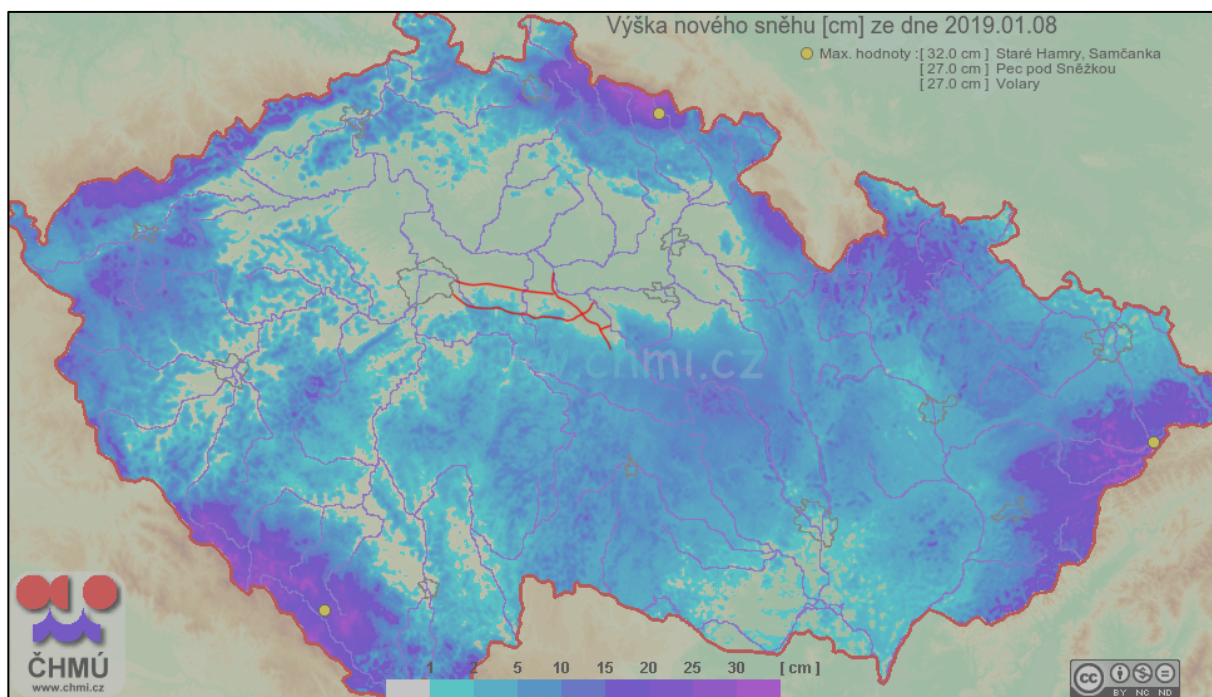
Středisko/cestmistrovství ZÚ: AVE CZ odpadové hospodářství s.r.o., Hejdof 1666, 286 01
Čáslav Zajišťovatel: AVE 23

Stanoviště: středisko ZÚ Říčany

Mechanismus, nástavba: Mercedes Benz, Schmidt Stratos

Příloha D – Mapový výstup ČHMÚ s vyznačenou řešenou dopravní sítí

Výška nového sněhu [cm] ze dne 08.01.2019



Minimální teplota vzduchu [°C] ze dne 16.12.2018

