

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

TECHNICKÁ FAKULTA



Optimalizace plánu zimní údržby dopravní sítě

v okrese Jindřichův Hradec

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce: Ing. František Lachnit, Ph.D.

Autor diplomové práce: Bc. Adam Krupička

PRAHA 2013

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra vozidel a pozemní dopravy

Technická fakulta

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Krupička Adam

Silniční a městská automobilová doprava

Název práce

Optimalizace plánu zimní údržby dopravní sítě v okrese Jindřichův Hradec

Anglický název

The optimization of winter maintenance plan in the district Jindrichuv Hradec's transport network

Cíle práce

Cílem práce je analýza současného stavu zabezpečení zimní údržby v okrese Jindřichův Hradec a návrh optimalizace plánu zimní údržby dopravní sítě s cílem lepšího využití techniky a snížení nákladů

Metodika

Na základě analýzy současných plánů zimní údržby dopravní sítě v okrese Jindřichův Hradec optimalizovat plány údržby. Navrhnou trasy, umístění skladů posypových materiálů, organizaci práce a nasazení techniky s cílem lepšího využití techniky a úspory nákladů.

Osnova práce

1. Úvod
2. Analýza dopravních sítí
3. Analýza plánů zimní údržby
4. Návrh optimalizace plánů zimní údržby
5. Závěr



Rozsah textové části

50 stran

Klíčová slova

silniční komunikace, zimní údržka, posyp komunikací, nejkratší cesta,

Doporučené zdroje informací

Pastor, O., Tuzar, A.. Teorie dopravních systémů. Praha : ASPI, 2007. ISBN 978-80-7357-285-3.

Tuzar, A., Maxa, P., Svoboda, V.. Teorie dopravy. Praha: ČVUT, 1997. ISBN 80-01-01637-4.

Kučera, P.. Modely teorie grafů I. Praha: Česká zemědělská univerzita, Provozně ekonomická fakulta, 2006. ISBN 80-213-1440-0.

Zák. č. 13/1997 Sb. o pozemních komunikacích v platném znění

Vedoucí práce

Lachnit František, Ing., Ph.D.

Termín zadání

listopad 2011

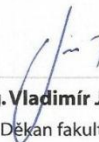
Termín odevzdání

duben 2013



doc. Ing. Boleslav Kadleček, CSc.

Vedoucí katedry



prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan fakulty

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma "Optimalizace plánu zimní údržby dopravní sítě v okrese Jindřichův Hradec" vypracoval samostatně pod vedením Ing. Františka Lachnita, Ph.D. a dále prohlašuji, že veškerá literatura a jiné zdroje jsou odborné a jsou náležitě uvedeny v bibliografii diplomové práce.

V Praze

.....

Podpis autora

Poděkování

Touto formou bych chtěl poděkovat vedoucímu diplomové práce Ing. Fantišku Lachnitovi, Ph. D. za vstřícnost, ochotu a poskytnutí rad vedoucích k úspěšnému dokončení práce. Další díky patří vedoucímu zimní údržby závodu Jindřichův Hradec panu Ludvíku Vojtovi za cenné odborné rady a za umožnění zpracování interních dat pro potřeby diplomové práce.

Anotace

Práce je zaměřena na nalezení vhodného řešení pro optimalizaci výkonu zimní údržby v okrese Jindřichův Hradec. Formou rešerše jsou v práci popsány požadavky na výkon zimní údržby vyplývající ze závazných právních předpisů a dále postupy a technologie pro zimní údržbu používané. Analýzou metodiky provádění zimní údržby byly získány informace a data, na jejichž základě byly za použití metod určených k řešení dopravních úloh zpracovány návrhy optimalizace. Návrhy na zlepšení plánu zimní údržby byly podrobeny rozboru a výsledky byly porovnány s výsledky současného stavu. V závěru práce jsou výsledky srovnány a nalezené řešení je ohodnoceno.

Klíčová slova

Silniční komunikace, zimní údržby, posypové materiály, nejkratší cesta

The optimization of winter maintenance plan in the district Jindrichuv Hradec's transport network

Annotation

This thesis is focused on finding of suitable solution for optimizing the winter maintenance in the district of Jindřichův Hradec. It is based on research which firstly describes winter maintenance requirements enforced by binding legal regulations, and secondly considers methods and technologies currently used for winter maintenance. The information and data on which the optimizing proposals are based were obtained via analysis of the winter maintenance methodology. The proposals were further elaborated by applying methods used for solving traffic tasks. The optimizing proposals were subjected to analysis; the resulting conclusions were then compared with the data obtained from analysis of the current winter maintenance methods. Finally, the results are assessed and discussed in the conclusion of the thesis.

Key words

Roads, winter maintenance, strewing materials, the shortest way

Obsah

1	Úvod	1
2	Cíl práce a metodika.....	3
2.1	Cíl práce.....	3
2.2	Metodika	3
3	Analýza dopravní sítě	4
3.1.1	Kategorie pozemních komunikací	4
3.1.2	Rozdělení silniční sítě v závislosti na územně-správním dělení České republiky.....	6
3.1.3	Struktura silniční sítě v okrese Jindřichův Hradec	8
4	Analýza plánu zimní údržby	12
4.1	Zimní údržba	12
4.2	Plán zimní údržby.....	13
4.2.1	Části plánu zimní údržby	14
4.3	Technologie zimní údržby	18
4.3.1	Předsezónní opatření.....	18
4.3.2	Technologie odklizení sněhu.....	22
4.3.3	Mechanismy pro zimní údržbu	26
4.3.4	Materiály určené pro zimní údržbu.....	30
4.3.5	Skladování posypových materiálů	32
4.4	Správa a údržba silnic Jihočeského kraje.....	33
4.5	Správa a údržba silnic - závod Jindřichův Hradec	34
4.5.1	Charakteristika podnebí	35
4.5.2	Funkční struktura závodu Jindřichův Hradec.....	36
4.5.3	Technika pro zimní údržbu silnic	37
4.5.4	Posypové materiály.....	39
4.5.5	Technologie a postupy údržby	40
5	Návrh optimalizace plánu zimní údržby	45
5.1	Zpracování podkladů pro optimalizaci zimní údržby.....	45
5.1.1	Výběr části okresu pro potřeby měření.....	46
5.1.2	Příprava podkladů pro měření	46
5.1.3	Získání potřebných údajů pro měření a jejich zpracování	48
5.2	Optimalizace úseků - eliminace přejezdů	51
5.2.1	Návrh nových úseků s minimálními přejezdy	51
5.2.2	Metody vyhledání nejkratší cesty při obsluze sítě.....	52
5.2.3	Implementace teorie grafu - stanovení pořadí průjezdu	55
5.2.4	Výpočet vzdáleností podle navržených úseků.....	56
5.3	Modernizace techniky pro zimní údržbu.....	57
5.3.1	Teleskopický pluh Assaloni E90X.42/70.....	58
5.3.2	Teleskopický pluh Assaloni E90S.40/50	59
5.3.3	Laterální pluh Assaloni SB	60

6	Závěr	61
6.1	Porovnání navržených řešení se současným stavem	61
6.2	Ohodnocení navržených řešení	62
	Seznam použité literatury	64
	Seznam obrázků	66
	Seznam tabulek	67
	Seznam grafů	67
	Seznam příloh.....	67
	Přílohy	

1 Úvod

Silniční síť je jednou z nejdůležitějších dopravních sítí v České republice. Její dopravní význam je nesporný jak z hlediska osobní dopravy, tak i z hlediska dopravy nákladní. Hustá síť silnic propojuje dopravní uzly různého významu a umožňuje tak tok dopravy mezi politickými, hospodářskými a rekreačními centry. Hustota dopravy mezi těmito uzly však v současné době velice rychle stoupá a na silniční síť jsou tak kladeny čím dál tím vyšší nároky. Rychlý nárůst dopravy si vyžaduje nejen stavbu nových a kapacitně vyhovujících pozemních komunikací, ale také údržbu stávající silniční sítě. K udržení takového technického stavu silnic, který zaručí bezpečný provoz a umožní plné využití kapacity vozovek, je zapotřebí vynaložit mnoho finančních prostředků, a kromě toho také velké úsilí ze strany pracovníků údržby vykonávajících. Trend dnešní doby se však nejvíce zabývá stránkou finanční, a proto se i kvalita údržby odvíjí od ekonomické situace státu.

Do střetu zájmů se dostávají zejména organizace zabezpečující údržbu silnic, jako je například Správa a údržba silnic Jihočeského kraje, jinak známá pod zkratkou SÚSJK. Tyto organizace, jakožto správci silniční sítě v daných krajích, jsou zodpovědné za celoroční výkon údržby silnic. Pro uspokojení požadavků ze strany uživatelů silnic musejí správci údržbu vykonávat s maximálními výsledky, na druhou stranu na samotný výkon údržby mají velice limitované finanční prostředky, ze kterých se však musí pokrýt náklady spojené s celoroční údržbou silnic. Vykonávat údržbu silnic v požadovaném rozsahu s minimálními náklady je nelehký úkol a jediným řešením takové situace je nalezení kompromisu.

Správa a údržba silnic Jihočeského kraje disponuje finančními prostředky, které jsou krajem každoročně poskytovány na údržbu vozovek. Úkolem SÚSJK je rozdělit finance takovým dílem, aby z nich bylo možné v zimním období pokrýt údržbu zimní a v letním období pokrýt náklady spojené s údržbou letní. Rozvržení financí na celý rok je však poměrně složitou operací skýtající mnoho úskalí. Jednadvacáté století je sice stoletím moderních technologií, avšak žádné z nich nejsou schopny predikovat vývoj počasí tak, aby bylo možné přesně určit, v jakém rozsahu bude potřeba zimní údržbu vykonávat a tedy jak velkou část z dostupných finančních zdrojů si zimní údržba vyžádá. Rozhodnutí tedy i nadále zůstává na bedrech vedoucích pracovníků SÚSJK, kteří musejí finance rozdělit na základě zkušeností získaných z předchozích let.

Rozdělování financí pro výkon údržby je tedy závislé na způsobu a rozsahu jejího provádění. Tím se dostáváme k problematice nákladovosti jednotlivých druhů údržby a tedy i k možným úsporám. Z předchozího odstavce je patrné, že čím více prostředků je ušetřeno během zimní údržby, tím více prostředků bude k dispozici na likvidaci škod vzniklých na silnicích během zimního období. Cílem by tedy mělo být provádění zimní údržby s co nejnižšími náklady za dodržení všech požadovaných kritérií. K dosažení úspor v zimní údržbě by bylo nutné vypracovat vhodné optimalizační řešení, které by vedlo k zefektivnění jejího provádění a snížení celkové nákladovosti.

2 Cíl práce a metodika

2.1 Cíl práce

Cílem práce je podat ucelený náhled na současnou problematiku provádění zimní údržby silnic na území České republiky se zaměřením na okres Jindřichův Hradec. Dále stručně popsat dopravní silniční síť, její dopravní význam a její rozdělení. Podle zákona vysvětlit vlastnictví pozemních komunikací, jeho historický vývoj a odpovědnost za jejich správu a údržbu. Popsat organizační strukturu správního orgánu zabývajícího se údržbou silnic v Jihočeském kraji a obeznámit s organizační strukturou jeho okresního závodu Jindřichův Hradec. Dále podrobně vysvětlit a popsat technologie, techniku a materiály používané pro zimní údržbu. Zmapovat aktuální plán zimní údržby pro daný okres a pokusit se nalézt vhodná řešení pro jeho optimalizaci. Posledním cílem je zhodnocení nalezených optimalizačních řešení a jejich porovnání s aktuálním stavem.

2.2 Metodika

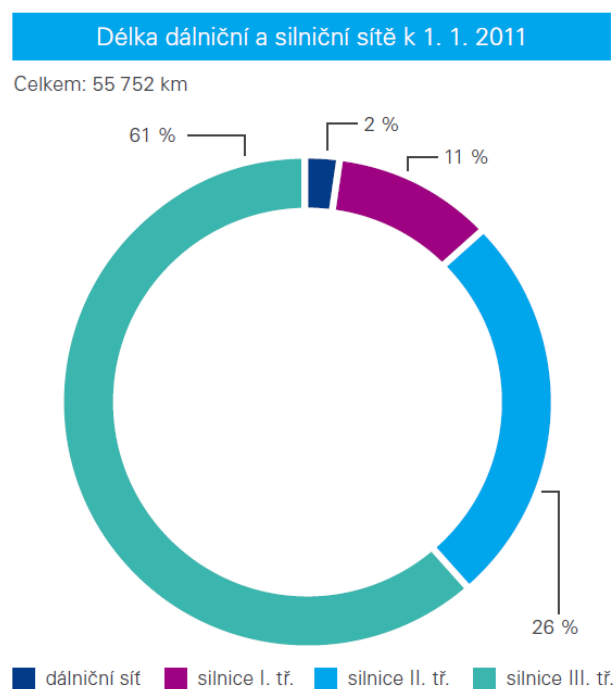
V teoretické části práce bude využito literární rešerše za použití dostupných informačních materiálů ve formě tištěné literatury, webových serverů, interních informací získaných od dotčených organizací, mapových podkladů a informací založených na praktických zkušenostech odborných pracovníků. Informační zdroje budou náležitě citovány a uvedeny v bibliografii diplomové práce.

Pro praktickou část práce bude nutno provést zmapování zkoumané oblasti a metodiky provádění zimní údržby, sběr a zpracování získaných dat, práce s matematickým softwarem potřebným k práci s daty, práce s grafickým softwarem určeným k tvorbě a modifikaci mapových podkladů CorelDRAW Graphic Suite 11. Bude rovněž využito softwaru pro úpravu digitálních snímků a grafických podkladů Adobe Photoshop CS5. Řešení optimalizace bude prováděno podle příslušných matematických metod určených k řešení dopravních úloh.

3 Analýza dopravní sítě

Na území našeho státu se rozkládá silniční síť o celkové délce 55 751,9 km. Toto číslo zahrnuje délky všech dálnic, rychlostních silnic a silnic prvních, druhých a třetích tříd. Z poměru celkové délky všech silnic a celkové rozlohy našeho státu, která je 78 865 km², vychází hustota silniční sítě 0,7 km silnic na 1 km². Toto číslo řadí Českou republiku na jedno z předních míst mezi státy Evropské unie. Pro názornost je v na obrázku Graf 1 znázorněno procentuální zastoupení jednotlivých kategorií pozemních komunikací.[13]

Obr. 1 - Procentuální zastoupení druhů pozemních komunikací z celkové délky silniční sítě



Zdroj: <http://www.rsd.cz/>

3.1.1 Kategorie pozemních komunikací

Pozemní komunikace na území České republiky se dělí do několika skupin podle zákona č.13/1997 Sb. o pozemních komunikacích v platném znění, který dále zpracovává příslušné předpisy Evropských společenství. Rozdělení je založeno na technických parametrech jednotlivých druhů pozemních komunikací, na rychlostním omezení vozidel na daných komunikacích a na účelu použití.

3.1.1.1 Dálnice

Dálnicí se rozumí pozemní komunikace používaná pro rychlou dálkovou a mezistátní dopravu silničními motorovými vozidly. Dálnice má směrově oddělené jízdní pruhy, na které je vjezd a výjezd oddělen, je budována bez úrovnňových křížení. Dálnici mohou užívat jen silniční motorová vozidla, jejichž nejvyšší dovolená rychlost není nižší než rychlost stanovená zákonem č. 361/2000 Sb. o silničním provozu v §35 a to $80 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. V úseku dálnice, který prochází obcí je povoleno užívání motorových vozidel a jízdních souprav pro veřejnou hromadnou dopravu, jejichž nejvyšší dovolená rychlost není nižší než $65 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Pro vozidla, která ve stoupání na dálnici nejsou schopna dosáhnout vyšší rychlosti než $60 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, bývá vyznačen přídatný jízdní pruh, do kterého se musí tato vozidla zařadit. Řidič motorového vozidla o maximální přípustné hmotnosti 3500 kg nebo řidič autobusu nesmí překročit rychlost $130 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Řidiči ostatních motorových vozidel mohou dosáhnout rychlosti nejvýše $80 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. [8][9]

3.1.1.2 Silnice

Pojmem silnice se rozumí veřejně přístupná pozemní komunikace určená k využívání silničními a jinými vozidly i chodci. Řidič motorového vozidla o maximální přípustné hmotnosti 3500 kg nebo řidič autobusu nesmí překročit rychlost $90 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ a řidiči ostatních motorových vozidel mohou dosáhnout rychlosti nejvýše $80 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Silnice tvoří silniční síť. Silnice se rozdělují podle dopravního významu a svého určení do těchto tříd:

- Silnice I. třídy – je určena převážně pro dálkovou a mezistátní přepravu. Silnice I. třídy vystavěná jako rychlostní silnice, respektive silnice pro motorová vozidla (dále rychlostní silnice), je určena pro rychlou dopravu a je přístupná pouze silničním motorovým vozidlům, na něž se vztahují stejná rychlostní omezení jako na motorová vozidla užívající dálnici. Rychlostní silnice má obdobné stavebně technické vybavení jako dálnice.
- Silnice II. třídy - je určena pro dopravu mezi jednotlivými okresy
- Silnice III. třídy - je určena k vzájemnému propojení obcí nebo jejich napojení na ostatní pozemní komunikace. [8][9]

3.1.2 Rozdělení silniční sítě v závislosti na územně-správním dělení České republiky

Územní dělení České republiky, jaké ho známe dnes, má své prvopočátky již v dobách předchozích režimů. Po roce 1989 náš stát procházel významnými politickými změnami týkajícími se i rozdělení na dvě samostatné republiky, což ve velké míře ovlivnilo i rozdělení území České republiky. Zrušení krajských národních výborů bylo jakýmsi prvopočátkem krajů, jakožto územních celků ve vznikající České republice. Tedy kraje, jaké byly známy před rokem 1990 zůstaly stejné a ve stejném duchu přetrvávají jako územní jednotky působnosti mnoha orgánů a institucí, jakými jsou například soudy nebo policie. Podobným vývojem prošly i okresy, které byly přetransformovány z předchozích okresních národních výborů. V následujícím období nastal mírný útlum a v 90. letech 20. století docházelo, v té době již v České republice, pouze k nepatrným změnám na úrovni okresů. Kraje, jaké je známe dnes, zahájily svou činnost 1. 1. 2001 a byly složeny z okresů platných od roku 1996 a jsou zobrazeny na obrázku Obr. 2.

Obr. 2 - Mapa krajů a obcí s rozšířenou působností



Zdroj: <http://spravnimapa.topograf.cz>

Územní dělení státu tedy mělo a stále má velký vliv i na správní dělení. Územní rozdělení na kraje sebou přineslo i reformu veřejné správy, která byla rozdělena do dvou etap. První etapou reformy bylo ustanovení vyšších územně správních celků (krajů) a druhou etapou bylo zrušení okresních úřadů a jejich nahrazení novými správními obvody, kterými se staly obce s rozšířenou působností, jinak také nazývány malými obvody. Tyto zásadní změny nabývaly účinnosti dnem 1. 1. 2003. Ačkoli došlo ke zrušení okresních úřadů, okresy spolu s obcemi i nadále fungují jako základ územního členění státu. Okresy ve funkci územních celků jsou stále využívány v mnoha orgánech státní správy, kterými jsou například katastrální úřady, úřady práce, okresní správa sociálního zabezpečení nebo orgány správy a údržby silnic. A právě pro správní orgány zabývající se správou silnic hrají okresy velmi významnou roli. [10][14][15][16]

3.1.2.1 Vlastnictví a výkon správy pozemních komunikací

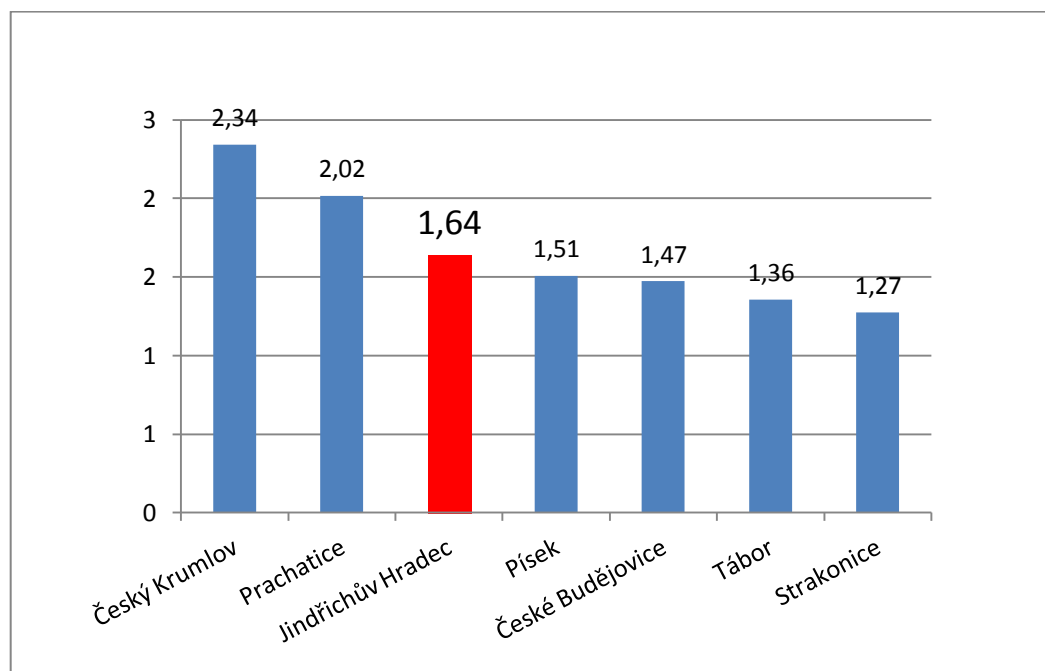
Vlastnictví a výkon správy pozemních komunikací se spolu s politickým vývojem v naší zemi měnily. Za minulého režimu socialistická úprava chápala všechny druhy pozemních komunikací jako "národní majetek" a rozlišovala pouze práva k hospodaření. Silniční síť byla tedy brána jako jednotná. Novelizace zákona však pozměnila principy týkající se vlastnických práv a povinností a omezila vlastnictví státu jen na základní komunikační kostru. Současný zákon tedy rozlišuje vlastnické vztahy, kde rozlišuje statek veřejný a statek náležící veřejnoprávním subjektům (stát, kraj či obec) a tím v podstatě určuje správní odpovědnost za dané statky. Vlastnictví pozemních komunikací a výkon jejich správy jsou navzájem velice úzce spojeny a z části se odvíjejí od územního členění státu. V zákoně č. 13/1997 Sb. o pozemních komunikacích je uvedeno, že vlastníkem dálnic a silnic první třídy je stát, vlastníkem silnice druhé a třetí třídy je kraj, na jehož území se silnice nacházejí, a že vlastníkem místních komunikací je příslušná obec. Vlastnictví silnic druhé a třetí třídy bylo převedeno kraji k 1. 10. 2001.

Správu ve věci dálnic, rychlostních komunikací a silnic první třídy tedy vykonává Ministerstvo dopravy, o správu silnic druhých a třetích tříd se stará krajský úřad a o výkon správy místních komunikací nacházejících se na území obce se stará obec s rozšířenou působností.[8]

3.1.3 Struktura silniční sítě v okrese Jindřichův Hradec

Silniční dopravní síť rozkládající se na Jindřichohradeckém okrese má celkovou délku 1 187,109 km a je tvořena silnicemi prvních, druhých a třetích tříd. Na délku silniční sítě v Jindřichohradeckém okrese připadá celkem 238 mostů, z toho 48 mostů se nachází na silnicích první třídy, 68 mostů na silnicích třídy druhé a 122 mostů na silnicích třídy třetí. Pro názornost a porovnání rozsahu silniční sítě v okrese Jindřichův Hradec s ostatními okresy Jihočeského kraje byla vypočtena hustota silniční sítě. Hustota byla vypočtena z dostupných údajů a to poměrem plochy jednotlivých okresů v km² a celkovou délkou silnic rozprostírajících se v daném okrese. Z grafu Graf 1 je patrné, že studovaný okres je na třetím místě s přibližnou hustotou 1,64 km silnic na km². [18]

Graf 1 - Hustota silniční sítě jednotlivých okresů Jihočeského kraje

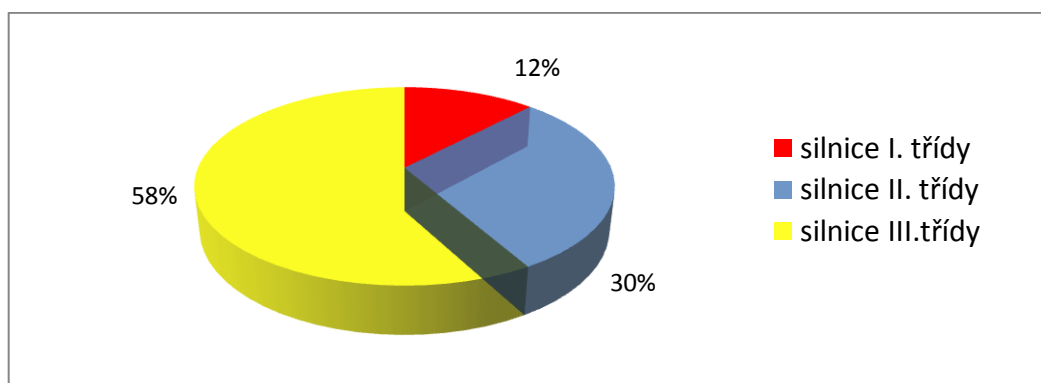


Zdroj: autor

3.1.3.1 Zastoupení jednotlivých druhů komunikací v okrese

Z následujícího grafu Graf 2 je patrné procentuální zastoupení jednotlivých kategorií pozemních komunikací.

Graf 2 - Zastoupení jednotlivých druhů pozemních komunikací v okrese Jindřichův Hradec



Zdroj: autor

3.1.3.1.1 Silnice 1.tříd

Silnice prvních tříd tvoří svojí délkou 145,231 km 12 % z celkové délky všech silnic a jsou tedy nejméně zastoupenou kategorií pozemních komunikací. Slouží pro dálkovou a mezistátní dopravu. Velice významnou komunikací první třídy v řešené oblasti je silnice I/34, která prochází téměř celým okresem a je jedním z hlavních tahů procházejících městem Jindřichův Hradec. Do okresu vstupuje u obce Vodná, dále prochází městy Jarošov nad Nežárkou, Jindřichův Hradec a Stráž nad Nežárkou a pokračuje až po mimoúrovňové křížení Holičky. V úseku od mimoúrovňového křížení Holičky až po mimoúrovňové křížení MÚK Třeboň je silnice vedena jako čtyřpruh, a to především z důvodu napojení silnice I/24. V úseku Vodná - Jarošov nad Nežárkou, Stráž nad Nežárkou - křižovatka s místní komunikací na Novou Hlínu, okružní křižovatka Třeboň - místní komunikace na Dvorce je silnice navržena v kategorii S 11,5 tedy se šířkou 11,5 m, ve zbylých úsecích má potom šířku 9,5m odpovídající kategorii S 9,5.[12][17]

Další významnou silnicí první třídy v okrese Jindřichův Hradec je silnice I/24 návrhové kategorie S 9,5, která má na spravovaném území SÚSJH délku zhruba 46 km. U mimoúrovňového křížení Holička se silnice napojuje na silnice I/34, kde spolu tvoří výše zmíněný čtyřpruh. Čtyřpruhem je vedena až po mimoúrovňové křížení MÚK Třeboň, kde se

odklání směrem na Veselí nad Lužnicí. Silnice probíhá městem Lomnice nad Lužnicí a za napojením silnice třetí třídy vedoucí k obci Vlkov opouští okres Jindřichův Hradec.[13]

Poslední silnicí první třídy v okrese je silnice I/23, která do okresu vstupuje za obcí Doňov a vede přes město Kardašova Řečice až do Jindřichova Hradce, kde se na okružní křižovatce v Jarošovské ulici napojuje na silnici I/34. Z této okružní křižovatky pak vede jako I/34 až do Jarošova nad Nežárkou, kde uhýbá směrem k obci Strmilov. Silnice prochází obcí Studená, za kterou zhruba po 4 km opouští okres. Silnice je v celé délce navržena v kategorii S 9,5 a má tedy šířku 9,5 m.[7]

3.1.3.1.2 Silnice 2.tříd

Silnice druhých tříd ve zkoumaném okrese mají délku 349,892 km a jsou druhou nejrozšířenější kategorií pozemních komunikací. Jejich funkcí je propojení území a přesměrování dopravy převážně na silnice prvních tříd a zároveň propojení okresů. Na území okresu se nachází tyto silnice druhých tříd: II/103, II/128, II/132, II/134, II/135, II/148, II/149, II/151, II/152, II/153, II/154, II/164, II/406, II/408, II/409, II/410. Šířky vozovky vycházejí opět z návrhové kategorie, která je pro silnice druhých tříd 9,5 nebo 7,5 m.[12][13]

3.1.3.1.3 Silnice 3.tříd

Silnice třetích tříd mají na území okresu Jindřichův Hradec délku 691,986 km. Silnice třetích tříd na území spravovaném Správou a údržbou silnic Jindřichův Hradec byly v době rozvoje silniční sítě navrhovány v kategorii S 4 se šířkou 4 m a pouze nově vybudované úseky jsou navrhovány podle dopravních intenzit na širší návrhové kategorie S 6,5 nebo S 7,5. [12][17]

3.1.3.1.4 Komunikace mezinárodního významu

Okres Jindřichův Hradec protínají dva dopravně významné mezinárodní tahy. Prvním z nich je mezinárodní silnice s označením E551, která začíná v kraji Vysočina napojením silnice I/34 na dálnici D1 mimoúrovňovým křížením u města Humpolec. Mimoúrovňové křížení Humpolec je uzlem mezinárodní dopravní sítě, který propojuje tahy E50 a E65 vedoucí mezi Prahou a Brnem s výše zmíněnou E551, která je z tohoto bodu vedena po silnici I/34 do Jihočeského kraje. V obci Vodná vstupuje do okresu Jindřichův Hradec a je po téže silnici vedena až do města České Budějovice nacházejícího se ve stejnojmenném okrese. Zde se silnice E551 napojuje na mezinárodní tah E55 směřující na hraniční přechod s Rakouskem Dolní Dvořiště. V úseku mezi Českými Budějovicemi a Třeboní je silnice E551 vedena

paralelně s druhým mezinárodně významným dopravním tahem protínajícím okres Jindřichův Hradec, a to silnicí E49. Silnice E49 vede od hraničního přechodu Vojtanov s Německem ze Západních Čech přes Cheb, Plzeň a České Budějovice až na hranice s Rakouskem. Do okresu vstupuje jako silnice I/34 zhruba tři kilometry na západ od Třeboně, dále pokračuje přes Třeboň, Majdalenu a Suchdol nad Lužnicí až k hraničnímu přechodu Halámky, kde z okresu vystupuje a zároveň zde i opouští území České republiky. E49 je jednou z významných dopravních komunikací směřující silniční dopravu do hlavního města Rakouska Vídně.

4 Analýza plánu zimní údržby

4.1 Zimní údržba

Vyhláška č.104/1997 Sb., která provádí zákon o pozemních komunikacích, v § 9 obecně popisuje údržbu pozemních komunikací jako soubor úkonů, jejichž cílem je údržba a oprava závad vedoucích k poruchám sjízdnosti nebo poškození komunikací. Rozsah a způsob provedení úkonů údržby se odvíjí od vyhodnocení výsledků prohlídek vozovek, které jsou prováděny za účelem zjištění jejich skutečného aktuálního stavu. Ačkoli si lze tuto definici vyložit i jako shrnující popis zimní údržby, vlastní definice zimní údržby v tomto právním předpisu stanovena není. § 41 vyhlášky č.104/1997 Sb. však popisuje zimní údržbu jako činnost, kterou se podle pořadí důležitosti zmírňují závady vznikající povětrnostními vlivy a podmínkami za zimních situací ve sjízdnosti nebo schůdnosti všech druhů komunikací nebo průjezdných úseků.[11]

Zimní údržba je povinností vlastníka pozemní komunikace, jakožto jejího správce, která jej zavazuje k odstranění nebo alespoň zmírnění závady ve sjízdnosti nebo schůdnosti komunikace. Časové lhůty k výkonu zimní údržby stanovuje vyhláška v tzv. plánu zimní údržby, který je popsán v samostatné kapitole 4.2.

Pro účely vyhlášky č.104/1997 Sb. bylo stanoveno zimní období jako doba na přelomu kalendářního roku od 1.11. do 31.3. následujícího roku. Během této doby se provádí zimní údržba standardně podle plánu zimní údržby pro kalendářní rok, ve kterém zimní období započalo. V případě vzniku zimní povětrnostní situace mimo předpokládané zimní období se předpokládá, že vlastník zajistí odstranění nebo alespoň zmírní závady ve sjízdnosti (schůdnosti) komunikace bez zbytečných odkladů a to přiměřeně vzhledem ke vzniklé situaci.[11]

Zimní údržba je závislá na mnoha faktorech, které ovlivňují způsob jejího provádění. Průběh zimního období a tedy i provádění zimní údržby ve velké míře ovlivňuje zeměpisná poloha obce a výškové poměry v dané oblasti, které mají nesporný vliv na teploty a zároveň na dobu pokrytí území sněhovou pokrývkou. Velice důležitým faktorem pro organizaci zimní údržby je tedy spolehlivá a co nejpřesnější předpověď počasí a s tím související informace o teplotě vozovky a vzduchu nebo například informace o úhrnu sněhových srážek. Tyto údaje

napomáhají k efektivním, operativním a co nejekonomičtějším zásahům, které mohou být prováděny jako následné opravy sjízdnosti vozovek nebo formou preventivní údržby, čímž se rozumí formou preventivního posypu či postřiku silnic.[1][2]

4.1.1.1 Sjízdnost silnic, zabezpečení sjízdnosti, odpovědnost za škody

Za sjízdné se dálnice, silnice a místní komunikace považují v případě, že jejich technický stav umožňuje silničním a jiným vozidlům po nich bezpečný pohyb. Pohyb vozidel však musí být přizpůsobený stavebnímu a dopravně technickému stavu jednotlivých pozemních komunikací a také povětrnostním situacím a jejich důsledkům. Povětrnostními situacemi jsou zákonem označovány ty jevy, které mohou negativně ovlivnit sjízdnost dané komunikace. Patří mezi ně přírodní povětrnostní vlivy jako jsou vánice, intenzivní dlouhodobé sněžení, vznik souvislé námrazy, oblevy, mrznoucí déšť a další obdobné přírodní jevy omezující provoz na pozemních komunikacích. Všechny zmíněné jevy mohou na vozovkách způsobit závady ve sjízdnosti, které řidič silničního vozidla nemůže v některých případech předpokládat a to ani při přizpůsobení jízdy povětrnostním situacím či stavebnímu a technickému stavu vozovky.

Při pohybu vozidel na silnicích mohou vlivem závady ve sjízdnosti vzniknout uživatelům škody na vozidlech a to i v případech, že přizpůsobili jízdu stavebnímu a dopravně technickému stavu silnice. Častým problémem se tak stávají soudní spory o odpovědnosti za vzniklé škody. Podle zákona č.13/1997 Sb. by měl být za škody vzniklé závadou ve sjízdnosti na dálnici, silnici nebo místní komunikaci zodpovědný vlastník příslušné komunikace. Pokud však vlastník prokáže, že nebylo v mezích jeho možností tuto závadu odstranit nebo na ni předepsaným způsobem upozornit, pak za vzniklé škody nezodpovídá.

Pokud se prokáže, že vzniklé škody jsou způsobeny stavebním stavem vozovky, kterým se rozumí stupeň opotřebení povrchu, příčné vlny, podélné vlny, výtluky a další, nebo dopravně technickým stavem vozovky, čímž je myšleno například technické uspořádání či její začlenění do terénu, potom nemá uživatel dané komunikace nárok na náhradu škody.[8]

4.2 Plán zimní údržby

Plán zimní údržby je dokumentace, podle které je řízena organizace zimní údržby pro jednotlivá územní působnosti neboli okresní závody Správy a údržby silnic. Tato dokumentace je platná pouze pro jedno zimní období a každoročně se aktualizuje. Operační plán zimní údržby zpracovává okresní závod Správy s údržby silnic a to pro jím spravované

území. Z vypracovaných plánů pro jednotlivé územní působnosti potom Správa a údržba silnic Jihočeského kraje zkompletuje plán zimní údržby pro celé území kraje a nově zpracovaný plán zimní údržby je správcem silnice předložen k posouzení během zasedání operačního štábu zimní údržby. Operační štáb zimní údržby se skládá ze zástupců těchto institucí: Krajský úřad Jihočeského kraje, Policie České republiky správa Jihočeského kraje, Ředitelství silnic a dálnic správa České Budějovice, Správa a údržba silnic Jihočeského kraje, Hasičský záchranný sbor Jihočeského kraje, Vojenská policie Tábor a ČSAD Jihotrans. Operační štáb projednává změny plánu zimní údržby, které nastaly oproti předešlému zimnímu období, a jednotliví členové vysloví připomínky, podle kterých se plán zimní údržby upraví. Po schválení plánu zimní údržby operačním štábem následuje předložení plánu zimní údržby správcem silnic Ministerstvu dopravy, a to do 20. 10.. Ministerstvo dopravy jej schvaluje schvalovací doložkou. Plán zimní údržby může být pozměněn a to za mimořádných povětrnostních situací, kdy je nutno svolat operační štáb a najít vhodné řešení pro danou kalamitní situaci.

4.2.1 Části plánu zimní údržby

4.2.1.1.1 Mapová část

Mapová část obsahuje mapu udržované sítě v měřítku 1: 100 000, ve které jsou barevně zakreslena pořadí důležitosti, kde červenou barvou je označeno první pořadí, modrou barvou druhé pořadí a žlutou barvou třetí pořadí důležitosti. Neudržované úseky se barevně neoznačují. Dále je v mapové části zahrnuta mapa určující trasy jízd podle druhu posypového materiálu, která se zpracovává s přihlédnutím k pořadí důležitosti. Mapa jízd posypových mechanismů se vypracovává v měřítku 1:50 000. Trasy jednotlivých jízd sypačů se rovněž vyznačují barevně, barva čáry není definovaná, u každé trasy se však musí zkratkou vyjádřit, o jaký posypový materiál se jedná. Okruh udržovaný chemickým rozmrazovacím posypovým materiálem v mapě značí zkratkou CH a zdrsňovací posyp zkratkou Z. Součástí označení okruhů je kromě zkratky posypového materiálu také číslo obvodu a velké tiskací písmeno V nebo D. Písmeno V označuje okruh udržovaný vlastní kapacitou a písmeno D označuje okruh, pro který bylo provedení údržby zajištěno dodavatelsky. V případě, že se silnice udržuje pouze pluhováním bez využití posypového materiálu, je daný úsek označen čerchovanou čarou. Silnice neudržované zůstávají neoznačené. Poslední mapou z mapové části je mapa se znázorněnými trasami pluhování, která se je zpracována v měřítku 1:100 000 nebo 1:50 000.[11]

4.2.1.1.2 Textová část

Textová část plánu zimní údržby sestává ze seznamů, strategií a informací určujících principy ZÚ silniční sítě:

- Osoby odpovědné za zimní údržbu - odpovědnost za zimní údržbu je odvozena od pracovní náplně vedoucích zaměstnanců a zároveň je dána organizačním řádem správce komunikace. Jedná-li se o celé spravované území, pak je v hlavní pracovní době odpovědný vedoucí zimní údržby a mimo tuto pracovní dobu za výkon údržby odpovídá směnový vedoucí zimní údržby. V cestmistrovském obvodu v pracovní době spadá odpovědnost na cestmistra, mimo pracovní dobu je pak zodpovědný pověřený zaměstnanec, kterým může být buď dispečer, nebo vedoucí směny. Za úsek udržovaný z domácí pohotovosti odpovídá řidič, kterému byl daný úsek přidělen. Zároveň na řidiče připadá v dané době směna, která byla předem stanovena podle řádného rozpisu. Změny v případě nutnosti zaznamenává cestmistr do deníku zimní údržby přímo na středisku.
- Seznam silnic a kilometry údržby dle technologií - do seznamu silnic se uvede celkový přehled silnic ve formě tabulky, do které se vypíše třídy silnic, celkový počet kilometrů a rozdělené počty kilometrů pro jednotlivé způsoby údržby. Počty kilometrů podle způsobu údržby se dělí na pluhované kilometry, na kilometry pluhované s použitím chemických posypových materiálů (bez zvlhčení nebo se zvlhčením), na kilometry pluhované s použitím zdrsňovacích posypových materiálů (struska a škvára nebo drť a písek) a na kilometry neudržované. V tabulce se dále uvede, kolik kilometrů je udržováno vlastními silami a kolik dodavatelsky. Jako další tabulka v seznamu silnic je tabulka se seznamem silnic podle pořadí důležitosti. Zde se vypisují silnice podle pořadí důležitosti, označení silnic, staničení, celkový počet kilometrů, kilometráž, na které je použit posyp a kilometráž pluhování. Seznam silnic dále obsahuje "Seznam jednotlivých tras (okruhů)", kde se pro každou trasu uvádí označení trasy, staničení, zaměstnanec nebo, v případě dodavatelské údržby, dodavatel, stanoviště, spojení a specifikace okruhů a prací. Kromě seznamu jednotlivých tras zde musí být také uveden "časový plán jízd posypu", který se zpracovává pro jednotlivé trasy. Stanoví se v něm časové pořadí jízd a doba potřebná na provedení posypu vozovky dané trasy posypovým mechanismem. Doby stanovené

v časovém plánu musí odpovídat časovým limitům pro jednotlivá pořadí důležitosti a dopravně významná místa se musí ošetřit přednostně.[11]

- Seznam mechanismů - v této části se rozdělí udržbářské mechanismy na vlastní a dodavatelské. Uvedou se zde mechanismy konstrukcí určené pro posyp, které mohou být určené k posypu chemickými materiály nebo pro posyp zdrsňovacími materiály. Nutností je poznamenat, které mechanismy jsou opatřeny sněhovou radlicí a které ne. U mechanismů konstrukcí určených pro pluhování (bez možnosti současného posypu) se uvede, o jaký typ se jedná (nosiče se sněhovou radlicí, nosiče se šípovým pluhem, traktory se závěsnou radlicí nebo škrabkou, sněhové metače nebo sněhové frézy). V rekapitulaci se vypíše počet jednotlivých mechanismů pro údržbu
- Spojení s nepřetržitou službou - v této části je uvedeno místo, adresa a možnost spojení s nepřetržitou službou, která je zodpovědná za výkon zimní údržby.
- Seznam zaměstnanců zajišťujících zimní údržbu - do seznamu se zapíše jména a příjmení všech vedoucích zaměstnanců, cestmistrů a mistrů správce komunikace. Ke každému z nich se pak uvede jeho funkce, pracoviště, telefon na jeho pracoviště a telefon do bydliště.
- Seznam úložišť posypového materiálu - v tomto seznamu se uvádí charakteristické informace o dané skládce (místo, druh skladovaného materiálu, kapacita, předpoklad stavu zásob k 1. 11.)
- Sjednaná výpomoc - v této sekci se musí zaznamenat název firmy nebo organizace, která poskytne výpomoc, její sídlo, jméno obsluhy, telefon a nakonec sjednaný typ činnosti.
- Režim zimní údržby v chráněných oblastech - vypracování režimů zimní údržby v chráněných krajinných oblastech zdrojů pitných vod, v ochranných pásmech přírodních léčivých zdrojů a přírodních zdrojů minerálních vod stolních a režimy zimní údržby na mostech, pro které je doporučeno postupovat dle ČSN 73 6221. Zde musí být ještě uveden název daného úseku (číslo silnice, místní název) a technologie údržby.
- Doklady - za doklady se považují záznamy z jednání štabu zimní údržby, smlouvy o vzájemné výpomoci při zimní údržbě na silnicích přecházejících ze sousedních území, a to včetně dohod o použitých technologiích, schvalovací doložka Ministerstva dopravy a spojů, smlouvy o sjednaných výpomocích a další doklady.[11]

4.2.1.2 Pořadí důležitosti

Pořadí důležitosti je rozdělení pozemních komunikací do kategorií, kterých se využívá při zpracování plánu zimní údržby a podle kterých se následně dané komunikace ošetřují. Pro potřeby plánu zimní údržby rozděluje vyhláška silnice celkem do tří kategorií pořadí důležitosti a to podle třídy silnice a jejího dopravního významu.

- I. pořadí důležitosti - silnice prvních tříd a silnice druhých tříd s velkým dopravním významem.
- II. pořadí důležitosti - zbývající úseky silnic druhých tříd, které nejsou zařazeny do prvního pořadí důležitosti a silnice třetích tříd s velkým dopravním významem.
- III. pořadí důležitosti - silnice třetích tříd nezařazené do druhého pořadí důležitosti a silnice udržované pouze pluhováním.
- Neudržované - jedná se o silnice s malým dopravním významem a není tedy nutné na nich provádět zimní údržbu. Dále se jedná o silnice, na nichž není provozována osobní linková doprava. Skutečnost, že se daná silnice neudržuje, musí být uživatelům sdělena formou popsanou v předpisu č. 30/20012 Sb.[11]

Lhůty pro zmírňování závad ve sjízdnosti silnic

Pokyn k zásahu a povolání vozidel do výkonu zimní údržby zabezpečují správci komunikací tak, že příkaz k výjezdu musí vydat ihned po zjištění jeho potřeby. Pluhování musí být tedy zahájeno neprodleně po obdržení informací o jeho nutnosti a dále musí být prováděno i během spadu sněhu. Když to situace vyžaduje, pluhování se provádí i po skončení spadu. Vyhláškou je stanovena přípustná doba od zjištění vzniku závady ve sjízdnosti silnice, během které musejí první mechanismy vyjet na své úseky. Pro zimní období je tato doba stanovena na 30 minut. Pokud jsou závady ve sjízdnosti zjištěny mimo zimní období, potom se závady odstraňují bez průtahů. Pro zimní období jsou vyhláškou určeny doby pro zajištění sjízdnosti daných úseků od výjezdu posypových mechanismů:

- do 2 hodin - dálnice a rychlostní silnice
- do 3 hodin - silnice zařazené do I. pořadí důležitosti
- do 6 hodin - silnice zařazené do II. pořadí důležitosti
- do 12 hodin - silnice zařazené do III. pořadí důležitosti

Výše uvedené lhůty platí po dobu 24 hodin pro dálnice a silnice zařazené do prvního pořadí důležitosti. U silnic zařazených do druhého a třetího pořadí důležitosti je tato doba stanovena v plánu zimní údržby, který ji stanovuje od 3 hodin ráno do 23 hodin večer v pracovních dnech. Ve dnech pracovního volna je tato doba od 5 hodin ráno do 22 hodin večer.[11][12]

4.3 Technologie zimní údržby

Základní technologie zimní údržby jsou pro všechny oblasti na území České republiky stejné a jsou dány vyhláškou č. 104/1997 Sb., kterou se provádí zákon o pozemních komunikacích. Vyhláškou popsané technologie jsou sice pro správce silnic závazné, ale ne ve všech regionech České republiky je jich plně využito. Jelikož je zimní údržba silnic velice specifickým druhem údržby a způsob jejího provádění se oblast od oblasti liší, využití všech vyhláškou zmíněných metod tedy není bezpodmínečně nutné. V praxi volbu technologie údržby ovlivňuje mnoho faktorů, ke kterým musí být přihlédnuto. Kromě charakteru průběhu zimy v dané oblasti nebo kromě druhů pozemních komunikací a jejich dopravního významu, do výběru technologie zasahuje i aktuální ekonomická situace panující v daném regionu.

4.3.1 Předsezónní opatření

Během předsezónních příprav na zimní údržbu jsou správci silnic a dálnic povinni provést několik úkonů rozborového charakteru, kterými zmapují průběh předešlé zimní sezóny. Správci silnic a dálnic jsou povinni, kromě zajištění připravenosti mechanismů pro zimní údržbu, také prověřit znalosti pracovníků pověřených zimní údržbou. Znalosti potřebné pro výkon zimní údržby jsou například znalost technologie, předpisy pro obsluhu mechanismů nebo pravidla bezpečnosti práce. Připravenost mechanismů a prověření znalostí pracovníků musí být splněna do 15. 10. Do 31. 10. musejí správci zajistit projednání smluv o výpomoci a do 30. 11. jsou povinni zařídit projednání vstupu na přilehlé pozemky a postavení zásněžek. Projednání vstupu na přilehlé pozemky je často prováděno ústní dohodou a vstup je umožněn na základě ústního souhlasu majitele přilehlého pozemku. Do předsezónních opatření se řadí několik stěžejních úkonů, které je nutno provést:[8][11]

4.3.1.1 Stavění zásněžek

Zásněžky se umísťují zejména na místa, kde hrozí opakované nebezpečí zavátí vozovky sněhem z okolních oblastí. Z toho důvodu je doporučeno stavět zásněžky v bezpečné vzdálenosti od hrany koruny komunikace, a to na návětrné straně. Zásněžky by měly být orientovány pokud možno kolmo na směr převládajícího výskytu větrů. Linie postavených zásněžek by měla vést souběžně s komunikací a to ve vzdálenosti zhruba dvanáctinásobku až osmnáctinásobku výšky použitých zásněžek. Pokud to prostorové uspořádání v okolí silnice nedovolí, zásněžky se umísťují co nejefektivněji vzhledem k místním podmínkám. V případě, že se návěj a závěj vyrovná do výšky zásněžek a sníh se nad její úroveň zcela vyrovná, je nutné zřídit druhou řadu zásněžek, a to před první řadou proti převládajícímu směru větru ve vzdálenosti dvanácti až dvaceti pěti metrů, a to podle hloubky zářezu. Zásněžky musejí být vždy dobře zajištěny proti účinkům větrů. Při umísťování zásněžek musí správce dbát zvýšené opatrnosti, aby nezpůsobil škody na dotčených pozemcích.[11]

4.3.1.1.1 Protisněhové ploty

Dříve používanými protisněhovými zábranami byly především dřevěné zásněžky. Dnešní doba však používání těchto protisněhových zábran neumožňuje, a to zejména proto, že se stávají cílem krádeží. Mnoho technologií sněhových zábran tedy nenašlo své praktické uplatnění a používají se pouze ojediněle. Své uplatnění na místo zásněžek našly tzv. sněhové ploty, které nejsou tolik finančně nákladné a nestávají se předmětem krádeží.

Obr. 3 - Protisněhové ploty



Zdroj: autor

Výhodou sněžných plotů je zejména jednoduchá instalace, odolnost vůči větrným poryvům a hlavně dlouhá životnost. Na obrázku Obr. 3 je zobrazena praktická instalace sněžného plotu v kombinaci se sněžnými tyčemi běžně využívanými pro zviditelnění okrajů silnic při sněhových kalamitách. Fotografie byla pořízena u obce Jilem v okrese Jindřichův Hradec.

4.3.1.2 Osazení orientačních sněžových tyčí

Orientační tyče se osazují zejména v oblastech s nadměrným výskytem sněžových srážek. Slouží pro lepší orientaci při pluhování dané komunikace. Orientační sněžové tyče mají obvyklou délku jeden až tři metry, délka se však může lišit v závislosti na výšce sněžové pokrývky v dané oblasti. Mají průměr pět centimetrů a pro lepší viditelnost jsou buď opatřeny odrazkami nebo jsou černožlutě natřené. Umístění sněžových orientačních tyčí se volí vně pluhované plochy, a to padesát centimetrů od okraje vozovky. Vzdálenosti mezi jednotlivými tyčemi jsou zhruba padesát metrů, jedná-li se o přehledná místa. Jedná-li se o oblouk nebo o úseky s častým výskytem mlh, pak se vzdálenosti mezi jednotlivými tyčemi přiměřeně zkracují.[11]

Obr. 4 - Orientační sněžové tyče



Zdroj: autor

4.3.1.3 Označení neudržovaných komunikací

Na některých úsecích silnic nebo místních komunikací se zimní údržba nevykonává, a to z důvodu jejich malého dopravního významu. Tyto úseky vymezí kraj nebo příslušná obec s rozšířenou působností svým nařízením. Jedná-li se o místní komunikaci, pak je tento úsek vymezen nařízením obce. Na takto vymezených úsecích pak vlastník není povinen zajistit odstranění ledu či uježděného sněhu, je však povinen neudržovaný úsek řádně označit. Neudržovaný úsek musí vlastník v takovémto případě označit dopravní značkou typu A22 "Jiné nebezpečí" s dodatkovou tabulkou s nápisem "Silnice se v zimě neudržuje".[8][11]

Obr. 5 - Značení neudržovaných úseků



Zdroj: autor

4.3.1.4 Označení úseků s využitím jiné technologie údržby

Označení úseků, na kterých v jedné trase komunikace dochází ke změně druhu posypu, se provádí obdobně jako u úseků neudržovaných. V místě změny posypu je zapotřebí osadit značku typu A22 "Jiné nebezpečí", která je navíc opatřena doplňkovou tabulkou s nápisem například "Konec chemického posypu".

4.3.1.5 Uzavření potřebných smluv

Správce silnic musí s dostatečným předstihem uzavřít smlouvy o výpomoci s likvidací závad ve sjízdnosti v kalamitních situacích. Dále musí být předem uzavřeny smlouvy o vzájemné výměně udržovaných komunikací a dohody o jednotné údržbě silnic procházejících územími více správců, a to znamená, že sjízdnost by se pokud možno měla zajišťovat stejnou technologií. Nedojde-li k nehodě nebo není-li to technicky možné, je vyžadováno použití technologie, která je schválená silničními správními úřady. Pokud se na úseku vyskytnou místa, kde dojde ke změně technologie, je opět nutné danou část úseku označit, jako je popsáno v odstavci "Označení úseků s využitím jiné technologie".

4.3.1.6 Školení osob provádějících zimní údržbu

Osoby pověřené výkonem zimní údržby, a to včetně osob zajišťujících zimní údržbu dodavatelsky, musejí být řádně a prokazatelně proškoleny. Osnova proškolení musí obsahovat technické a organizační pokyny, pravidla bezpečné práce v zimní údržbě a zásady ochrany životního prostředí.[11]

4.3.2 Technologie odklizení sněhu

4.3.2.1 Mechanické odklizení sněhu

Odstraňování sněhu z povrchu silnic se provádí především mechanicky, tedy za použití zařízení, u nichž je pracovní orgán buď v relativním klidu vůči vlastnímu nosiči a jedná se tedy o pluh, nebo pracovní orgán vůči nosiči vykonává rotační pohyb a pak se tedy jedná o sněhové frézy. V době obvyklých zimních situací je nutné sníh odstraňovat takovým způsobem a tak často, aby se vlivem provozu na povrchu vozovky nevytvářely ujeté vrstvy sněhu, či nedocházelo k přimrzání sněhu k vozovce. Sněhová břecha se musí z povrchu silnic sklízet stejně tak jako čerstvě napadaný sníh. Vlivem opakovaného průjezdu údržbářských mechanismů často dochází po stranách vozovky k vytváření sněhových valů, které by mohly následně umrzat a dočasně zužovat funkční šířku silnice nebo omezovat výhled. Pro zachování průjezdního prostoru je tedy nutné boční sněhové valy směrem ven z vozovky rozšiřovat a zachovat tak průjezdní prostor. Aby v době tání nevznikaly na silnicích nebezpečné kaluže, musí být zabezpečen odtok vody z povrchu komunikace. U dvoupruhých obousměrných silnic se sníh musí odklízet směrem ze středu jízdní dráhy k pravému okraji.

V kalamitních situacích a při mimořádném spadu sněhu se v průjezdních úsecích a na místních komunikacích sníh shrnuje pouze k okrajům chodníků a podle možností se pak zařídí odvoz sněhu z těchto míst. Je-li to nutné a není jiné východisko, je možno odklízet sníh i v protisměru. K takovému to postupu odklizení sněhu však musí být zajištěno bezpečnostní opatření. Jedná se však o výjimečné případy. Při odklizení sněhu z dopravně významných vícepruhých komunikací je využíváno vícečlenných pracovních sestav. Tím se rozumí více odklízecích mechanismů jedoucích v bezpečných vzdálenostech za sebou tak, že odklízecí mechanismus odhrnuje sníh směrem od předchozího mechanismu směrem ven z vozovky. Dle šířky vozovky se potom volí počet odklízecích případně posypových mechanismů. Správci silnic jsou povinni odklízet sníh i na odpočívkách a parkovištích. Odklizení sněhu se provádí standardně pluhováním s tím, že vytvořené sněhové valy se dodatečně odstraní. Na místech křížení pozemní komunikace s dráhou, tedy na železničním přejezdu, musí ponechaná sněhová vrstva plynule navazovat na niveletu železničního přejezdu. U podjezdů je nutno brát v úvahu snížení podjezdné volné výšky, která je zvýšená a vrstvu uježděného sněhu. Na mostech se od správce vyžaduje vyklízení sněhu v celé jeho šířce a délce. Pokud pod daným mostem jsou jiné objekty nebo zde vede další komunikace, nesmí na ní sníh z vyklízení mostu padat, z toho důvodu se předpokládá odklizení sněhu v podélném směru nebo případně odvozem. Pro odklizení sněhu se standardně používají sněhové radlice, pokud však při sněžení vznikají závěje nebo dosáhne-li výška napadaného sněhu 30 až 50 cm, potom je nutné do akce nasadit šípové sněžné pluhy. Pokud je spad sněhu takový, že na odklizení sněhu nestačí ani šípové pluhy, to bývá v situacích, kdy sněhová pokrývka přesáhne výšku sedmdesáti centimetrů, sníh se odstraňuje sněžnými frézami. Pro rozšíření průjezdního prostoru vozovky se doporučuje použití sněhových metačů. Při kalamitních situacích nebo při trvalém sněžení musí správce komunikace zajistit periodicky se opakující pluhování nebo vyklízení sněhu z komunikací. Jedná-li se o dopravně významné komunikace, pak sněhová vrstva na vozovce nesmí být po skončení pluhování vyšší jak tři centimetry.[11]

4.3.2.2 Odklizení sněhu pomocí chemických rozmrazovacích materiálů

Technologie odklizení sněhu pomocí chemických rozmrazovacích materiálů se používá výhradně na silnicích a pozemních komunikacích, které jsou pro tento způsob ošetření určeny plánem zimní údržby pro aktuální rok. Vzhledem k efektivnosti posypu se chemických posypových materiálů používá do chvíle, než sněhová vrstva na povrchu vozovky přesáhne výšku tří centimetrů. Při využití chemického posypu při výšce sněhové vrstvy vyšší jak tři

centimetry se stává posyp neúčinným a to především z důvodu, že by byl aplikovaný chemický posyp strháván spolu s čerstvě napadaným sněhem periodickým pluhováním. Posyp sněhové vrstvy vyšší než tři centimetry je proto zakázán. Dávkování při posypu chloridem sodným nebo chloridem vápenatým se provádí v závislosti na intenzitě sněžení. Při malé intenzitě, za kterou se považuje spad sněhu v rozmezí jeden až jeden a půl centimetru za hodinu, se sype dávkou $10 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$. Při vyšší intenzitě sněžení se volí dávkování vyšší a to $20 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$. Vyšší dávkování má potom za následek vznik sněhové břečky. V situacích, kdy je sněžení mimořádně dlouhé nebo je velmi intenzivní, je možnost posyp s dávkováním $10 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ opakovat, a to za předpokladu, že musí být nejprve provedeno pluhování, aby se posyp dostal na vozovku a byl účinný. Aplikace chemických rozmrazovacích materiálů je limitována výškou sněhové vrstvy, na kterou se aplikuje. Je-li posyp nebo postřik chemických rozmrazovacích materiálů aplikován do vrstvy čerstvého napadaného sněhu větší než tři centimetry, je neúčinný a proto se nesmí provádět.[11]

4.3.2.3 Odstraňování náledí a ujetých sněhových vrstev pomocí chemických rozmrazovacích materiálů

Aplikace chemických rozmrazovacích materiálů se využívá jedině v situacích, když už nelze použít žádných mechanických metod na odstranění ujetých vrstev sněhu. Účinnost chemických rozmrazovacích prostředků na odstranění uježděného sněhu se uvádí jeden až dva centimetry, jedná-li se o ledovou vrstvu, potom nesmí být vrstva tlustší než dva milimetry. Na odstranění vrstev o větší tloušťce je nutné využít opakované aplikace chemických rozmrazovacích prostředků, a to zároveň za součinnosti vhodných mechanickým prostředků. Využití chloridu sodného se doporučuje při teplotách kolem $-5 \text{ }^\circ\text{C}$. V rozmezí teplot $-5 \text{ }^\circ\text{C}$ až $-15 \text{ }^\circ\text{C}$ se využívá kombinace chloridu sodného a chloridu vápenatého. Pro teploty $-15 \text{ }^\circ\text{C}$ a méně je vhodné použít chlorid vápenatý. Dávkování pro chlorid sodný i pro chlorid vápenatý je stejné a za minimální dávku je považováno $20 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$. Při likvidaci vyšších vrstev náledí lze použít vyššího dávkování, které by ale zároveň nemělo překročit hodnotu $60 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$, která je považována za maximální spotřebu posypových solí na jeden zásahový den. Použití vyššího dávkování není zcela vyloučeno a může ho být výjimečně použito v případech, kdy si situace vyžaduje rychlé obnovení sjízdnosti vozovky. Další omezení týkající se dávkování je na úsecích silnic, které se nacházejí na území s častým výskytem silných větrů. V těchto úsecích je povoleno dávkování vyšší jak $20 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ pouze v případě, že je posypový mechanismus vybaven skrápěcím systémem. Jako efektivní doba pro působení chloridů na

tenké vrstvy náledí se považuje zhruba dvě hodiny, u silnějších vrstev se pak chloridy nechávají působit na náledí dobu delší, řádově dvě až pět hodin. V situacích, kdy ani po aplikaci těchto metod se vrstva náledí zcela neuvolní, je vhodné použít opět mechanických prostředků, a to konkrétně pluhování radlicí s ocelovým břitem. Po zpluhování se postup aplikace chloridů opakuje. Obvyklým jevem při odstraňování náledí bývá vznik ledové tříště a břečky, což musí být neprodleně odstraněno mechanickým způsobem. Během odstraňování náledí však musí být vždy dodrženo limitních hodnot dávkování. Kombinace chloridů a zdrsňovacích materiálů není vyloučena a bývá použita například při mrznoucím dešti nebo mrznoucího mrholení. Posypové směsi zdrsňovacích materiálů a chloridů musí splňovat stejné požadavky na dávkování chloridů jako využití samotných chloridů.[11]

4.3.2.4 Zdrsňování náledí a ujetého sněhu pomocí zdrsňovacích posypových materiálů

Zdrsňovacích posypových materiálů je obvykle využíváno na silnicích, na kterých není prováděn posyp chemickými rozmrazovacími materiály a nejčastěji se jedná o silnice s menším dopravním významem. Zdrsňovacích posypových materiálů je také využíváno na dopravně významnějších komunikacích, a to zejména v místech, kde si to vyžadují technické poměry v daném místě, jako jsou například křižovatky, velká stoupání, ostré směrové oblouky, zastávky linkových autobusů a další obdobná místa. Pro zjednodušení provádění posypu na takto problematických místech je zvykem zřízení samoobslužné skládky zdrsňovacích materiálů, ze které je možno, v případě potřeby, materiál odebrat a použít jej pro posyp. Jako zdrsňovací posyp na náledí je doporučeno použití jemnozrnných materiálů, tedy materiálů s největším rozměrem zrna do dvou milimetrů. Hrubší a větší frakce o rozměrech větších než čtyři milimetry nacházejí své uplatnění zejména na ujetých sněhových vrstvách. V zastavěných oblastech se však musí brát zřetel na možnost odlétávajících zrn od projíždějících vozidel, a proto je v těchto oblastech použití posypových materiálů s obsahem zrn větších jak osm milimetrů zakázáno. Dávkování je samozřejmě odlišné od dávkování při použití chemických rozmrazovacích materiálů a u zdrsňovacích materiálů jsou hodnoty vyšší. Na přímých úsecích silnic se zpravidla aplikuje dávkování v rozmezí $70 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ až $100 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$. Na některých místech, kde si to vyžaduje dopravně technický stav, je povoleno dávkování zvýšit až na $300 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$. Na dopravně významných silnicích se zvýšeným provozem může docházet vlivem průjezdu vozidel ve vyšších rychlostech k odmetení zdrsňovacího posypu a z tohoto důvodu je vhodné zvýšit dávkování o 50 až 100 %. Zvýšením dávky přes hodnotu

500 g·m⁻² se už jeví jako neúčelné a proto se to nedoporučuje. Posyp zdrsňovacími materiály se musí provádět v celé šířce komunikace nebo po celé šířce jízdního pruhu a tím se rozumí minimálně tři a půl metru v jednom směru.[11]

4.3.3 Mechanismy pro zimní údržbu

Typy mechanismů využívaných pro zimní údržbu silnic a dálnic se liší podle oblasti ve které údržbu silnic vykonávají a také podle technologie. Organizace správy a údržby silnic vykonávající správu silnic v hornatých oblastech či v oblastech s vyšším úhrnem sněhových srážek jsou vybaveny těžší technikou a do techniky musejí vynaložit více finančních prostředků. V oblastech s nižší náročností zimní údržby se využívá spíše technika střední nebo lehká, kterou je možno po skončení zimního období demontovat a vozidla jsou pak použitelná i k výkonu jiných úkonů. Lehké a střední mechanismy lze tedy namontovat například i na stroje používané zemědělství jakou jsou například traktory nebo nákladní automobily. V kalamitních situacích vykonávají některé úkony zimní údržby i stavební stroje soukromníků, sjednaných na smlouvu o výpomoci. Pro likvidaci závad ve sjízdnosti se velké nakladače využívají například pro údržbu odpočivek, zastávek či silničních křižovatek. V případech nutnosti, kdy již není možné sníh odklízet sněžnými pluhy z důvodu nedostatku místa, je využito smluvně sjednaných nakladačů, které zajistí odstranění sněhových valů.

4.3.3.1 Sypače chemických rozmrazovacích materiálů a technické požadavky

Sypače chemických rozmrazovacích materiálů musejí splňovat následující podmínky stanovené vyhláškou č. 104/1997 Sb.. Dávka chemického rozmrazovacího materiálu by měla být nastavitelná v rozmezí 10 - 60 g·m⁻² a to pokud možno plynule. Výše uvedená dávka se stanovuje pro pruh požadované šířky. Při stupňovité regulaci posypové dávky by mělo být možno regulovat nejméně na 10, 20 a 40 g·m⁻², v lepším případě na 10, 20, 30, 40 a 60 g·m⁻². Vzhledem k častým změnám pracovní rychlosti posypového mechanismu musí být nastavené dávkování dodržováno automaticky. Rozmezí rychlostí, ve kterých by mělo být dávkování dodrženo, je stanoveno na 10 - 60 km·h⁻¹. Nastavitelná musí být také šířka posypu. U sypačů s volitelnou šířkou posypu je minimální šířka od 2 - 9 m a u sypačů s fixní šířkou posypu je to maximálně 3,5 m, v obvyklých případech 2 m. Další podmínkou, která by měla být uvedena v technických podmínkách sypače, je příčná a podélná rovnoměrnost posypu v závislosti na jakosti soli. U sypačů opatřených skrápěcím zařízením soli by měla být možnost zachování poměru suchého posypového materiálu a solanky 7:3 současně při dávkování 5 - 20 g·m⁻². Při

použití solanky je doporučen obsah chloridu sodného mezi 18 až 21 % objemu. Pro dodržení uvedených hodnot je nutné před zimním obdobím vykoušet skutečné dávkování v $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ s plánovaným použitým materiálem a podle výsledků seřadit dávkovací zařízení tak, aby skutečné hodnoty neodporovaly hodnotám předepsaným.[11]

4.3.3.2 Sypače zdršňovacích materiálů a technické požadavky

U posypových mechanismů určených k rozmetání zdršňovacích posypových materiálů má být dávka posypu nastavitelná v mezích hodnot minimálně $70 - 300 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ do rozmezí $70 - 500 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$. To odpovídá objemu $0,05 - 0,33$ litru kameniva o sypné hmotnosti $1\ 500 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$. Při stupňovité regulaci dávky posypového materiálu se upřednostňuje plynulé nastavování dávkování, při použití stupňovité regulace je vyžadována možnost nastavení dávky 70, 100, 200, 300 případně $500 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ a to za použití zdršňovacích materiálů obsahující zrna o maximální velikosti 18 mm. Stejně jako u sypačů chemických rozmrazovacích materiálů by měla být dávka automaticky udržována i u sypačů zdršňovacích materiálů i při změně pracovní rychlosti. U sypačů zdršňovacích materiálů je rozmezí pro automatické udržování dávky stanoveno na $10 - 40 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$.

4.3.3.3 Sněhové šípové pluhy

Sněhové šípové pluhy nacházejí své uplatnění především při odstraňování tlustých sněhových vrstev, které již není možné odtrhnout pomocí sněhových radlic. Dále jsou vhodné pro likvidaci ojedinělých sněhových závějí, uježděného sněhu nebo sněhových hrázek na krajnicích. Šípové pluhy sněh rozrušují a následně odhazují do stran. Sněhové pluhy se dělí do dvou základních skupin:

- Statické - principem statických šípových pluhů je rozrušování sněhové vrstvy a odhrnování sněhu, hodí se pro těžší podmínky (odklizení zledovatělé vrstvy sněhu).
- Dynamické - sněh odstraňují proražením sněhové vrstvy a odhozením sněhu do strany vlivem setrvačné síly. Jsou vhodné pro tlusté vrstvy čerstvého, sypkého sněhu.

Výkon šípových pluhů je závislý na úhlu, který svírají postraní křídla, a na šířce záběru, která bývá nejčastěji 2,2 až 3,4 m. Dalšími parametry ovlivňujícími výkon pluhu je šířka křídel (2,4 až 3,7 m), výška čela (0,6 až 1,4 m) a výška křídel (0,8 až 2,3 m). Vzhledem k vysoké hmotnosti šípových pluhů, která se obvykle pohybuje od 0,4 do 1,5 t včetně upevňovacího a zvedacího zařízení, se převážně montují na těžší nákladní automobily nebo na tahače. Při

shrnování sněhu šípovým pluhem jsou při prvním projetí sněhové vrstvy obě části pluhu zatíženy rovnoměrně, při opětovném projetí se hrne pouze jednou stranou a pluh je tak zatížen jednostranně. Břity pluhu jsou ze speciální oceli a často bývají odpružené, což umožňuje kopírování povrchu, a tedy odstranění i zmrzlého sněhu. [2]

Obr. 6 - Šípový pluh

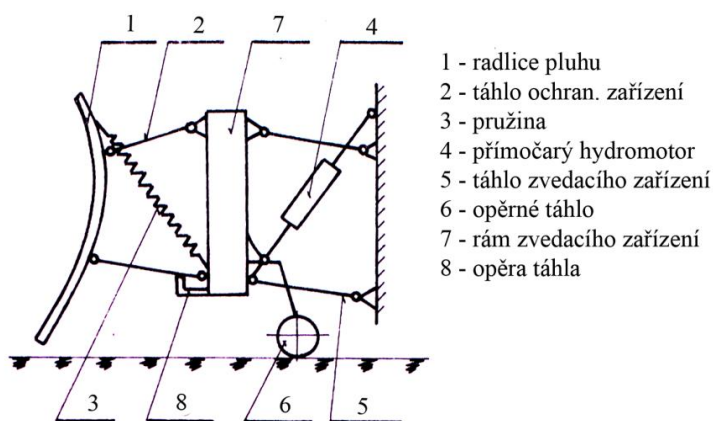


Zdroj: <http://www.susvs.cz>

4.3.3.4 Sněhové radlice

Sněhová radlice je pracovním orgánem, který je upevněn na upínací zařízení zesíleného podvozku automobilu. K upevnění radlice k upínacímu zařízení slouží stejně jako u pluhů šípových zvedací jednotka, která je rovněž ovládacím dílem. Konstrukce zvedacích zařízení umožňuje zvedání a spouštění radlice i s možností přitlaku na vozovku, dále umožňuje natáčení radlice kolem svislé osy a ustavení radlice do přepravní polohy. U radlic středních a těžkých se navíc používá seřiditelných pojezdových kol, případně opěrných lyžin pro odlehčení upínacího zařízení. Při vysokých pracovních rychlostech dochází často k silným rázům při najetí na nerovnosti na vozovce, proti kterým je radlice chráněna svou konstrukcí nebo konstrukcí závěsných systémů pro odklon a zdvih celého pluhu. Ochrana radlice její konstrukcí spočívá ve složení radlice ze sekcí, které jsou uloženy na otočném rámu, nebo v principu radlice celistvé opatřené nožem sestaveným ze sekcí, které jsou v pracovní poloze drženy přitlačnými pružinami, a nebo je v principu radlice opatřena pryžovým břitem.[1]

Obr. 7 - Schéma sněžového pluhu

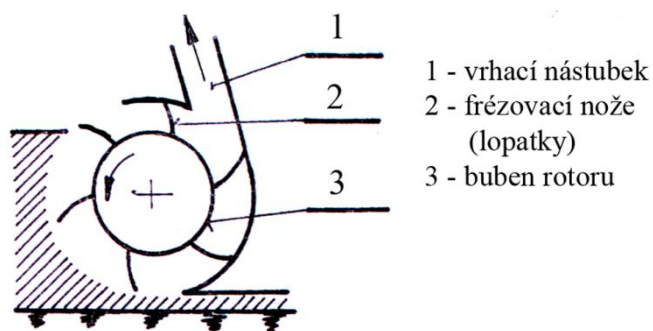


Zdroj: [1]

4.3.3.5 Sněžové frézy

Principem sněžové frézy je rotační těleso s osou rotace kolmou na směr jízdy. Rotační těleso vykonává úkol odřezávání sněhu a zároveň odhoz sněhu z pracovního prostoru. Jsou určeny především pro odklid starého sněhu, kdy je plně využit výkon frézy pro uvolnění sněžové vrstvy. Sněžové frézy jsou navrženy jako jednoúčelové stroje, případně jako přídatná zařízení k víceúčelovým strojům. Obdobou sněžové frézy je sněžový vrhač. Ten se od frézy liší tím, že má dvě samostatná pracovní ústrojí a to pro rozrušení vrstvy sněhu a pro dopravu odříznuté sněžové vrstvy mimo pracovní plochu. Rozdělení na dvě pracovní ústrojí představuje výhodu v možnosti volby různých otáček pro rozrušovací a pro dopravní část pracovního orgánu zvlášť.[1]

Obr. 8 - Schéma sněžové frézy



Zdroj: [1]

4.3.3.6 Sněhové vrhače

Sněhové vrhače jsou kombinací pluhu a rotačního zařízení. Nejčastějšími druhem odhazovačů je zařízení sestavené ze šípového pluhu, kde na každém konci křídla je umístěno vrhací kolo s osou rotace kolmo na směr jízdy sloužící k odhozu sněhu mimo vozovku. V některých případech se uplatňují i sněhové vrhače sestrojené z přímé radlice a z rotoru s osou rotace ve směru jízdy (viz Obr. 9). V obou případech je sníh rozrušován mechanicky a to buď přímou radlicí nebo šípovým pluhem a dále shrnován do pracovního prostoru rotačních segmentů. Otáčející se lopatky pak sníh vyhadzují vodícími žlaby z pracovní plochy. Využití sněhových vrhačů je minimální a to zejména pro jejich nízkou účinnost a vysokou ztrátu výkonu.[1]

Obr. 9 - Sněhový vrhač



Zdroj: <http://www.simed.cz>

4.3.4 Materiály určené pro zimní údržbu

Pro zmírňování, případně pro likvidaci závad ve sjízdnosti na pozemních komunikacích, se využívají posypové materiály, které mohou být buď chemické nebo posypové, neboli inertní. Druhy posypových materiálů jsou doporučeny vyhláškou č. 104/1997 Sb., a to konkrétně v příloze č. 7. Následující rozdělení podrobně popisuje doporučené materiály.

4.3.4.1 Chemické posypové materiály

- Chlorid sodný - NaCl - jedná se o sůl kamennou, která je účinná pro odstraňování náledí a sněhových vrstev při teplotách do -5°C , v některých situacích za určitých podmínek i u nižších teplot
- Chlorid vápenatý - CaCl_2 - je účinný pro likvidaci sněhových vrstev a náledí při teplotách nižších jak -15°C
- Směsi chloridů

Jakost posypových solí

Používané posypové soli by podle vyhlášky neměly obsahovat více než 5 váhových procent částic menších než 0,16 mm. Skladba posypu je velmi důležitá pro způsob provádění posypu a zejména pro techniku posypu. Jemné částice mají především dobrý účinek pro rychlé plošné rozpouštění, účinek rozpouštění do hloubky je však omezený, na rozdíl od částic hrubých, které se vyznačují působením i více do hloubky vlivem silničního provozu. Sůl nemá vykazovat při dodání více než 2 váhová procenta stálé vlhkosti a má obsahovat nejméně 96 váhových procent účinné rozpouštěcí substance.[11]

Při dodání soli musí být doložen doklad o jejím chemickém složení, ve kterém se uvádí podíl nerozpustných příměsí, údaje o vlhkosti a dále informace o zrnitosti ve členění do 0,16 mm, od 0,16 do 0,80 mm, od 0,80 do 3,15 mm, od 3,15 do 5,00 mm a nad 5,00 mm.[11]

4.3.4.2 Zdrsňovací posypové materiály

Při využití zdrsňovacích posypových materiálů se dbá na životní prostředí a z tohoto důvodu jsou upřednostněny čisté posypové materiály, tedy písky a drtě. Při výběru posypových materiálů se zohledňuje i ekonomické hledisko a je tedy možno využít i posypových materiálů z místních zdrojů, jakým může být například struska a škvára. Tyto materiály musí však být ostrohranné, mít vhodnou zrnitost a nesmí obsahovat toxické nebo jinak škodlivé látky. Nezávadnost těchto materiálů je dodavatel povinen každoročně doložit formou atestace. Posypové hmoty nesmí obsahovat hlinité částice. U písků je nutný obsah zrn ostrohranných, tvrdých zrn bez zrn větších průměrů. Frakce zdrsňovacích posypových materiálů se musí pohybovat v rozmezí 0,5 až 8 mm. Obsah zrn menší než 0,3 mm nebo větší než 16 mm je striktně zakázáno.[11]

4.3.4.3 Roztoky rozmrazovacích prostředků

Pro zkrápění posypových solí se používají jejich roztoky o koncentraci 18 až 21 %. K přípravě roztoku, nazývaného solanka, jsou určeny ambulantní mísicí stanice.

Volba použití rozmrazovacích roztoků k odstraňování náledí nebo ujetých vrstev se nevylučuje, avšak nemělo by jich být využito při předpokládaném poklesu teplot pod -3°C . Pro aplikaci těchto roztoků se používají kropičky, díky kterým je dosaženo rovnoměrného postřiku. Limitní dávky se stanovují s ohledem na koncentraci účinné látky, jejíž množství nesmí přesáhnout hodnoty uvedené v odstavci 4.3.2.2.[11]

4.3.4.4 Směsi chemických a zdrsňovacích posypových materiálů

K využití směsných posypových materiálů by se správci silnic měli uchýlit jen v mimořádných situacích z důvodu jejich negativních vlastností. Mimořádnými situacemi se v této souvislosti rozumí situace, kdy selhávají jednotlivé druhy posypových materiálů. Směs se skládá z vhodného písku nebo drtě a přimíseného chloridu sodného v poměru 1 díl chloridu na 3 až 6 dílů písku nebo drtě. Dávka takto smíchaného posypu je však limitována a to množstvím chloridu ve směsi. Je-li směs v poměru 1 : 6 potom je dovolená dávka míchaného posypu $280\text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ a pokud je směs v poměru 1 : 3, potom je přípustná dávka směsi $160\text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$. [11]

4.3.5 Skladování posypových materiálů

Skladování posypových materiálů je částečně doporučeno a v některých případech limitováno platnými právními předpisy. Skládky posypových materiálů mohou vypadat různě a každý správce komunikace může využívat jiný druh skládek v závislosti na míře využití jednotlivých druhů posypových materiálů a na finančních možnostech, které daný správce má. Níže uvedené rozdělení je platné podle vyhlášky č. 104/1997 Sb. Při rozmístování skládek posypového materiálu musí být přihlédnuto k minimalizaci netechnologických kilometrů. K vhodnému rozmístění skládek se zpracovává podrobná mapa obsahující rozepsané úseky podle posypů s patřičnými délkami. Tato mapa se potom generalizuje a upravuje do jednotlivých modulů. Podrobně rozpracovaná mapa poskytne údaje potřebné pro dosazení do počítačového programu, který automaticky vygeneruje optimální rozmístění skládek posypového materiálu.[3]

4.3.5.1 Skladování chemických posypových materiálů

Chemické posypové materiály se musí skladovat v uzavřených skládkách, skladování na volném prostranství je zakázáno. Je doporučeno materiály skladovat v celodřevěných halách o kapacitě 500 až 1000 t, případně v silech o kapacitě 40 až 200 t. Při využití sil je nutno při jejich umístění zohlednit nutnost plnění sypačů. Při skladování v uzavřených halách je nutností zabránit průsaku a úniku do okolí nebo do podložních vrstev. Chlorid sodný se v uzavřených skladech skladuje volně ložený.[11]

4.3.5.2 Skladování zdrsňovacích posypových materiálů

Pro skladování zdrsňovacích posypových materiálů se doporučují sila, haly nebo přístřešky, které skladovaný materiál ochraňují před povětrnostními vlivy, které mohou do jisté míry ovlivnit vlastnosti posypového materiálu. V případě, že není možnost skladovat materiál v krytých skládkách, je možné skladovat zdrsňovací posypové materiály i na volném prostranství. V případě zajištění skládky proti úniku vody je dovoleno použít malé dávky chloridu sodného (1 až 3 %), a to za účelem zabránění zmrznutí hromad.[11]

4.4 Správa a údržba silnic Jihočeského kraje

Správa a údržba silnic Jihočeského kraje (dále jen SÚSJK) je příspěvková organizace zřízená krajem a zajišťující výkon správy pozemních komunikací na území Jihočeského kraje. Byla zřízena ke dni 1. 7. 2002 zřizovací listinou Jihočeského kraje a vznikla jako právní nástupce dřívějších okresních závodů Správy a údržby silnic České Budějovice, Český Krumlov, Jindřichův Hradec, Písek, Prachatice, Strakonice a Tábor. V současné době je z provozních důvodů rozčleněna do sedmi prostorově dislokovaných závodů odpovídajících tehdejšími okresům. Těmito okresními závodům jsou dále podřízena cestmistrovství, jakožto nejmenší články organizační struktury. Jako příspěvková organizace zřízená krajem, tedy vlastníkem pozemních komunikací druhých a třetích tříd, přebírá SÚSJK některá vlastnická práva a povinnosti, mezi které například patří evidence majetku, péče o jeho údržbu, provádění oprav a provádění úkonů s údržbou a opravami spojenými a další. Zkráceně lze říci, že zastupuje vlastníka neboli zřizovatele ve věci výkonu povinností jemu uložených a podle zákona je tedy považována za tzv. správce silnic. Z povinností správci zákonem uložených tedy vyplývá, že má za úkol provádět letní a zimní údržby na silnicích druhých a třetích tříd, které jsou, jak bylo výše uvedeno, ve vlastnictví kraje. Kromě části silniční sítě tvořené ze

silnic druhých a třetích tříd má však SÚSJK na starosti i úsek dálnice D3 a silnice prvních tříd, které však nejsou ve vlastnictví kraje. K výkonu správy na silnicích prvních tříd a na úseku dálnice D3 byla SÚSJK zpravomocněna na základě smluvního vztahu, kterým Ministerstvo dopravy převedlo část výkonu práv a povinností právě na SÚSJK. Výkon správy na státem vlastněných pozemních komunikacích je sjednán za cenu, která musí být v souladu s cenovými předpisy. Délky jednotlivých spravovaných kategorií komunikací jsou v tabulce Tab. 1.[8][18]

Tab. 1 - Celkové délky spravovaných komunikací

Kategorie pozemní komunikace	Délka [km]
Silnice I. tříd	715,027
Silnice II. tříd	1 646,961
Silnice III. tříd	3 809,919
Dálnice	33,785

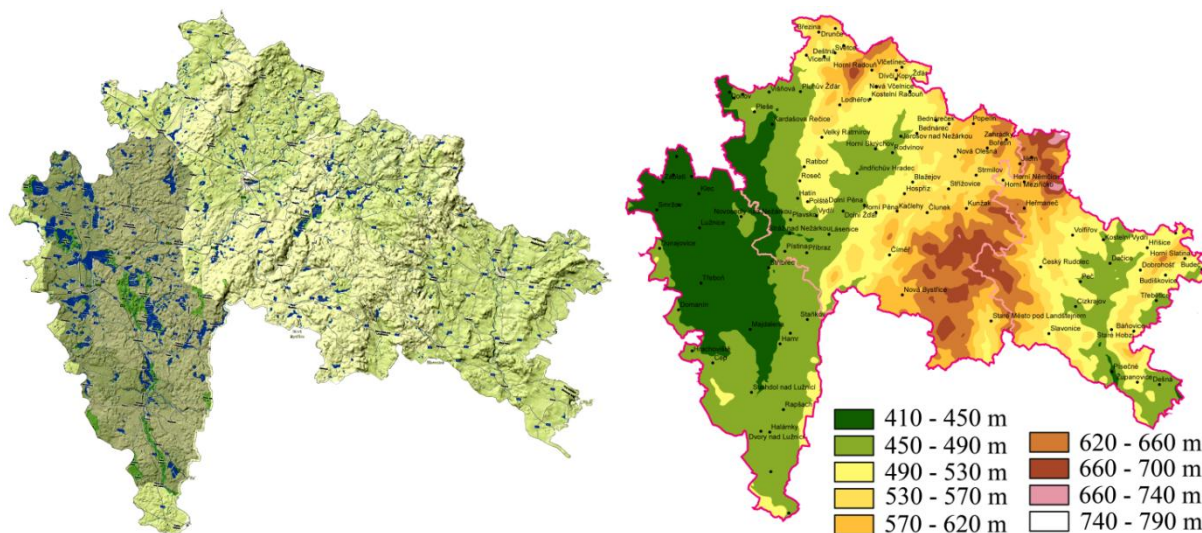
Zdroj: <http://www.susjk.cz>

4.5 Správa a údržba silnic - závod Jindřichův Hradec

Okresní závod správy a údržby silnic Jindřichův Hradec spravuje území o celkové rozloze 1944 km², tedy okres s největší rozlohou v České republice. Krajinný reliéf Jindřichohradeckého okresu je v některých částech poměrně členitý, a to především v oblastech Novobystřické vrchoviny, kde se nadmořská výška pohybuje zhruba mezi 600 až 700 m nad mořem. Ústřední masiv části Jihlavských vrchů a Novobystřické vrchoviny tvoří jakýsi předěl území okresu a směrem na východ přechází v Dačickou pahorkatinu s nadmořskou výškou pohybující se rovněž v rozmezí 650 až 750 m nad mořem, směrem na západ se nachází pahorkatina Jindřichohradecká. Odlišný charakter má reliéf v Třeboňské pánvi, kde jsou zvlněné pouze její okraje. Nadmořská výška Třeboňské pánve se pohybuje mezi 400 a 500 metry. Význačným rysem této oblasti je počet rybníků a vzhledem k malému spádu toků Lužnice a Nežárky se zde nachází rozsáhlá rašeliniště. Na obrázku Obr. 10 bylo pro názornost pomocí úprav kontrastu a barev zvýrazněno členění reliéfu a jsou zde patrné oblasti s vyšší nadmořskou výškou znázorněny světlou barvou a oblasti nížin zobrazeny

tmavší zelenou barvou. Třeboňská pánev se nachází v Chráněné krajinné oblasti a je na mapě vystínována.[19][20]

Obr. 10 - Reliéf a mapa nadmořských výšek okresu Jindřichův Hradec

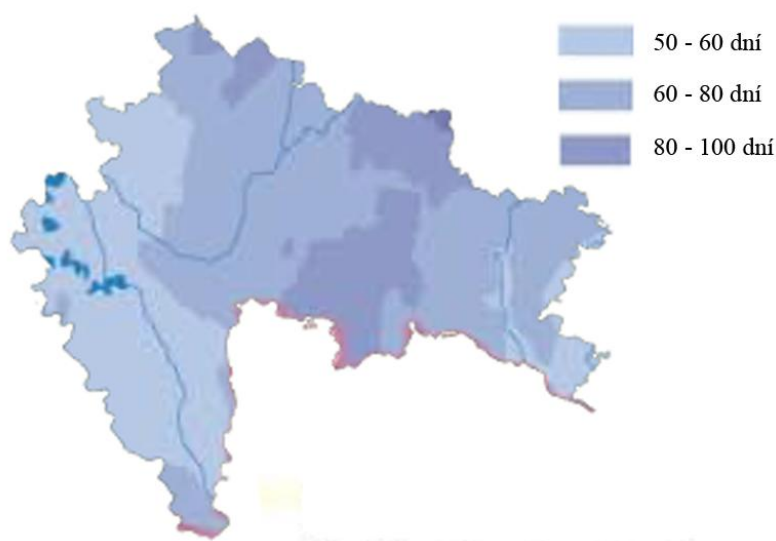


Zdroj: autor

4.5.1 Charakteristika podnebí

Rašeliniště a rozsáhlé vodní plochy, zejména na Třeboňsku, jsou velkými akumulátory tepla a regulují pro danou oblast množství srážek i zchlazování. Třeboňská pánev je z tohoto důvodu nejteplejší oblastí okresu, mezi relativně chladnější oblasti patří okolí obce Studená v okolí Javořice. Průměrná roční teplota se pohybuje mezi 6 a 8 °C. Srážky jsou ve velké míře ovlivněny západními větry a celkový průměrný úhrn srážek se pohybuje okolo 600 mm, vyšším průměrným úhrnem srážek se však vyznačuje Novobystřická pahorkatina a masiv Javořice. S úhrnem srážek je úzce spojen i úhrn srážek sněhových. Na obrázku je znázorněn průměrný počet dní se sněhovou pokrývkou. Z mapy je zřejmé, že sněhová pokrývka se nejdéle vyskytuje v oblastech s vyšší nadmořskou výškou, a to na území výše uváděné Novobystřické vrchoviny a masivu Javořice a to po dobu 80 - 100 dní. Sněhová pokrývka se stejnou dobu vyskytuje i v okolí Jihlavských vrchů. Světlejší modrá barva pokrývá většinu zobrazeného území sněhovou pokrývkou 60 - 80 dní. na území Třeboňské pánve leží sníh nejkratší dobu, v průměru je to 50 - 60 dní a na obrázku je tato oblast znázorněna barvou nejsvětlejší.[19]

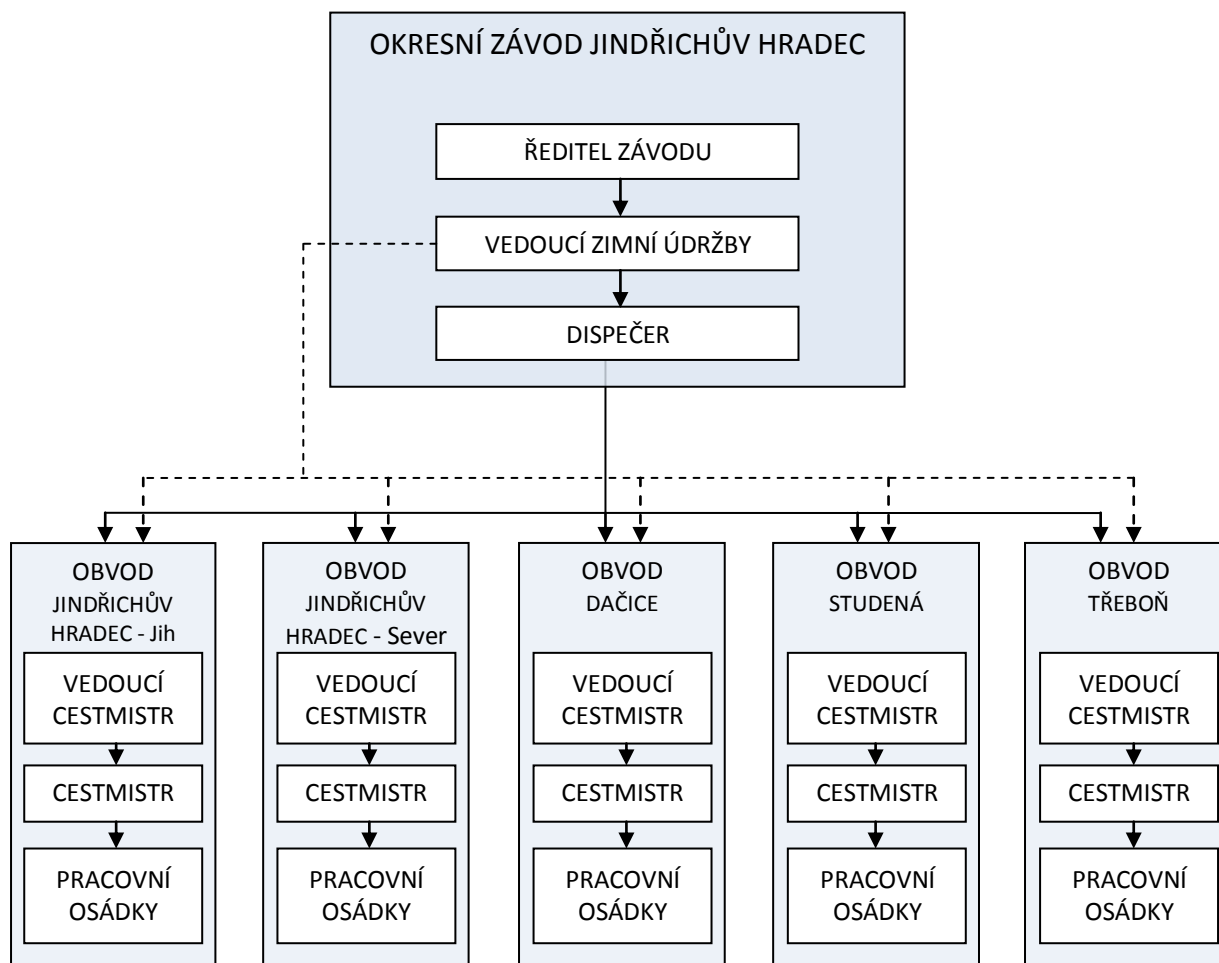
Obr. 11 - Průměrný počet dní se sněhovou pokrývkou



Zdroj: [6]

4.5.2 Funkční struktura závodu Jindřichův Hradec

Závod Jindřichův Hradec je rozdělen celkem do 5ti cestmistrovských obvodů a každému náleží přidělený úsek komunikací, který spravuje. Jednotlivá cestmistrovství disponují určitým počtem mechanismů a zaměstnanců, podle náročnosti údržby a délky spravovaných úseků. Vlastní provádění zimní údržby v celém okrese je řízeno dispečerem z hlavního střediska v Jindřichově Hradci, který podle potřeby řídí konkrétní cestmistrovství. Dispečer může ze své pozice koordinovat jednotlivé mechanismy, jedná však s uvědoměním vedoucího cestmistra příslušného obvodu, který je služebně nadřazený všem ostatním zaměstnancům na středisku. Cestmistrovství jsou tedy řízena vedoucími cestmistry, kteří ve spolupráci s cestmistry operativně zajišťují průběh zimní údržby v požadovaném rozsahu na přiděleném území.



Ovlivňovat průběh výkonu zimní údržby má v pravomoci nejen dispečer, ale také vedoucí zimní údržby celého závodu, a to buď prostřednictvím dispečera, cestmistrů anebo přímo přes komunikační systémy. Zimní údržba se vždy řídí podle schváleného plánu zimní údržby, pokud není situace vyhodnocena jako kalamiční stav a není svolán Operační štáb, který rozhoduje o dalším dění v celém kraji a zároveň jednotlivých okresech.[12]

4.5.3 Technika pro zimní údržbu silnic

Závod Jindřichův Hradec Správy a údržby silnic Jihočeského kraje disponuje celkem 32 sypači, z toho 10 sypačů je vybaveno sypacím zařízením pro posyp chemickým posypovým materiálem a 22 je osazeno nástavbou na posyp inertním materiálem. Všechny sypače jsou schopny nést i nejtěžší druhy náradí pro výkon zimní údržby. Pro pluzení v kombinaci s posypem jsou v Jindřichohradeckém okrese použity výhradně těžké nákladní automobily značky Škoda Liaz, Tatra, Mercedes a Scania. Těchto 32 sypačů zajišťuje výkon zimní

údržby podle pořadí důležitosti na území okresu, které je rozděleno na stejný počet úseků. V případě kalamit jsou na výpomoc povolány smluvně sjednané stroje soukromníků a zemědělských firem, do jejich řad patří traktory a nakladače pro odklid sněhu a jeřáby pro případ nutnosti likvidace překážek na silnicích. Traktory používané pro výkon zimní údržby však nesmějí mít výkon nižší jak 100 koňských sil. To je jediná podmínka, kterou musí technika smluvně sjednané výpomoci splňovat. Tato technika je osazována především lehkými pluhy nebo středními pluhy.

Sněhové pluhy - přímé

Sněhové pluhy osazované na výše uvedené nákladní automobily jsou od různých výrobců. Jedná se především o středně těžké a těžké nesené pluhy. Jsou opatřeny polohovatelnými pomocnými koly pro přesné vymezení mezery mezi břitem a povrchem vozovky. Pracovní šířka pluhů se při natočení pohybuje 2800 do 3000 mm. Pro názornost je na obrázku zobrazen čelně nesený pluh RSK 30 s pracovní šířkou 3000 mm při natočení o 34 °. Hmotnost tohoto pluhu je 830 kg, výška pluhu je 850 a 1670 mm. Pluhy ve tvaru křídla slouží zejména pro odhazování sněhu přes bariéry.

Obr. 12 - Sněhový pluh - přímý



Zdroj: autor

Sněhové pluhy - šípové

Sněhové šípové pluhy se v Jindřichohradeckém okrese pro jejich specifický způsob použití téměř nepoužívají. Jsou vhodné pro rozrážení vysokých sněhových bariér, které už se však díky operativním zásahům pluhovacích mechanismů téměř nevytváří a šípové pluhy tak pozbývají na svém významu.

Sněhová fréza

Sněhová fréza značky Schmidt se záběrem 2,2 m a průměrem frézovacího bubnu 750 mm. Fréza je hnaná od nosného vozidla vývodovým hřídelem. Váha frézy je 1360 kg a výkon je $1,2 \text{ t} \cdot \text{h}^{-1}$. Sněhová fréza je na území okresu využívána pouze ojedinele.

Obr. 13 - Sněhová fréza Schmidt



Zdroj: autor

4.5.4 Posypové materiály

Posypové materiály se vybírají na základě výběrového řízení, ve kterém je rozhodujícím kritériem cena. To znamená, že smlouva o odběru materiálu je potom podepsána s dodavatelem nabízejícím posypové materiály za nejnižší cenu. Tímto způsobem jsou pro potřeby zimní údržby nakupovány jak zdrsňovací materiály, tak i materiály pro chemické ošetření vozovky.

Skládky posypového materiálu

Na okres Jindřichův Hradec připadá celkem devět skládek posypového materiálu nacházejících se v obcích Deštná, Dačice, Třeboň, Nová Bystřice, Strmilov, Studená, Slavonice, Tušův a Jindřichův Hradec - Kohout. Na skládkách Kohout, Dačice, Třeboň, Nová Bystřice a Studená jsou skladovány jak zdrsňovací posypové materiály, tak i chemické posypové materiály. Na zbylých skládkách se skladuje pouze zdrsňovací posypový materiál. Rozmístění skládek je zobrazeno v obrázku Obr. 14.[12]

Obr. 14 - Rozmístění skládek posypového materiálu



Zdroj: autor

4.5.5 Technologie a postupy údržby

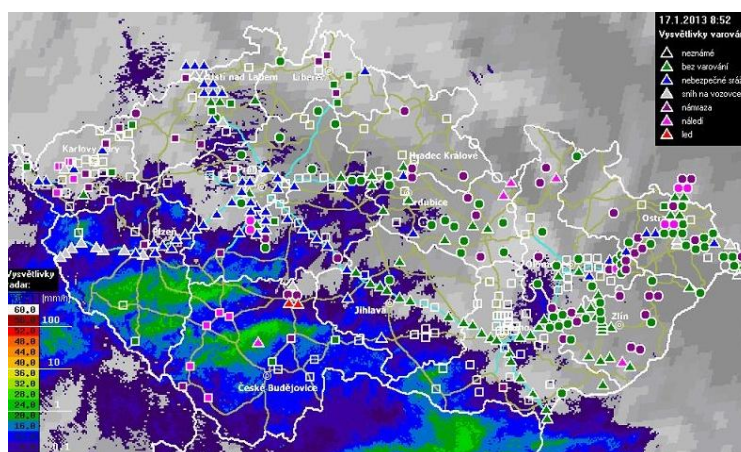
4.5.5.1 Informační zdroje

K efektivnímu výkonu zimní údržby jsou velmi důležité informační zdroje. Na základě získaných informací mohou vedoucí pracovníci zimní údržby flexibilně reagovat na změny počasí či na měnící se podmínky v provozu na pozemních komunikacích. Pro výkon zimní údržby je velmi důležité pracovat s co nejpřesnějšími a aktuálními daty.

Prognózy meteorologické zprávy

Meteorologické předpovědi jsou jedním z dominantních zdrojů informací, které jsou využívány pro stanovení strategií v provádění zimní údržby v nadcházejících dnech. Několikadenní předpovědi počasí slouží pro předběžný odhad rozsahu, v jakém bude nutno údržbu provádět. Pro přesnější predikci nutných opatření se využívají aktuální meteorologická data, která má správce k dispozici ze serverů poskytovaných Ředitelstvím silnic a dálnic. Na obrázku Obr. 15 je vidět snímek z radaru, který dokáže zpětně přehrát například trend postupujících srážek řádově o několik hodin. Radar dále zobrazuje další informace o průběhu počasí i v sousedních oblastech.

Obr. 15 - Předpovědi počasí podle radarových snímků



Zdroj: <http://jsu.jsdi.cz>

Okamžité meteorologické podmínky

Správa a údržba silnic má k dispozici meteorologický portál provozovaný Ředitelství silnic a dálnic, ze kterého získává aktuální informace z meteostanic nacházejících se v daném okrese. Vedoucí pracovníci mají přístup k podrobným informacím nejen z meteostanic v okrese, ale i z meteostanic v jiných částech kraje, díky kterým lze částečně předvídat trend vývoje počasí. Z měřících stanic lze získat podrobné údaje jako je teplota povrchu vozovky, teplota vzduchu, vlhkost vzduchu a další důležitá fakta.

Obr. 16 - Aktuální meteorologické informace - server ŘSD

Název meteostanice	Datum a čas	T.pov1	T.vzd	Ros.bod.	Vlh.vzd.	Bod.mrz.1	Stav.pov.1
I/23 Horní Bolíkov	17.01.2013 08:40		↑ -3,18	↑ -3,60	100,00		
I/23 Jarošov	17.01.2013 08:40	↓ -3,10	↑ -3,42	↑ -3,87	100,00	□ -0,80	vlhký
I/24 Mladalena	17.01.2013 08:40		↑ -3,63	↑ -4,88	94,37		
I/3 Dolní Dvořiště	17.01.2013 01:18	□ -6,10	□ -4,90	□ -6,22	95,00	↑ -2,30	
I/3 Horusice	17.01.2013 08:40	□ -2,80	□ -3,80	□ -6,52	84,50	□ 0,00	možnost namrzání
I/34 Č. Budějovice-probojka	17.01.2013 08:40	↑ -2,10	↑ -3,62	□ -5,81	87,89	□ 0,00	vlhký
I/34 Na Babě	17.01.2013 08:40		↑ -4,83	↑ -6,43	92,93		
I/34 Stráž nad Nežárkou	17.01.2013 08:40	↓ -2,80	↑ -4,15	↑ -5,04	97,41	□ 0,00	mokvý
I/39 Hořice							
I/39 Želňava	17.01.2013 08:40	□ -3,40	↓ -5,81	↓ -7,17	95,50	□ 0,00	led
I/4 Kubova Huť	17.01.2013 08:40	□ -6,10	↑ -7,12	↑ -8,25	98,35	□ 0,00	led
I/4 Strakonice	17.01.2013 08:40	↑ -2,15	↑ -3,59	↑ -4,60	96,03	□ 0,00	možnost namrzání
I/4 Strážný	17.01.2013 08:40	□ -4,00	↑ -5,70	↑ -6,71	98,00	□ 0,00	led

Zdroj: <http://jsu.jsdi.cz>

Kontrolní činnost

Kontrolní činnost je ve své podstatě vizuální kontrola pracovníků zimní údržby. Spočívá v individuálním posouzení sjízdnosti a meteorologických podmínek na konkrétních úsecích. Kontrolu může provádět buď sám řidič sypače nebo jí provádí cestmistr během průjezdu úsekem.

Ostatní informační zdroje

Cenné informace rovněž podávají ostatní organizace jako je například Policie ČR, Hasičský záchranný sbor Jihočeského kraje, ČSAD Jihotrans a další věrohodné informační zdroje. Informace jsou přijímány buď vedoucím zimní údržby zodpovědným za výkon zimní údržby v okrese nebo pověřeným pracovníkem.[12]

4.5.5.2 Rozdělení silniční sítě do úseků

Silniční síť na území okresu Jindřichův Hradec je podle Plánu zimní údržby 2012 rozdělena do 32 úseků. Ke každému úseku je přidělen jeden sypač s osádkou, která daný úsek spravuje a je za něj zodpovědná. Úseky jsou rozvrženy podle druhu použitého posypového materiálu a podle druhu a důležitosti pozemní komunikace. Při tvorbě úseků musí být také přihlédnuto k nutnosti otočení sypačů při změně směru jízdy, které si vyžaduje ukončení úseků například v místech křížení komunikací. Z tohoto důvodu dochází k výměnám částí úseků i se sousedními okresy nebo kraji. V tabulce Tab. 2 jsou podrobně rozepsány délky úseků podle technologie a podle druhu komunikace pro celé území okresu.

Tab. 2 - Délky spravovaných komunikací podle technologie a kategorie

Kategorie komunikace	Délka [km]	Ošetřené chemicky [km]	Ošetřené inertním posypem [km]	Pouze plužení [km]	Neudržované [km]
I. třída	145,231	145,231	0	0,000	0,000
II. třída	349,892	145,63	196,534	0,000	7,728
III. třída	691,986	10,5	599,906	26,500	55,080
CELKEM [km]	1 187,109	301,361	796,440	26,500	62,808

Zdroj: [12]

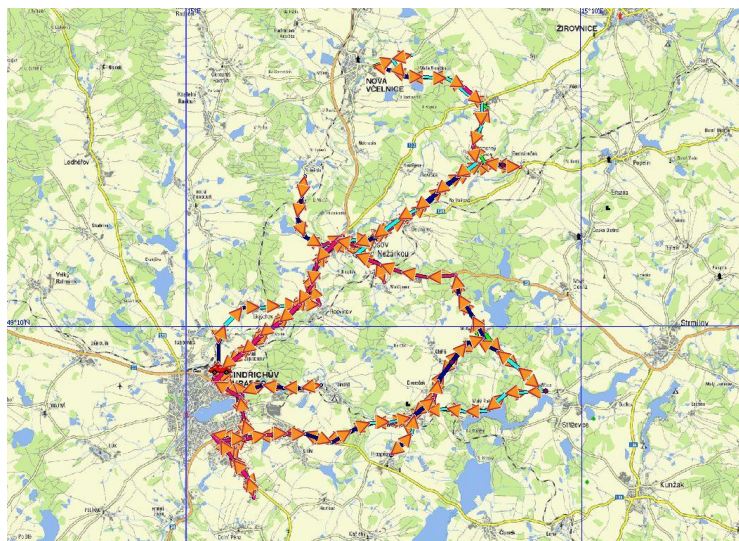
4.5.5.3 Postupy výkonu zimní údržby ve specifických situacích

Posypové mechanismy vyjíždějí do svých úseků na základě rozhodnutí vedoucích pracovníků, která se odvíjí od aktuálních informací o stavu sjízdnosti silnic. Každý sypač vyjíždí do úseku plně připraven, to znamená, že musí být naložen pro svůj úsek vhodným posypovým materiálem. Výjezd sypačů využívajících inertní materiály se liší od výjezdu sypačů s chemickým posypovým materiálem. Hlavní rozdíl je v načasování nakládky posypového materiálu do zásobníku sypače. Sypače používající chemické posypové materiály jsou garážovány ve stavu plně připraveném k výjezdu. Chemický posypový materiál doplňují před ukončením údržby průjezdu úsekem a na stanoviště přijíždí plně naloženy. Sypač je tedy pro další den či pracovní směnu připraven a při opuštění stanoviště může okamžitě započít výkon odstraňování závad ve sjízdnosti. Sypače inertních materiálů musejí být před ukončením výkonu vyprázdněny a to z důvodu namrzání inertního posypového materiálu v zásobníku sypače během odstavení mezi pracovními směny. Zamrzání posypového materiálu vede k nepravdělnému rozhozu zmrzlého posypového materiálu, nebo v horším případě vůbec nedochází k jeho uvolňování ze zásobníku. Z toho je patrné, že sypače inertních materiálů musejí před vjezdem do úseku doplnit posypový materiál na příslušných skládkách posypových materiálů a jsou tedy garážovány s prázdnými zásobníky.

Postupy zimní údržby úseků za obvyklých zimních situací

Plán zimní údržby je sestaven tak, aby byla optimálně zajištěna likvidace závad ve sjízdnosti vozovek za obvyklých zimních situací. Tím je myšleno, že každý sypač provádí údržbu na svém úseku a to v časových lhůtách, které stanovuje vyhláška č. 104/1997 Sb. Sypač během průjezdu musí podle spotřeby posypového materiálu svůj úsek opouštět, aby doplnil posypový materiál. Výjezdy z úseku kvůli doplnění posypového materiálu mohou značně prodloužit údržbu jednotlivých úseků, ty jsou však rozvrženy tak, aby nedocházelo k překračování povolených časových lhůt. Z důvodu nerovnoměrnosti výskytu meteorologických jevů na spravovaném území v obvyklých zimních situacích, jsou úseky operativně upravovány a zimní údržba se provádí jen tam, kde si to situace vyžaduje. S pomocí dostupných informačních zdrojů dispečer efektivně optimalizuje pohyb mechanismů v okrese a eliminuje tak zbytečné průjezdy. I přes operativní řízení pohybu posypových mechanismů po silniční síti dochází k překrývání některých částí úseků a tedy k neefektivnímu průjezdu mechanismů. Na obrázku Obr. 17 je zobrazeno sledovací zařízení na principu GPS podávající průběžné informace o rozmístění jednotlivých mechanismů na úsecích, které má dispečer k dispozici.

Obr. 17 - Záznam průjezdu sypače úsekem pomocí GPS systému - obrazovka dispečera



Zdroj: autor

Postup zimní údržby úseků při velkoplošném a dlouhodobém spadu sněhu

Provádění zimní údržby na úsecích v době kontinuálního sněžení se podstatně liší od obvyklých zimních situací. Při dlouhodobém spadu sněhu nedochází k aplikaci zdrsňovacích posypových materiálů z důvodu periodického pluhování. Inertní materiál by byl po dalším pluhováním odhrnován z povrchu a jeho využití by se stávalo neefektivním. Posyp se použije pouze v místech, kde si to vyžaduje situace. U chemických posypových materiálů se nesmí sypat, pokud je vrstva sněhu vyšší než 3 cm a je tedy nutné před posypem vždy pluhovat a posyp provádět až na zbytkovou vrstvu sněhu. Po provedení pluhování a posypu se musí nechat chemický posypový materiál na sněh působit, obvykle řádově kolem 45 minut, aby vznikla sněhová břečka. Ta je následně odhrnuta z povrchu vozovky.

5 Návrh optimalizace plánu zimní údržby

K nalezení vhodného řešení optimalizace Plánu zimní údržby pro okres Jindřichův Hradec bylo nejprve nutné danou oblast detailně zmapovat a v současném Plánu zimní údržby se pokusit nalézt možné nedostatky, které by bylo vhodné odstranit a tím dosáhnout jakýchkoliv úspor. Po zmapování postupů a technologie provádění zimní údržby v okrese Jindřichův Hradec bylo zjištěno, že optimalizace úseků v obvyklých zimních situacích není prakticky možná a to především z důvodu ovlivnění zimní údržby mnoha faktory. Tyto faktory jsou například doplňování paliva posypových mechanismů, doplňování posypových materiálů, obnovení sjízdnosti silnic před průjezdem linkových autobusů nebo například nepravidelnost srážek z hlediska plošného rozsahu. Je tedy zřejmé, že vzhledem k reálným podmínkám by byla optimalizace zimní údržby úseků v obvyklých zimních situacích velmi komplikovaná a tedy pravděpodobně neefektivní. Jako schůdnější řešení se jeví optimalizace zimní údržby úseků při kontinuálním spadu sněhu na velkém území, kdy řada faktorů ovlivňujících postup zimní údržby v obvyklých zimních situacích odpadá a jejich vliv není brán v potaz. Je však nutné poznamenat, že se nejedná o kalamitní situaci. Ta je podle interních dokumentů Správy a údržby silnic Jihočeského kraje definována jako stav, při kterém není možno zajistit sjízdnost komunikací v daném území ve stanovených časových lhůtách podle pořadí důležitosti a to s nasazením veškeré dostupné techniky. Předpokládaný stav bude tedy pro potřeby diplomové práce nazýván stavem předkalamitním.

5.1 Zpracování podkladů pro optimalizaci zimní údržby

Pro optimalizaci zimní údržby bylo nutné provést její podrobnou analýzu. Přesně provedená analýza vedla k získání dat podávajících přehled o efektivitě výkonu zimní údržby a po jejich dalším zpracování bylo možné posoudit, kde se v metodice zimní údržby nachází slabá místa. Ke zpracování analýzy bylo použito textové i mapové části Plánu zimní údržby 2012, které sloužily jako hlavní podklady pro další měření a výpočty. Důležitým zdrojem informací byli také pracovníci pověřeni výkonem zimní údržby, jejichž praktické zkušenosti byly zahrnuty při řešení problematiky týkající se optimalizace plánu zimní údržby.

5.1.1 Výběr části okresu pro potřeby měření

Vzhledem k rozloze okresu Jindřichův Hradec a vzhledem k požadovanému rozsahu diplomové práce byla pro potřeby zpracování optimalizace vybrána pouze část okresu a jemu příslušná část silniční sítě. Výběr řešené oblasti se odvíjel od dostupnosti dat a informací potřebných k měření a vypracování celé práce. S uvážením dostupnosti dat byla vybrána lokalita v okolí sídla závodu v Jindřichově Hradci. Hranice vybraného území nebylo možné jednoznačně stanovit z důvodu různých délek úseků a jejich vzájemného překrývání a proto bylo přistoupeno k vymezení území pomocí dílčích úseků z Plánu zimní údržby 2012. Měřená oblast sestávala z následujících úseků: CH-V 10, CH-V 5, CH-V 11, CH-V 30, Z-V 2, Z-V 3, Z-V 4, Z-V 8, Z-V 12, Z-V 18, Z-V 26 a Z-V 28. Vybrané úseky jsou zobrazeny mapě Úseky podle Plánu zimní údržby 2012, která je k nahlédnutí v příloze. Při posuzování efektivnosti zimní údržby zbylé části okresu by bylo postupováno stejným způsobem a jako při řešení vybrané části.

5.1.2 Příprava podkladů pro měření

5.1.2.1 Rozložení silniční sítě do silničních uzlů a spojnic

Před vlastním měřením bylo nutné silniční síť ve vybrané oblasti rozdělit na jednotlivé silniční uzly, v tomto případě silniční křižovatky, a na spojnice mezi nimi. Podkladovým materiálem pro rozložení silniční sítě na dílčí části byla mapová část Plánu zimní údržby 2012 pro okres Jindřichův Hradec. Mapová část obsahuje silniční síť složenou ze silnic prvních, druhých a třetích tříd a z některých místních komunikací. V silniční síti byla označena všechna křížení pozemních komunikací, která ovlivňují uspořádání úseků určených pro posypové mechanismy, a byla jednoznačně pojmenována podle obcí, ve kterých se nacházejí nebo podle jejich charakteru, například Cikar, Cikar rozcestí, Hranice 1 nebo Nová Včelnice 1. Spojnice silničních uzlů byly pojmenovány podle místa počátku a konce a byly zapsány do tabulky v software Microsoft Office Excel 2007. Celkový vzešlý počet spojnic uzlů byl 191. Mapové podklady z Plánu zimní údržby 2012 poskytnuté k vypracování návrhu optimalizace byly vytvořeny v programu CorelDRAW a proto i další úpravy úseků pro potřeby vypracování optimalizace byly prováděny ve stejném softwaru. Mapa obsahující rozbor silniční sítě je k nahlédnutí v příloze.

5.1.2.2 Měření spojnic silničních uzlů

Při měření bylo využito mapových podkladů a měřicího nástroje na serveru [http//mapy.cz](http://mapy.cz), kde je možnost ručního měření vzdáleností s přesností na jeden metr do vzdálenosti 10 km. Volba ručního měření vzdáleností byla zvolena z důvodu individuálního upravení zakončení jednotlivých úseků. Pro získání relevantních výsledků z měření bylo při plánování úseků nutné zvažovat i možnost otáčení posypových mechanismů na úseku, a proto byly úseky ukončovány podle potřeby v místech napojení místních komunikací, odpočívek, autobusových zastávek, nebo přímo v místech křížení pozemních komunikací. Naměřené vzdálenosti byly zapsány do tabulky v Microsoft Office Excel 2007. Tabulka naměřených hodnot obsahuje seznam výše zmíněných 191 spojnic uzlů nazvaných podle místa jejich počátku a konce, k nimž byly následně zaznamenány příslušné vzdálenosti, čímž vznikla databáze potřebná k výpočtu celkové délce úseku. Na obrázku Obr. 18 je náhled na tabulku vzdáleností.

Obr. 18 - Tabulka spojnic a jejich délek

Počátek	Konec	Vzdálenost (km)
JH6	JH7	1,039
JH7	Děbolín	2,985
JH7	Radouňka rozcestí	0,403
Radouňka rozcestí	Radouňka	1,139
Radouňka rozcestí	Studnice rozcestí	3,569
Studnice rozcestí	Najdek rozcestí	5,259
Studnice rozcestí	Mostečný rozcestí	7,416
Děbolín	Velký Ratmírov	2,335
Újezdec	Hranice 3	3,357
Děbolín	Plasná rozcestí	5,91
Plasná rozcestí	Plasná	1,36
Plasná rozcestí	Mnich rozcestí	0,639
Mnich rozcestí	Mnich	1,692
Mnich rozcestí	Kardašova Řečice	1,757
Kardašova Řečice	Klenov rozcestí	1,082

Zdroj: autor

5.1.3 Získání potřebných údajů pro měření a jejich zpracování

Za účelem zjištění skutečně ujetých kilometrů na všech úsecích ve vybrané oblasti bylo zapotřebí shromáždit údaje o způsobu průjezdu sypačů jednotlivými úseky. Zaznamenáváno bylo pořadí průjezdu všemi uzly konkrétních úseků, na jehož základě bylo možno určit skutečně ujeté kilometry při obslužení požadované délky spravované sítě.

5.1.3.1 Pořadí průjezdu uzly jednotlivých úseků

K získání údajů o pořadí průjezdu byl v elektronické podobě vytvořen jednoduchý formulář, který obsahoval potřebné instrukce k jeho vyplnění. Formuláře byly zaslány posádkám sypačů sledované oblasti. Posádky do formuláře vyplnily pořadí průjezdu a případné poznámky týkající se anomálií vznikajících při průjezdu. Pro předejití nezodpovědnému vyplnění a získání chybných údajů byl formulář rozeslán z e-mailové adresy vedoucího zimní údržby. Po zpětném obdržení vyplněných formulářů byla data překontrolována s dispečerem a poté byla získaná data aplikována na připravený rastr skládající se z nově pojmenovaných silničních uzlů. Výstupem byl seznam úseků s příslušnými pořadími průjezdů uzly, jejichž názvy korespondovaly s mapovými podklady vyhotovenými pro potřeby návrhu optimalizace. V seznamu potom byly červeně označeny ty části úseku, na kterých nebyla prováděna zimní údržba z důvodu překrývání s jiným úsekem. Tyto úseky jsou nazývány přejezdy. Na obrázku Obr. 19 je ukázka seznamu pořadí průjezdu.

Obr. 19 - Pořadí průjezdu uzly úseku podle Plánu zimní údržby 2012

	A	B	C	D
1	Z-V 3	Z-V 18	CH-V 30	CH-V 10
2	JH6	JH6	JH6	JH6
3	JH7	JH7	JH7	JH8
4	Radouňka rozcestí	Radouňka rozcestí	Radouňka rozcestí	JH6
5	Radnouňka	Studnice rozcestí	Studnice rozcestí	JH7
6	Radouňka rozcestí	Mostečný rozcestí	Najdek rozcestí	Děbolín
7	JH7	Mostečný	Deštná	Plasná rozcestí
8	Děbolín	Mostečný rozcestí	Světce	Mnich rozcestí
9	Velký Ratmírov	Pluhův Žďár	Rosička rozcestí	Kardašova Řečice
10	Děbolín	Samosoly rozcestí	Hranice 11	Pleše
11	Plasná rozcestí	Hranice 6	Rosička rozcestí	Záhoří
12	Plasná	Samosoly rozcestí	Světce	Újezdec
13	Plasná rozcestí	Červená Lhota rozcestí	Deštná	Hranice 3
14	Mnich rozcestí	Hranice 7	Najdek rozcestí	Újezdec
15	Mnich	Červená Lhota rozcestí	Studnice rozcestí	Záhoří
16	Mnich rozcestí	Vicemil rozcestí	Radouňka rozcestí	Pleše
17	Kardašova Řečice	Nový Dvůr	JH7	Kardašova Řečice

Zdroj: autor

5.1.3.2 Zpracování získaných hodnot

Manuální sčítání vzdáleností jednotlivých spojnic podle vypsání pořadí se jeví jako zdouhavé a bylo by potenciálním zdrojem chyb. K vyřešení takovéto úlohy byla tedy v tabulkovém procesoru Microsoft Office Excel 2007 naprogramována aplikace k výpočtu celkové vzdálenosti projetému úseku. Zpracovaná data od posádek sypačů byla použita v námi vytvořené aplikaci, která obsahovala databázi spojnic uzlů a k nim příslušných distancí. Prvním krokem při práci s aplikací bylo dosazení počátečního uzlu, respektive polohy stanoviště, z jaké sypač vyjížděl. Po zadání počátečního uzlu již aplikace nabízí alternativní navazující uzly a generuje odpovídající distance. Podle seznamu spojnic byly tedy vygenerovány všechny spojnice a k nim patřící vzdálenosti a aplikace sama provedla součet. Touto metodou byl proveden součet všech úseků ve zkoumaném území a výsledky byly zapsány do tabulky výsledků. Na obrázku Obr. 20 je ukázka postupu ve vyplňování silničních uzlů do aplikace a následné generování odpovídajících distancí.

Obr. 20 - Aplikace pro výpočet délky úseku

	Začátek	Konec	distance				
1	JH6	JH8	1,376	16	Kardašova Řečice	Mnich rozcestí	1,757
2	JH8	JH6	1,376	17	Mnich rozcestí	Plasná rozcestí	0,639
3	JH6	JH7	1,039	18	Plasná rozcestí	Děbolín	5,91
4	JH7	Děbolín	2,985	19	Děbolín	JH7	2,985
5	Děbolín	JH6	5,91	20	JH7	JH6	1,039
6	Plasná	Radouňka rozcestí	0,639	21	JH6	JH5	0,93
7	Mnich rozcestí	Kardašova Řečice	1,757	22	JH5	JH4	0,5
8	Kardašova Řečice	Pleše	2,664	23	JH4	Otín	2,124
9	Pleše	Záhoří	2,207	24	Otín	JH2	1,521
10	Záhoří	Újezdec	0,709	25	JH2	JH4	0,927
11	Újezdec	Hranice 3	3,357	26	JH4	JH5	0,5
12	Hranice 3	Újezdec	3,357	27	JH5	JH6	0,93
13	Újezdec	Záhoří	0,709	28	JH6		
14	Záhoří	Pleše	2,207	29			
15	Pleše	Kardašova Řečice	2,664	30			
						SUMA	52,718

Zdroj: autor

V následující tabulce Tab. 3 jsou uvedeny výsledky ze sčítání vzdáleností úseků podle Plánu zimní údržby 2012. Délkou trasy se v tomto případě myslí celková délka silnic, jakou sypač projede při jednom projetí úseku. Na tuto vzdálenost připadá délka částí úseků, kterou sypač projede bez provádění údržby, v tabulce označeno jako přejezdy. Periodicky projížděná část úseky je ta část úseku, kterou musí sypač projet několikrát za sebou z důvodu provádění údržby v celé šířce vozovky. Celkem ujeté kilometry jsou sumou délky trasy a periodicky projížděných částí, tedy celkem ujeté kilometry pro vykonání údržby v celé šířce silnice v daném úseku. Z výsledků uvedených v tabulce Tab. 3 je patrné, že součet všech délek silnic, kterými sypače při údržbě jednotlivých úseků ve vybraném území projedou, je 786,332 km. Z této délky je 101,438 km tvořeno přejezdy, na kterých sypače údržbu neprovádějí z důvodu vzájemného překrytí určitých částí úseků. Při přepočtu na procenta tvoří přejezdy naprázdno 12,8 % z výše zmíněných 786,332 km.

Tab. 3 - Délky úseků podle Plánu zimní údržby 2012

Navržené úseky	Délka trasy (km)	Přejezdy (km)	Periodicky projeté (km)	Ujeté (km)
U1	57,446	0	4	61,446
U2	108,034	14,814	0	108,034
U3	123,532	2,968	0	123,532
U4	64,534	0	50	114,534
U5	74,888	9,186	0	74,888
U6	103,492	2,448	0	103,492
U7	62,334	0,498	31,958	94,292
U8	103,852	4,296	0	103,852
U9	78,516	9,838	0	78,516
Celkem km	776,628	44,048	85,958	862,586
V procentech	100	5,7		

Zdroj: autor

5.2 Optimalizace úseků - eliminace přejezdů

Na základě vyhodnocení výsledků z tabulky Tab. 3 byla zvolena optimalizace přejezdů v jednotlivých úsecích, jejímž cílem je navrzení úseky s minimálními přejezdy mezi udržovanými částmi silnic.

5.2.1 Návrh nových úseků s minimálními přejezdy

Návrh nových úseků byl do jisté míry ovlivněn počtem silnic, vystupujících z obcí, ve kterých se nachází stanoviště sypačů. Jako vhodný názorný příklad se nabízí stanoviště v obci Jindřichův Hradec, ze kterého podle Plánu zimní údržby 2012 vyjíždí 14 sypačů po 9 silnicích vhodných pro výjezd do úseků, z toho 7 sypačů obsluhuje území vybrané pro optimalizace a k tomu využívá 5 výjezdů z dané obce. Bylo tedy nutné počátky úseků volit tak, aby docházelo k jejich minimálnímu překrytí a aby bylo zároveň využito silnic zahrnutých do plánu zimní údržby. K optimálnímu navrzení úseků bylo nutné využít znalostí řešené oblasti, které napomohly ke vhodnému rozvržení průjezdů sypačů obcí. Úpravou úseků bylo zapříčiněno prolnutí dvou oblastí působnosti patřících k cestmistrovství Studená a Jindřichův Hradec, při kterém došlo k překřížení úseku U4 se stanovištěm v J. Hradci s úsekem U6 začínajícím na stanovišti Studená. Vzniklé překřížení však nemá žádný negativní vliv na

výkon zimní údržby na inkriminovaných úsecích. V tabulce Tab. 4 jsou vypsané úseky a k nim příslušná stanoviště.

Tab. 4 - Stanoviště sypačů jednotlivých úseků

Stanoviště Jindřichův Hradec		Stanoviště Studená	
Původní úseky	Navržené úseky	Původní úseky	Navržené úseky
Z-V 3	U1	Z-V 12	U6
Z-V 4	U2	CH-V 11	U7
Z-V 8	U3	Z-V 28	U8
Z-V 18	U4		
CH-V 5	U5		
CH-V 10	U9		
CH-V 30			

Zdroj: autor

5.2.2 Metody vyhledání nejkratší cesty při obsluze sítě

Teorie grafu je v dnešní době velmi rozpracovaným matematickým oborem, který se během posledního půlstoletí velmi rozvíjel, a to zejména v matematicko - teoretické i aplikační oblasti. Teorie grafu se zabývá studiem matematických útvarů, které jsou známy pod názvem grafy. Tyto grafy jsou v podstatě matematické modely představující jistý reálný systém přenesený do roviny řešení matematických úloh.[4]

5.2.2.1 Teorie grafu - terminologie

Neorientovaný graf - při označení množiny všech vrcholů V nacházejících se v grafu a při označení všech existujících hran H , jsme schopni neorientovaný graf definovat jako uspořádanou trojici (V, H, p) , ve které p je incidenční zobrazení. Incidencí rozumíme zobrazení množiny hran do množiny všech uspořádaných dvojic vrcholů. Graf můžeme zapsat ve tvaru $G = (V, H, p)$ nebo ve zkrácené formě $G = (V, H)$:

- prvek v z množiny $V = \{v_i\}, i = 1, \dots, n$ nazýváme vrcholem grafu G
- prvek $h = (u, v)$ z množiny $H = \{h_j\}, j = 1, \dots, m$ nazýváme hranou grafu G
- mohutnost množiny vrcholů budeme značit $n = |V|$
- mohutnost množiny hran budeme značit $n = |H|$

Zkráceně lze říci, že hrany v grafu nemají přirozenou orientaci.

Orientovaný graf - orientovaný graf má každou hranu přirozeně orientovanou a orientaci vyjádřenou šipkou, tudíž lze určit počáteční a koncový vrchol

Stupeň vrcholu - je termín používaný pro počet hran incidujících s vrcholem $v \in V$. Pro každý graf $G = (V, H, p)$ platí $\sum_{v \in V} st(v) = 2q$

Otevřený sled - je sled, ve kterém je počáteční a koncový vrchol různý

Uzavřený sled - je sled, ve kterém je počáteční a koncový vrchol totožný

Eulerovský tah - všechny hrany v síti budeme procházet právě jednou, můžeme a nemuse končit ve stejném vrcholu (otevřený nebo uzavřený E - tah). Eulerova věta říká, že pokud chceme sestavit neorientovaný uzavřený E-tah, musí být všechny vrcholy v grafu sudého stupně. U vytvoření neorientovaného otevřeného grafu musí být obsaženy právě dva vrcholy lichého stupně. Pro sestavení uzavřeného E-tahu v grafu se dvěma vrcholy lichého stupně je zapotřebí aplikace Fleuryho algoritmu. V grafech s větším počtem vrcholů s lichým stupněm se použije Edmondsův algoritmus.

Eulerovský sled - všechny hrany v síti budeme procházet minimálně jednou a jedná se o uzavřený nebo otevřený sled.[4][5]

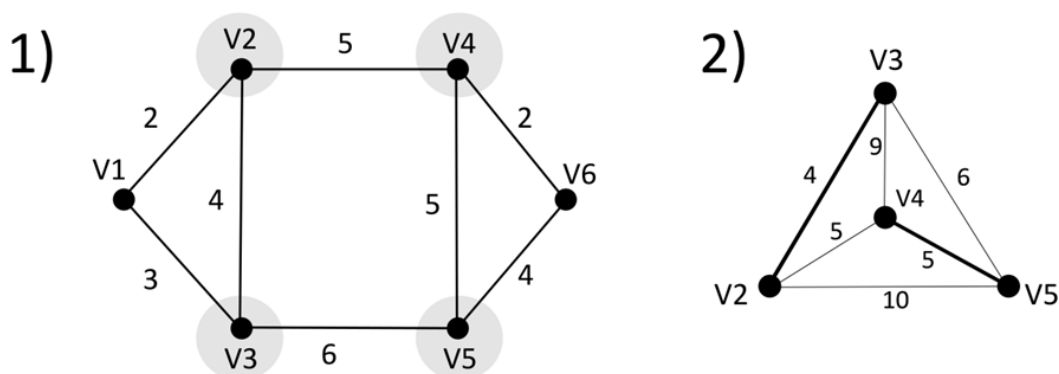
5.2.2.2 Metoda čínského pošťáka

Pro řešení dopravních úloh, kde je řešeným problémem obsluha hran sítě se využívá tzv. metoda čínského pošťáka. Metoda byla původně navržena pro doručovatele pošty, který měl za úkol doručit zásilky a přitom každou ulicí projít právě jednou, ujít co nejméně kilometrů a svou trasu ukončit opět ve výchozím bodě. V dnešní době je na základě této metody řešeno mnoho dopravních úloh, které se v praxi vyskytují, například čištění ulic nebo odvoz odpadků. Cílem těchto úloh je především nalezení takové minimální trasy, která začíná a končí v určitém vrcholu, a která zároveň prochází právě všemi vrcholy. Všechny obdobně řešené úlohy se opírají o teorii grafu, která základem pro řešení další typů dopravních úloh.[5]

Edmondsův algoritmus

Edmondsův algoritmus je rozdělen do 5-ti kroků. V prvním kroku se v grafu určí vrcholy lichého stupně, kterých je vždy sudý počet, viz obrázek Obr. 21 část 1. Jedná se o vrcholy V_2 , V_3 , V_4 a V_5 . V druhém kroku je vytvořen fiktivní kompletní graf z vrcholů lichého stupně, jehož hranám jsou přiřazeny vzdálenosti z původního grafu, znázorněno v druhé části obrázku Obr. 21.

Obr. 21 - Sestrojení grafu - krok 1 a 2



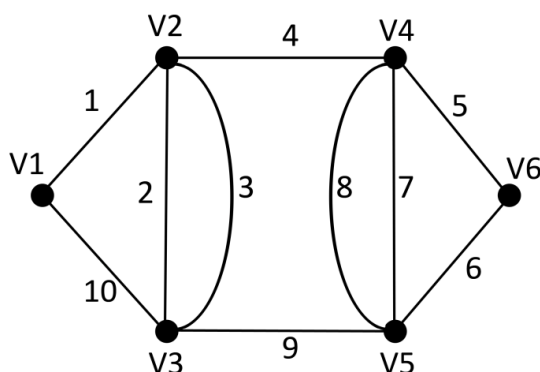
Zdroj: [5] upraveno autorem

Třetím krokem se stanoví párování minimální délky (označeno puntíkem), přičemž fiktivní hrany minimálního budou dosazeny do původního grafu mezi příslušné vrcholy.

- $d(V_2, V_3) + d(V_4, V_5) = 9$
 $d(V_2, V_5) + d(V_3, V_4) = 19$
 $d(V_3, V_5) + d(V_2, V_4) = 11$

Dalším krokem je sestrojení uzavřeného E-tahu minimální délky pomocí Fleuryho algoritmu. Postup je ukončen nahrazením všech hran minimálního párování odpovídající cestou minimální délky. Tímto krokem dostáváme uzavřený E-sled minimální délky. Na obrázku je čísla u hran grafu znázorněno pořadí průjezdu.[5]

Obr. 22 - Sestrojení grafu - pořadí průjezdu grafem



Zdroj: [5] upraveno autorem

5.2.3 Implementace teorie grafu - stanovení pořadí průjezdu

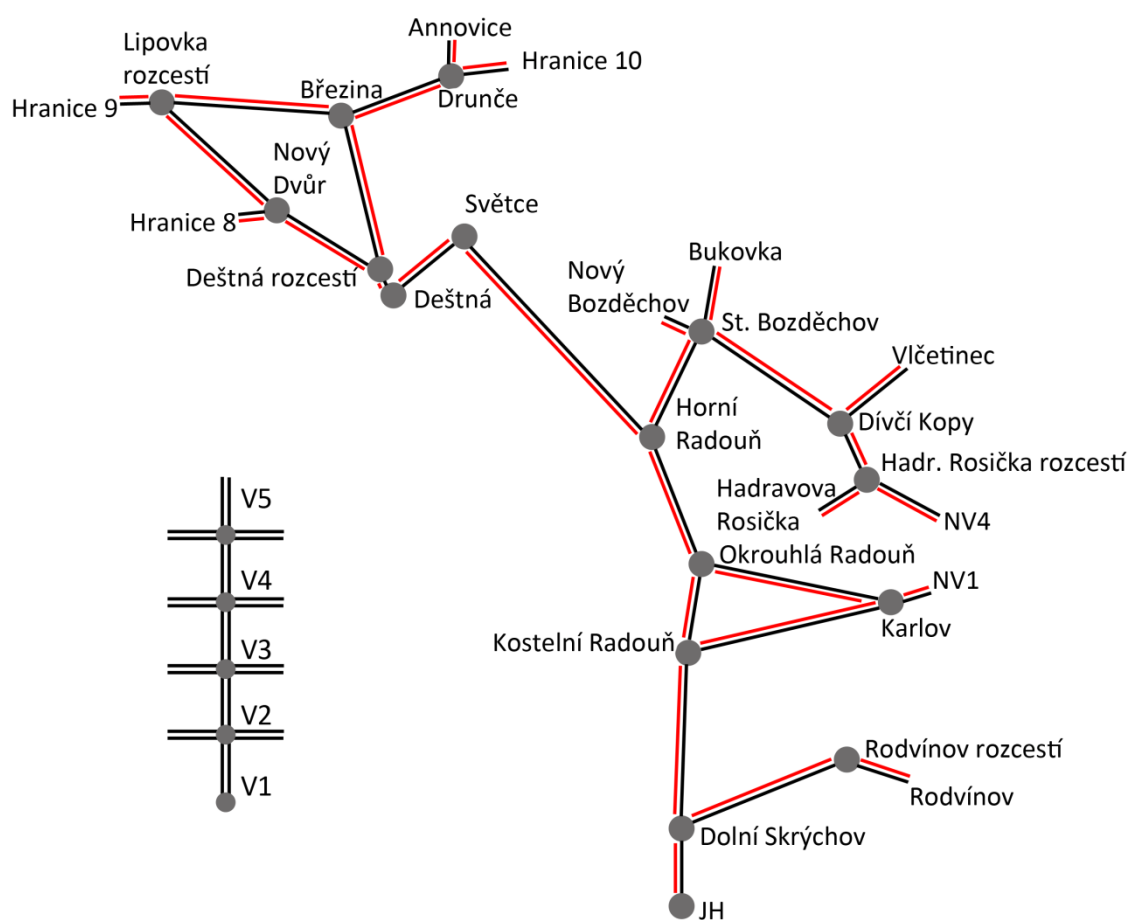
5.2.3.1 Sestrojení grafu z úseku

Za účelem vhodného naplánování pořadí, jakými budou sypače projíždět jednotlivé uzly nově navržených úseků, byly implementací teorie grafu vytvořeny grafy, jejichž vrcholy byly tvořeny silničními uzly a spojnice mezi uzly byly nahrazeny hranami grafu. U všech úseků je počátkem a koncem trasy tentýž vrchol, tudíž se jedná o grafy s uzavřeným sledem.

5.2.3.2 Implementace metody čínského pošťáka

K vyřešení úlohy průjezdu úsekem je určena metoda čínského pošťáka popsána v odstavci 5.2.2. Při aplikaci této metody na nově navržené úseky však došlo k jejímu zjednodušení, a to z důvodu nutnosti provádění zimní údržby vozovek v obou směrech. Vyhláška č. 104/1997 Sb. totiž správci silnic ukládá povinnost provádět zimní údržbu silnic v jejich plné šířce. Zdvojením hran byly z vrcholů lichého stupně vytvořeny vrcholy sudého stupně a tím byl vyloučen krok vytváření minimální kostry grafu. Na obrázku Obr. 23 je černou barvou znázorněn původní graf a červenou barvou jsou označeny hrany po zdvojení.

Obr. 23 - Graf z úseku U3



Zdroj: autor

5.2.3.3 Stanovení pořadí průjezdu úsekem

Zdvojení hran mělo za výsledek zjednodušení plánování pořadí průjezdu úsekem a libovolně navržené pořadí na sebe navazujících vrcholů nemá za následek neefektivní průjezd. Při návrhu pořadí průjezdu úsekem bylo tedy postupováno podle zjednodušeného grafu, který měl charakter grafu zobrazeného v levé dolní části obrázku Obr. 23.

5.2.4 Výpočet vzdáleností podle navržených úseků

Podle vypsání pořadí průjezdu byl proveden výpočet vzdáleností ve vytvořené aplikaci pro Microsoft Office Excel obdobně jako v odstavci 5.1.3.2. Hodnoty byly zpracovány do tabulky Tab. 5.

Tab. 5 - Délky navržených úseků

Navržené úseky	Délka trasy (km)	Přejezdy (km)	Periodicky projeté (km)	Ujeté (km)
U1	57,446	0	4	61,446
U2	108,034	14,814	0	108,034
U3	123,532	2,968	0	123,532
U4	64,534	0	50	114,534
U5	74,888	9,186	0	74,888
U6	103,492	2,448	0	103,492
U7	62,334	0,498	31,958	94,292
U8	103,852	4,296	0	103,852
U9	78,516	9,838	0	78,516
Celkem km	776,628	44,048	85,958	862,586
V procentech	100	5,7		

Zdroj: autor

5.3 Modernizace techniky pro zimní údržbu

Z výsledků uvedených v tabulkách Tab. 3 a Tab. 5 je patrné, že periodickým projížděním úseků se značně prodlužuje celková vzdálenost, kterou sypače při výkonu zimní údržby musí ujet. Optimalizace rozvržení úseků zimní údržby v předkalamitním stavu řeší problém přejezdů na prázdno, avšak nikterak neeliminuje celkovou vzdálenost ujetou během periodické údržby částí úseků. Tento problém by řešila modernizace techniky určené pro zimní údržbu. Na výrobu sněhových pluhů s velkým záběrem určených pro údržbu vozovek větších a pro údržbu letištních ploch se specializuje italská firma Assaloni.com S.R.L., která v současnosti nabízí celou řadu moderních produktů určených pro odstraňování sněhu. Pořízením níže uvedených produktů by se tedy problém periodického projíždění vyřešil. Jako lukrativní řešení se jeví i kombinace nově pořízené techniky značky Assaloni se současně používanou technikou. Firma Assaloni úzce spolupracuje s výrobcem nákladních vozidel Mercedes-Benz Daimler Unimog, jejichž vozy už jsou součástí současného vozového parku správy a údržby silnic, a zaručuje tedy kompatibilitu s těmito stroji. Firma Assaloni prezentuje své výrobky jako kompatibilní s většinou středních a těžkých nákladních vozidel.

[21]

5.3.1 Teleskopický pluh Assaloni E90X.42/70

Primární určením teleskopických pluhů je pluhování dálnic a velkých letištních ploch. U třídičného teleskopického pluhu se vysunuje kratší segment směrem ven z vozovky, delší segment je potom vysunován do středu vozovky.[21]

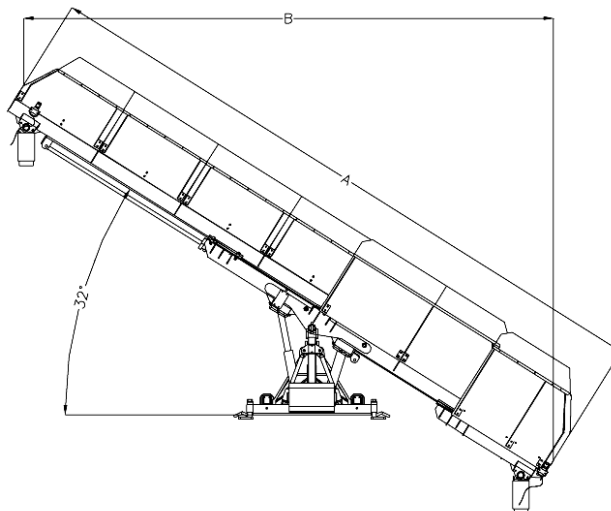
- délka břitu (mm) 4167 - 6967
- pracovní šířka při 32 ° 3550 - 5890
- úhel břitu od země (mm) 25
- hmotnost (kg) 1660

Obr. 24 - Pluh Assaloni E90X.42/70



Zdroj: <http://www.assaloni.com>

Obr. 25 - Schéma teleskopického pluhu E90X



Zdroj: <http://www.assaloni.com>

5.3.2 Teleskopický pluh Assaloni E90S.40/50

Teleskopické pluhy řady E90S jsou stejně jako pluhy řady E90X určeny především na údržbu dálnic a letištních ploch a to pro jejich široký záběr při pluhování. U řady E90S se vysunuje pouze jeden segment a to směrem do středu vozovky. Pluhování lze provádět i ve složeném stavu s minimální pracovní šířkou, což pluh činí univerzálním a lze s ním provádět zimní údržbu i na vozovkách nižších kategorií.[21]

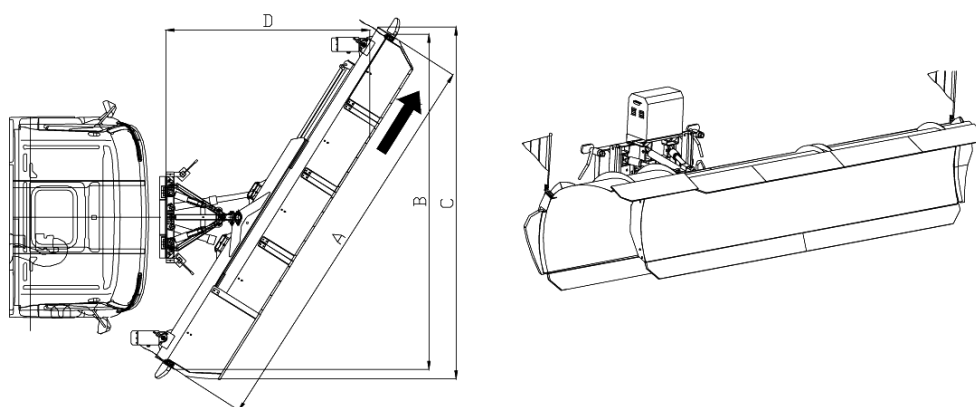
- délka břitu (mm) 4000 - 5000
- pracovní šířka při 32 ° 3390 - 4250
- úhel břitu od země (mm) 25
- hmotnost (kg) 1350

Obr. 26 - Pluh Assaloni E90S.40/50



Zdroj: <http://www.assaloni.com>

Obr. 27 - Schéma teleskopického pluhu E90S



Zdroj: <http://www.assaloni.com>

5.3.3 Laterální pluh Assaloni SB

Laterální pluh lze namontovat na střední a těžká nákladní vozidla a přednostně se využívá v kombinaci s čelním sněhovým pluhem. Při přejezdu se sklopí ke straně vozidla. Je výškově polohovatelný a jeho břit je schopen překonat překážky o výšce až 50 mm.[21]

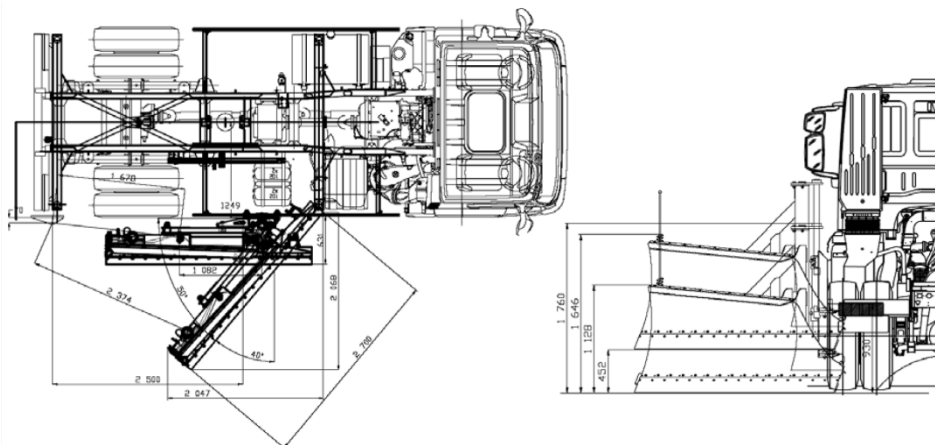
- délka břitu (mm) 3500
- pracovní šířka při 32 ° 2690
- výška překonatelné překážky (mm) 50
- hmotnost (kg) 890

Obr. 28 - Laterální pluh Assaloni SB



Zdroj: <http://www.assaloni.com>

Obr. 29 - Geometrie pluhu SB



Zdroj: <http://www.assaloni.com>

6 Závěr

6.1 Porovnání navržených řešení se současným stavem

Při porovnání získaných hodnot uvedených v tabulce Tab. 6 bylo zjištěno, že při jednom průjezdu úsekem podle optimalizovaného plánu zimní údržby se sníží délka přejezdů naprázdno ze 101,438 km na 44,048 km. Pro objektivní srovnání byly hodnoty převedeny na procentuální vyjádření, kde 100 % je celková vzdálenost trasy pro daný plán zimní údržby. Při pluhování podle Plánu zimní údržby 2012 je délka trasy všech úseků 786,332 km a z toho 12,8 % tvoří právě přejezdy naprázdno. Pokud by bylo pluhování prováděno podle optimalizovaných úseků, celková délka trasy by se snížila z 786,332 km zhruba o 10 km, přejezdy by však byl zredukovány o více jak polovinu na 5,7 % z celkové délky trasy. Důležité je podotknout, že vypočtené hodnoty se vztahují pouze k jednomu průjezdu navrhovanými úseky. Návrh optimalizace byl však zpracován pro předkalamitní stav, ve kterém byl uvažován kontinuální spad sněhu, během kterého je nutné úseky projíždět periodicky. Z výše uvedených předpokladů tedy vyplývá, že čím víckrát sypače úseky projedou, tím znatelnější bude efektivita údržby.

Tab. 6 - Shrnutí naměřených hodnot při jednom průjezdu úseky

[Km]	Úseky plánu zimní údržby 2012	Navržené úseky	Navržené úseky při pořízení nových pluhů
Délka trasy (%)	786,332 (100)	776,628 (100)	776,628 (100)
Přejezdy (%)	101,438 (12,8)	44,048 (5,7)	44,048 (5,7)
Periodicky udržované části	85,958	85,958	0
Celkem ujeté	872,29	862,586	776,628

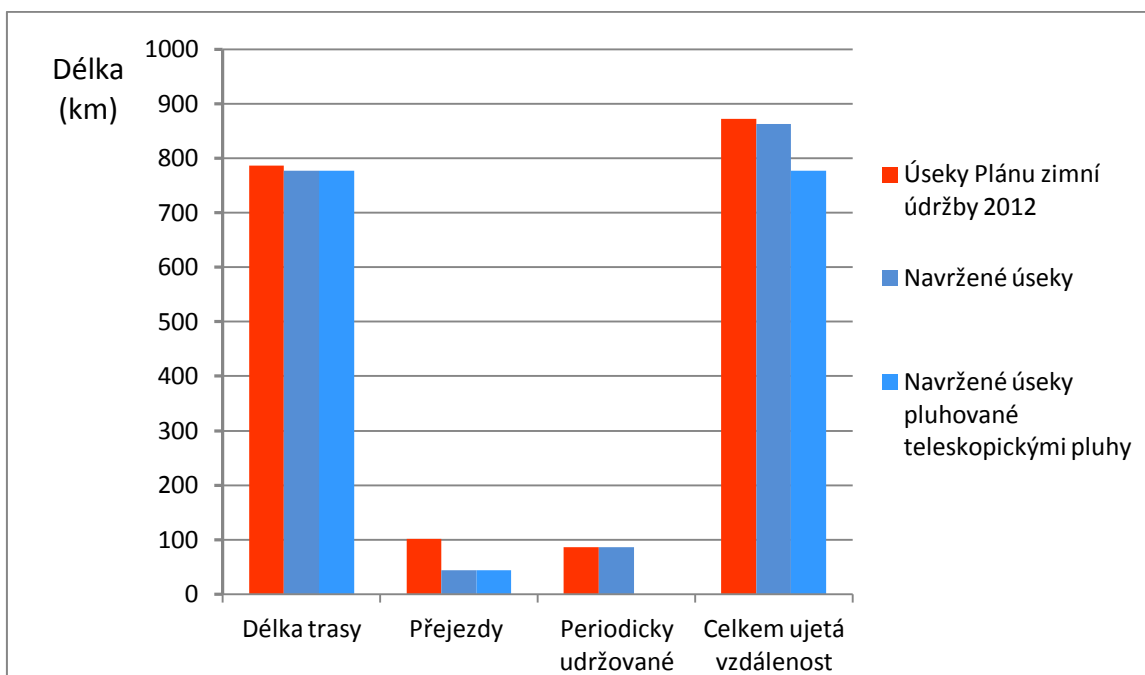
Zdroj: autor

Jak již bylo řečeno, navrženými úseky by byla zvýšena efektivita průjezdů sypačů. Při využití druhého navrhovaného řešení optimalizace popsaného v odstavci 5.3, tedy využitím nových moderních teleskopických pluhů, by bylo dosaženo snížení počtu ujetých kilometrů. Úspora ujetých kilometrů by byla 85,958 km při jednom průjezdu úseky. Využití sněžných pluhů

s větší pracovní šířkou je řešením vhodným i při provádění zimní údržby podle Plánu zimní údržby 2012 a při pětinasobném průjezdu sypačů měřeným územím by bylo dosaženo úspory zhruba 430 km. Pro názornost jsou výsledky z tabulky

Tab. 6 zpracovány do grafu Graf 3.

Graf 3 - Porovnání ujetých vzdáleností při jednom průjezdu úsekem



Zdroj: autor

6.2 Ohodnocení navržených řešení

Navržená řešení by podle provedených analýz a výpočtů přinesla značné úspory ve formě ujetých kilometrů. Tato řešení však s sebou, i přes snahu o co nejpřesnější přiblížení ke skutečným podmínkám, přináší řadu individuálních problémů, které by následně optimalizovanou metodiku ovlivňovaly. Jedním z aspektů, který nelze generalizovat a není tedy možno jej zahrnout do optimalizačních postupů, je doba vzniku předpokládaných podmínek, tedy doba vzniku předkalamitního stavu. Vzhledem k prioritní údržbě silnic využívaných linkovými autobusy by bylo nutné pořadí průjezdu úsekem operativně měnit podle jízdních řádů autobusů obsluhující jednotlivá území a tím by mohlo dojít ke vzniku netechnologických přejezdů na prázdno a efektivita navrženého řešení by se tedy narušila. Dalším faktorem, který by mohl potenciálně narušit optimalizovaný postup, je využití

posypových materiálů. Jelikož je v návrhu řešení uvažováno s kontinuálním spadem sněhu, nepředpokládá se využití posypových materiálů a sypače s různými druhy posypových materiálů by tedy obsluhovaly úseky určené pro jiný druh posypového materiálu. V případě potřeby by sypače nemohly vezený posypový materiál využít a tím by mohlo opět dojít k narušení technologie údržby. O něco méně závažnou komplikací by mohly být délky některých navržených úseků, které vznikly snížením celkového počtu úseků obsažených v oblasti vybrané pro návrh optimalizace. Časové lhůty stanovené vyhláškou č. 104/1997 Sb. by při průjezdu sypačů nebyly překročeny, avšak za účelem dosažení maximálního zmírnění závad ve sjízdnosti silnic by bylo vhodné na některé úseky nasadit dva pluhovací mechanismy. Pro aplikaci navrhovaných optimalizačních řešení a dosažení vypočtených úspor by bylo nutné zavést další potřebná opatření, která by řešila výše vyjmenované vzniklé komplikace.

Seznam použité literatury

- [1] Voštová, Věra. *Stroje pro silniční práce*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1998. ISBN 80-01-01858-X.
- [2] Musil, Jiří. *Údržba a čištění komunikací ve městech a obcích*. Oznacení vydání. Praha: SNTL-Nakladatelství technické literatury, 1984.
- [3] Belošovič, Štefan. *Údržba ciest a dálnic*. 1. Vydání. Žilina: Expresprint Žilina, 1992. ISBN 80-7100-085-X.
- [4] Tuzar, Antonín. *Teorie dopravy*. 1. Vydání. Praha 6: Vydavatelství ČVUT, 1997. 278 s. ISBN 80-01-01637-4.
- [5] Mocková, Denisa. *Základy teorie dopravy Úlohy*. 1. Vydání. Praha 6: Vydavatelství ČVUT, 2007. 96 s. ISBN 978-80-01-03791-1.
- [6] Hydrometeorological institute. *Atlas podnebi Česka*. Praha: 2007.
- [7] VIA Service s.r.o.. Posudek na dokumentaci podle § 9 zákona 100/2001 Sb. o posuzování vlivů na životní prostředí, květen 2009, 56 s.
- [8] Zákon č.13/1997 Sb.. podle stavu k 1. září 2012 o pozemních komunikacích.
- [9] Zákonč. 361/2000 Sb. podle stavu k 8. říjnu 2012 o silničním provozu.
- [10] Zákon č. 36/1960 Sb. o územním členění státu.
- [11] Vyhláška č.104/1997 Sb. podle stavu k 1. září 2012, kterou se provádí zákon o pozemních.
- [12] Správa a údržba silnic Jihočeského kraje, *Plán zimní údržby 2012/2013*.
- [13] Ředitelství silnic a dálnic ČR. *Ředitelství silnic a dálnic ČR* [online]. [cit. 2012-12-20]. Dostupné z: <http://www.rsd.cz/>.
- [14] Pražský hrad. *Česká republika - Pražský hrad* [online]. [cit. 2012-12-20]. Adresa <http://www.hrad.cz/cs/ceska-republika/index.shtml>.
- [15] NÚOV. *Územně správní členění České republiky, Národní ústav odborného vzdělávání* [online]. [cit. 2012-12-20]. <http://www.nuov.cz/informace-o-uzemne-spravnim-clenenim-ceske-republiky>.
- [16] Triada, spol. s r. o.. *Vláda předložila zákony k II. fázi reformy veřejné správy - DVS* [online]. [cit. 2012-12-20]. <http://www.dvs.cz/clanek.asp?id=245942>.
- [17] [Dálnice-silnice.cz](http://www.dalnice-silnice.cz/). *Dálnice a silnice* [online]. 13.12.2012 [cit. 2012-12-20]. <http://www.dalnice-silnice.cz/>.

- [18] Správa a údržba silnic Jihočeského kraje. *Správa a údržba silnic Jihočeského kraje* [online]. [cit. 2012-12-20]. <http://www.susjk.cz/>.
- [19] Český statistický úřad, 2013. *Charakteristika okresu Jindřichův Hradec | ČSÚ v Českých Budějovicích* [online]. 4.6.2012 [cit. 2012-12-20]. http://www.czso.cz/x/redakce.nsf/i/charakteristika_okresu_jh.
- [20] Geosl AČR 2007. *Geosl AČR* [online]. [cit. 2012-12-20]. <http://www.geoservice.army.cz/htm/geosl.html>.
- [21] ASSALONI.COM S.R.L.. *Assaloni.Com S.p.A. - First in Road Care - Road maintenance equipment - SB Later Snowplough* [online]. [cit. 2012-12-20]. http://www.assaloni.com/en/prodotti/scheda_prodotto.asp?prodotto=101.

Seznam obrázků

- Obr. 1 - Procentuální zastoupení druhů pozemních komunikací z celkové délky silniční sítě
- Obr. 2 - Mapa krajů a obcí s rozšířenou působností
- Obr. 3 - Protisněhové ploty
- Obr. 4 - Orientační sněhové tyče
- Obr. 5 - Značení neudržovaných úseků
- Obr. 6 - Šípový pluh
- Obr. 7 - Schéma sněhového pluhu
- Obr. 8 - Schéma sněhové frézy
- Obr. 9 - Sněhový vrhač
- Obr. 10 - Reliéf a mapa nadmořských výšek okresu Jindřichův Hradec
- Obr. 11 - Průměrný počet dní se sněhovou pokrývkou
- Obr. 12 - Sněhový pluh - přímý
- Obr. 13 - Sněhová fréza Shmidt
- Obr. 14 - Rozmístění skládek posypového materiálu
- Obr. 15 - Předpovědi počasí podle radarových snímků
- Obr. 16 - Aktuální meteorologické informace - server ŘSD
- Obr. 17 - Záznam průjezdu sypače úsekem pomocí GPS systému - obrazovka dispečera
- Obr. 18 - Tabulka spojnic a jejich délek
- Obr. 19 - Pořadí průjezdu uzly úseku podle Plánu zimní údržby 2012
- Obr. 20 - Aplikace pro výpočet délky úseku
- Obr. 21 - Sestrojení grafu - krok 1 a 2
- Obr. 22 - Sestrojení grafu - pořadí průjezdu grafem
- Obr. 23 - Graf z úseku U3
- Obr. 24 - Pluh Assaloni E90X.42/70
- Obr. 25 - Schéma teleskopického pluhu E90X
- Obr. 26 - Pluh Assaloni E90S.40/50
- Obr. 27 - Schéma teleskopického pluhu E90S
- Obr. 28 - Laterální pluh Assaloni SB
- Obr. 29 - Geometrie pluhu SB

Seznam tabulek

Tab. 1 - Celkové délky spravovaných komunikací

Tab. 2 - Délky spravovaných komunikací podle technologie a kategorie

Tab. 3 - Délky úseků podle Plánu zimní údržby 2012

Tab. 4 - Stanoviště sypačů jednotlivých úseků

Tab. 5 - Délky navržených úseků

Tab. 6 - Shrnutí naměřených hodnot při jednom průjezdu úsekem

Seznam grafů

Graf 1 - Hustota silniční sítě jednotlivých okresů Jihočeského kraje

Graf 2 - Zastoupení jednotlivých druhů pozemních komunikací v okrese Jindřichův Hradec

Graf 3 - Porovnání ujetých vzdáleností při jednom průjezdu úsekem

Seznam příloh

Příloha č. 1 - Doplnování chemických posypových materiálů

Příloha č. 2 - Údržba vozovky v plné šířce

Příloha č. 3 - Tandemové pluhování

Příloha č. 4 - Úseky podle Plánu zimní údržby 2012

Příloha č. 5 - Názvy uzlů silniční sítě

Příloha č. 6 - Navržené úsek

Přílohy

Příloha č. 1 - Doplnění chemických posypových materiálů



Zdroj: autor

Příloha č. 2 - Údržba vozovky v plné šířce

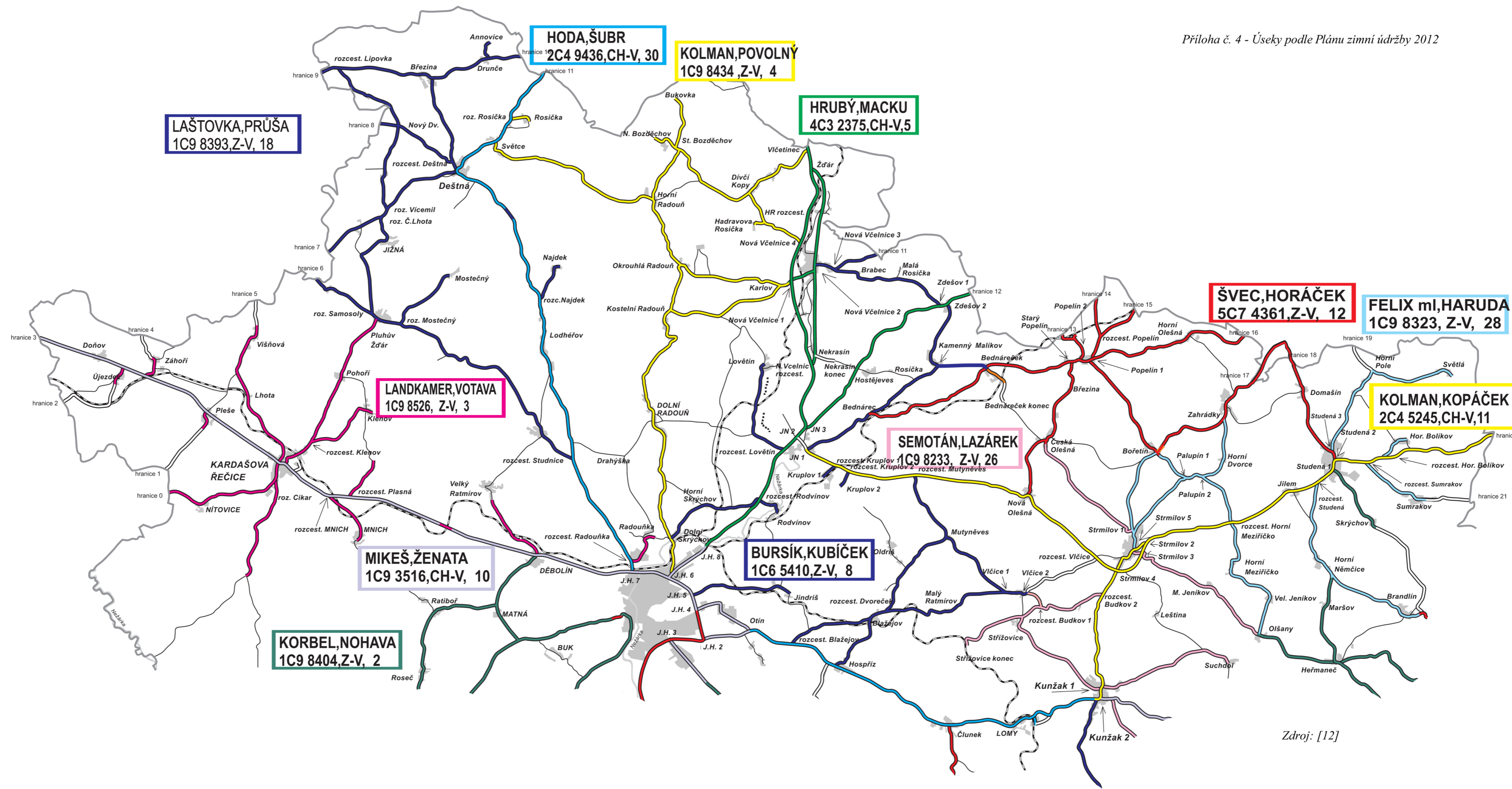


Zdroj: autor

Příloha č. 3 - Tandemové pluhování



Zdroj: auto

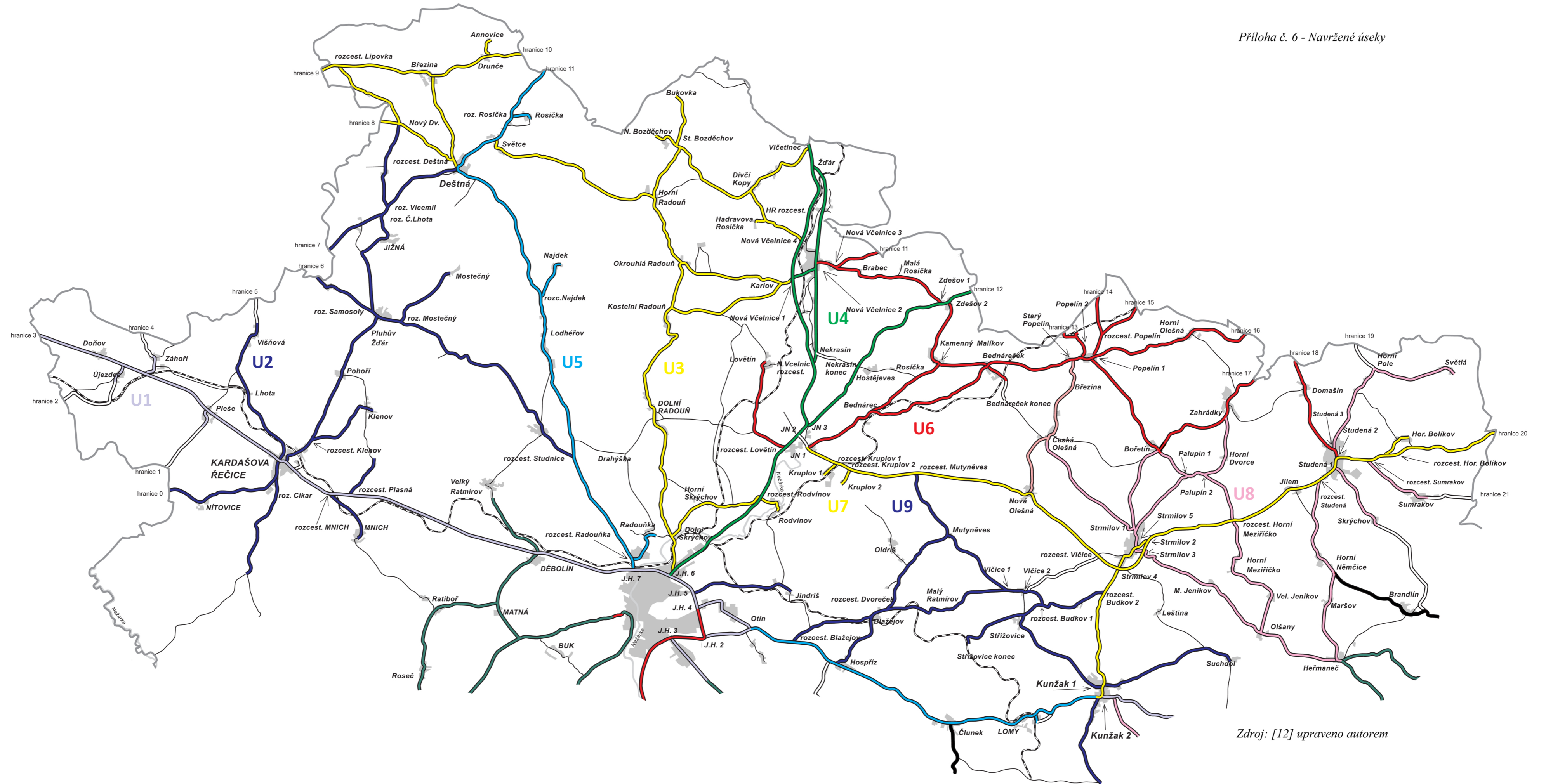


Zdroj: [12]

Příloha č. 5 - Názvy uzlů silniční sítě



Příloha č. 6 - Navržené úseky



Zdroj: [12] upraveno autorem