

VIŠJA STROKOVNA ŠOLA ACADEMIA
MARIBOR

**ZMANJŠANJE STROŠKOV IN IZBOLJŠAVE V ZIMSKI
SLUŽBI NA LOKALNIH CESTAH V OBČINI DUPLEK**

DIPLOMSKO DELO

Kandidat: Rok Planinc

Študent izrednega študija

Številka indeksa: 11190060177

Študijski program: Gradbeništvo

Mentor: Bojan Dapčević, univ. dipl. inž. gradb.

Mentor v podjetju: Jože Planinc, inž. gradb.

Maribor, 2014

IZJAVA O AVTORSTVU DIPLOMSKEGA DELA

Podpisani Rok Planinc, z vpisno št. 11190060177, sem avtor diplomskega dela z naslovom Zmanjšanje stroškov in izboljšave v zimski službi na lokalnih cestah v občini Duplek, ki sem ga napisal/a pod mentorstvom gospoda Bojana Dapčeviča, univ. dipl. inž. gradb.

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- je predloženo diplomsko delo izključno rezultat mojega dela,
- sem poskrbel/a, da so dela in mnenja drugih avtorjev, ki jih uporabljam v predloženem diplomskem delu, navedena oz. citirana skladno s pravili Višje strokovne šole Academia,
- se zavedam, da je plagiatorstvo – predstavljanje tujih del oz. misli, kot moje lastne kaznivo po Zakonu o avtorskih in sorodnih pravicah; UL št. 16/2007; (v nadaljevanju ZASP), prekršek pa podleže tudi ukrepom Višje strokovne šole Academia skladno z njenimi pravili,
- skladno z 32. členom ZASP dovoljujem Višji strokovni šoli Academia objavo diplomskega dela na spletnem portalu šole.

Maribor, september 2014

Podpis študenta:

ZAHVALA

Posebno zahvalo namenjam staršem in puncu za potrpežljivost in spodbudo v času študija.

Mentorju Bojanu Dapčeviču se zahvaljujem za strokovno usmerjanje in nasvete pri nastajanju diplomskega dela.

Zahvalil bi se tudi Višji strokovni šoli Academia in vsem profesorjem, ki so nas poučevali ter z nami delili strokovno znanje.

Na koncu bi se zahvalil podjetju Nigrad d.d., ki mi je omogočilo, da sem pridobil potrebne podatke za izdelavo diplomskega dela.

POVZETEK

ZMANJŠANJE STROŠKOV IN IZBOLJŠAVE V ZIMSKI SLUŽBI NA LOKALNIH CESTAH V OBČINI DUPLEK

V diplomskem delu obravnavam zimsko službo na lokalnih cestah v občini Duplek in kako bi lahko slednjo izboljšal ter tako privarčeval pri stroških. Slednji se lahko v zimski službi privarčujejo s preventivno in kakovostno sanacijo cestišč, z uveljavljanjem sodobne tehnologije in materialov, z dobro organizacijo in logistiko v zimski službi ter predvsem vizijo, katera temelji na daljši rok. Ugotovitveni problem je predvsem v finančnem vidiku, saj si večina občin ne more privoščiti razmišljanja za nekaj let naprej in so tako prisiljene obravnavati zimsko službo vsako sezono posebej.

Ključne besede: zimska služba, izboljšave, stroški, sodobna tehnologija, občina Duplek.

ZUSAMMENFASSUNG

SENKUNG DER KOSTEN UND VERBESSERUNGEN IM WINTERDIENST AUF DEN ORTSSTRASSEN IN DER GEMEINDE DUPELEK

In meiner Diplomarbeit befasste ich mich mit dem Winterdienst auf den Ortstrassen in der Gemeinde Duplek und dessen Verbesserung und Reduzierung der endstehenden Kosten. Die Kosten im Winterdienst könnte man folgenderweise einsparen: mit präventiven und qualitätsvollen Sanierungen, mit guter Organisation und Logistik und vor allem mit einer Vision, die auf langjähriger Basis basiert. Das festgestellte Problem ist hauptsächlich finanzieller Natur. Die meisten Gemeinden können es sich nicht leisten langjährige Planungen zu machen, weil die Kosten zu hoch wären, deshalb sind sie gezwungen sich mit jedem Winterdienst von Saison zur Saison auseinander zusetzen.

Stichwörter: Winterdienst, Verbesserungen, Kosten, moderne Technologie, Gemeinde. Duplek.

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	11
1.1	Opredelitev obravnavane zadeve	11
1.2	Namen, cilji in osnovne trditve diplomskega dela.....	11
1.3	Predpostavke in omejitve	12
1.4	Predvidene metode raziskovanja	12
2	VPLIVI NA SODOBNA VOZIŠČA POZIMI	13
2.1	Vplivi vremena	14
2.1.1	<i>Nizke temperature</i>	14
2.1.2	<i>Padavine</i>	15
2.2	Vplivi prometa	15
2.3	Vplivi vzdrževanja.....	16
2.3.1	<i>Pluženje snega</i>	16
2.3.2	<i>Posipanje snega in poledice</i>	16
3	POSIPNI MATERIALI.....	19
3.1	Splošno o varnosti v zimskem času	19
3.2	Splošno o lastnostih posipnih materialov	20
3.2.1	<i>Osnovne lastnosti soli (NaCl)</i>	20
3.2.2	<i>Osnovne lastnosti kalcijevega klorida(CaCl₂)</i>	20
3.2.3	<i>Osnovne lastnosti magnezijevega klorida (MgCl₂)</i>	20
3.2.4	<i>Posipavanje cestišč s posipi za ublažitev drsnosti</i>	21
3.2.5	<i>Lastnosti soli za posipavanje, oplasčene z melaso</i>	22
4	MEHANIZACIJA ZIMSKE SLUŽBE	23
4.1	Priprava mehanizacije in opreme.....	23
4.2	Priprava materialov za posipanje	23
4.3	Odstranitev snega.....	26
4.3.1	<i>Klinasti plugi</i>	26

4.3.2	<i>Enostranski plugi</i>	27
4.3.3	<i>Odmetalniki snega</i>	29
4.3.4	<i>Rezalniki</i>	29
5	SODOBNA TEHNOLOGIJA V ZIMSKI SLUŽBI	31
5.1	Cestni vremenski informacijski sistem	31
5.1.1	<i>Cilji za vpeljavo CVIS-a</i>	31
5.2	Cestno-vremenske postaje	32
5.2.1	<i>Oprema na terenu</i>	33
5.2.2	<i>Oprema v vzdrževalni bazi</i>	34
5.3	Merilnik slanosti – RDA meter.....	34
5.3.1	<i>Zgradba merilnika</i>	35
5.3.2	<i>Potek meritve na terenu</i>	35
5.3.3	<i>V vzdrževalni bazi</i>	36
6	ORGANIZACIJA ZIMSKEGA VZDRŽEVANJA	37
6.1	Kako pripraviti ustrezen načrt zimske službe v naseljih.....	37
6.2	Priprava skladišč in deponij materialov za posipanje	40
7	ZIMSKO VZDRŽEVANJE V OBČINI DUPEK.....	44
7.1	Organizacija in logistika	44
7.1.1	<i>Organizacijska shema vodenja procesov v času izvajanja zimske službe</i>	44
7.1.2	<i>Vodstvo zimske službe</i>	45
7.1.3	<i>Pristojnosti izvajalcev in podizvajalcev</i>	45
7.1.4	<i>Obseg pripravljanih del</i>	45
7.1.5	<i>Obseg nalog, ki jih je dolžan izvajati pooblaščen izvajalec</i>	47
7.1.6	<i>Načrt pluženja in posipa cest</i>	48
7.1.7	<i>Organizacija dežurstva</i>	49
7.2	Seznam lokalnih cest, na katerih Nigrad d.d. opravlja zimsko vzdrževanje.....	50
7.3	Stroški zimske službe v občini Duplek po sezonah	51

8	IZBOLJŠAVE ZIMSKE SLUŽBE V OBČINI DUPLEK.....	54
8.1	Ureditev (sanacija) vozišč pred pričetkom zimske službe.....	54
8.2	Posipni materiali	59
8.3	Mehanizacija in sodobna tehnologija	62
8.3.1	<i>Mehanizacija</i>	62
8.3.2	<i>Sodobna tehnologija</i>	64
9	PREDVIDENI STROŠKI IZBOLJŠAV S PRIKAZOM ZMANJŠANJA STROŠKOV ZA OBČINO V OBDOBJU 10 LET	67
9.1	Ureditev (sanacija) vozišč pred pričetkom zimske službe.....	67
9.2	Posipni materiali	67
9.3	Mehanizacija in sodobna tehnologija	67
10	ZAKLJUČEK	69
11	UPORABLJENA LITERATURA IN VIRI	71
11.1	Literatura.....	71
11.2	Internetni viri	71

KAZALO SLIK

Slika 1: Posipalnik, pritrjen na šasijo vozila	25
Slika 2: Posipalnik, pripet na vozilo	25
Slika 3: Potisni jekleni klinasti plug	27
Slika 4: Enostranski čelni plug z dodatnim krilom.....	28
Slika 5: Enostranski čelni in bočni plug	28
Slika 6: Priključni odmetalnik snega	29
Slika 7: Samohodni rezalnik za odstranjevanje snega.....	30
Slika 8: Cestni vremenski informacijski sistem	31
Slika 9: Cestno-vremenska postaja.....	33
Slika 10: Lesena uta za skladiščenje zmesi zrn za posipanje vozišča	41
Slika 11: Zabojsnik za skladiščenje zmesi zrn za posipanje vozišča	41
Slika 12: Silos za skladiščenje materialov za posipanje vozišč.....	42
Slika 13: Skladiščenje materialov za posipanje vozišč na cestni vzdrževalni bazi	43
Slika 21: Organizacijska shema vodenja procesov v času izvajanja zimske službe	44
Slika 14: Karta območja izvajanja zimske službe	51
Slika 15: Razpoke na cestišču	59
Slika 16: Mrežaste razpoke na cestišču	59
Slika17: Traktor Steyr	63
Slika18: Unimog.....	63
Slika19: Traktor Deutz	64
Slika 20: Občinski informacijski sistem.....	65

KAZALO TABEL

Tabela 1: Seznam lokalnih cest v občini Duplek, na katerih se opravlja zimsko vzdrževanje	50
Tabela 2: Strošek občine Duplek za zimsko službo v sezoni 2011/2012	52
Tabela 3: Prihodki in odhodki izvajalca zimske službe v občini Duplek v sezoni 2011/2012	52
Tabela 4: Strošek občine Duplek za zimsko službo v sezoni 2012/2013	52
Tabela 5: Prihodki in odhodki izvajalca zimske službe v občini Duplek v sezoni 2012/2013	53
Tabela 6: Strošek občine Duplek za zimsko službo v sezoni 2013/2014	53
Tabela 7: Prihodki in odhodki izvajalca zimske službe v občini Duplek v sezoni 2012/2013	53
Tabela 8: Potrebno redno vzdrževanje cest v občini Duplek 2011	55
Tabela 9: Potrebno redno vzdrževanje cest v občini Duplek 2012	57
Tabela 10: Porabljeni material v zimski službi v sezoni 2011/2012	60
Tabela 11: Porabljeni material v zimski službi v sezoni 2012/2013	61
Tabela 12: Predvideni stroški ob posipavanju oploščene soli z melaso	62
Tabela 13: Predvideni stroški ob posipavanju oploščene soli z melaso	62
Tabela 14: Predvideni stroški zimske službe z občinsko-informacijskim sistemom	65
Tabela 15: Predvideni stroški zimske službe z občinsko-informacijskim sistemom	66
Tabela 16: Prikaz stroškov s krpanjem z asfaltno maso in obnovo v obdobju 5 in 10 let	67
Tabela 17: Prikaz stroškov posipavanja z navadno soljo in soljo, oploščeno z melaso, v obdobju 5 in 10 let	67
Tabela 18: Prikaz stroškov brez in z občinskim informacijskim sistemom v obdobju 5 in 10 let	67

1 UVOD

1.1 *Opredelitev obravnavane zadeve*

Zaradi izjemnih pogojev, ki nastajajo na lokalnih cestah, predvsem ob poledici, snegu, sodri, žledu in drugih pogojih, je zimsko vzdrževanje najtežja naloga rednega vzdrževanja javnih cest.

Zimske razmere nastopijo takrat, ko je zaradi zimskih pojavov (sneg, poledica idr.) lahko ogroženo normalno odvijanje prometa. V zimskem obdobju, ki praviloma traja od 15. novembra tekočega leta do 15. marca naslednjega leta, se ceste vzdržujejo skladno z izvedbenim programom zimske službe. Tega pripravi izvajalec rednega vzdrževanja in ga predhodno uskladi z izvajalci rednega vzdrževanja ostalih cest, ki se na avtocestno mrežo in mrežo hitrih cest navezujejo, ter ga posreduje pristojnemu Ministrstvu za promet in Ministrstvu za notranje zadeve.

Čeprav je začetek zimske službe znan, se priprave nanjo pričnejo že veliko prej. Preveriti in pripraviti je treba zimsko mehanizacijo in opremo, nabaviti in skladiščiti posipne materiale, v mesecu oktobru pa se prične postavljati prometno signalizacijo za zimsko službo, snežne kole, snegobrane ipd.

Zimska služba obsega sklop dejavnosti in opravil, potrebnih za omogočanje prevoznosti cest in varnega prometa v zimskih razmerah. Delovanje zimske službe je opredeljeno v "Pravilniku o vrstah vzdrževalnih del na javnih cestah in nivoju rednega vzdrževanja javnih cest" (Dars, http://www.dars.si/Dokumenti/O_avtocestah/Vzdrzevanje_AC_in_HC/Redno_zimsko_vzdrzevanje_79.aspx).

1.2 *Namen, cilji in osnovne trditve diplomskega dela*

Namen diplomskega dela je predstaviti izboljšave in zmanjšati stroške zimske službe na lokalnih cestah na območju občine Duplek.

Cilji diplomskega dela so podati konkretne rešitve in predloge, kako zmanjšati stroške zimskega vzdrževanja na območju občine Duplek.

Cilji diplomskega dela:

- predstaviti stroške zimske službe na območju občine Duplek v preteklih letih,
- preučiti, kako pomembna je pravilna in dobra sanacija cest pred pričetkom zimske službe,
- preučiti posipne materiale ter ugotoviti, kako na daljši rok privarčevati,
- ugotoviti, kako lahko privarčujemo s sodobno tehnologijo in mehanizacijo,
- ugotoviti, kako pomembni sta dobra logistika in organizacija v zimski službi ter
- podati predloge in izboljšave za zimsko službo na območju občine Duplek.

1.3 Predpostavke in omejitve

Predpostavka, iz katere bom izhajal v svojem diplomskem delu, je ta, da se da privarčevati na daljši rok z investicijo v novo tehnologijo, v nove materiale in kakovostno sanacijo ter pripravo cestišč pred izvajanjem zimske službe. Predpostavljam, da je še vedno možno izboljšati zimsko službo.

Omejil se bom na strokovno literaturo domačih in tujih avtorjev, podatke, objavljene na spletnih straneh, lastne podatke in izkušnje ter podatke, pridobljene pri podjetju Nigrad d.d.

1.4 Predvidene metode raziskovanja

Metode raziskovanja, katere bom uporabil v diplomskem delu, so:

- metoda kompilacije: metoda uporabe izpiskov, citatov drugih avtorjev: tukaj bom uporabil razno literaturo, ki temelji na teoretičnem delu,
- metoda deskripcije: metoda opisovanja posameznih pojavov: pri tej metodi bom uporabil znanje, ki sem ga pridobil v času dela, in
- komparativna metoda: metoda primerjanja, primerjav in stopnjevanja: primerjanje zapisane teorije z dejanskim načinom dela.

2 VPLIVI NA SODOBNA VOZIŠČA POZIMI

Vzdrževanje cest pozimi, pretežno imenovano zimska služba, se je razvijalo vzporedno z modernizacijo in dograjevanjem obstoječega omrežja cest. Zato so primerni postopki za zagotavljanje pogojenega stanja vozišč tudi pozimi v praksi že uveljavljenji. Vsi poznani postopki v manjši ali večji meri neposredno ali posredno vplivajo na materiale, vgrajene v voziščne konstrukcije in na njihovo trajnost, podobno pa tudi na stroške zimske službe.

Škodljivi vplivi uveljavljenih postopkov za vzdrževanje cest pozimi na v voziščne konstrukcije vgrajene materiale so zaznavni tako na nepoškodovanih kot tudi na poškodovanih obrabnih plasteh. Zaradi zunanjih vplivov spremenijo predvsem značilne lastnosti bitumenskih veziv in kamnitih zrn kot tudi vgrajenih asfaltnih zmesi. V nekaterih primerih pa se z ukrepi zimske službe pomembno povečajo zunanji vplivi na celotno voziščno konstrukcijo.

Ker pozimi na voziščih niti fizično niti finančno ni vedno mogoče zagotoviti stanja, kakršno je v preostalem času, je treba opredeliti mejne vrednosti optimalnega vzdrževanja tako za uporabnike cest kot tudi za upravljavce. Kopno vozišče pozimi – v vsakem vremenu in ob vsakem času – je zagotovo razkošje, ki ga niti fizično niti finančno ne zmoremo, kot ga tudi drugi ne. Škode, ki pri takšnem načinu vzdrževanja vozišč pozimi nastane, predvsem na obrobni plasteh, pa tako ali tako še ne vrednotimo.

Vplive, ki pogojujejo bolj ali manj škodljive spremembe na sodobnih voziščih pozimi, je mogoče razvrstiti na vplive

- vremena,
- prometa in
- vzdrževanja – zimske službe.

V številnih primerih navedeni vplivi nastopijo istočasno, zato je njihov učinek težko podrobno opredeliti.

Sestave asfaltnih zmesi za obrabne plasti bi morale zagotoviti čim večjo odpornost proti navedenim vplivom, kar pa vedno ni mogoče. Posledice se kažejo na značilnih spremembah stanj oziroma poškodbah na voziščih.

2.1 Vplivi vremena

Osnovni vplivi vremena na asfaltne zmesi v krovnih plasteh voziščne konstrukcije, značilni za obdobje zime, so

- nizke temperature in
- specifične padavine (sneg, poledica).

Spremenjene lastnosti materialov, vgrajenih v vplivom vremena najbolj izpostavljene obrabne plasti voziščnih konstrukcij, pogojujejo določene spremembe, praviloma poškodbe. (Žmavc, 2002, str. 323)

2.1.1 Nizke temperature

Trajnost asfaltnih zmesi v obrabnih plasteh voziščnih konstrukcij je zagotovo v zelo veliki meri odvisna od trenutnih temperatur. Kot tudi poleti, so pogojene z značilnimi lastnostmi osnovnih materialov, tj. bitumenskega veziva in zmesi kamnitih zrn.

Izbira vrste bitumenskega veziva je odvisna od številnih pogojev, ki pa so si tudi nasprotujoči: trše bitumensko vezivo, potrebno za zagotovitev že v primerne odpornosti asfaltnih zmesih proti plastičnemu preoblikovanju predvsem pri višjih temperaturah in velikih prometnih obremenitvah poleti, je že pri temperaturah blizu ledišča krhko in lomljivo. Ta termoplastična značilnost bitumenskega veziva je zelo pomembna v sestavi asfaltne zmesi, ker se pri spremembah temperature bitumenska veziva in kamnita zrna različno krčijo in širijo. Bitumenska veziva, ki imajo količnik toplotne razteznosti $\alpha \approx 6 \times 10^{-4}$, se približno 20 krat bolj krčijo in širijo kot kamnita zrna, katera sicer obvijajo in lepijo asfaltno zmes. Zato se pri hitrem in intenzivnem ohlajevanju in s tem pogojenim nastankom nateznih napetosti bitumensko vezivo odlepi od kamnitih zrn in – ker je krhko – v večji ali manjši meri razpoka tudi bitumenska malta ter se oddvoji od nosilnosti kamnitih zrn. Zlepljenost asfaltne zmesi je zaradi tega praviloma zelo oslABLJENA, sicer že slabše povezani delci pa se pod vplivi prometa luščijo in krušijo z vrhnjega dela obrabne plasti, razpokana obrabna plast pa postane prepustna. Delno regeneracijo poškodovane asfaltne zmesi omogoča šele, ko se temperature dvignejo in prometne preobremenitve ustvarijo potrebne pogoje za ponovno zlepljenje, seveda pa le, če površine kamnitih zrn, kjer je bitumensko vezivo odstopilo, niso medtem onesnažile in/ali lepilne lastnosti bitumenskega veziva vplivno poslabšale. Termoplastične značilnosti bitumenskih veziv je z različnimi vmešanimi dodatki (npr. polimeri: elastomeri in plastomeri) mogoče izboljšati in prilagoditi za različne pogoje uporabe, tudi za nizke temperature, vendar samo v določeni meri. (Žmavc, 2002, str. 323, str. 324)

2.1.2 Padavine

Padavine, ki neposredno vplivajo na asfaltna vozišča pozimi, so v obliki snega. V primeru, če bi sneg ostal na vozišču, bi celotno voziščno konstrukcijo delno ščitil pri velikih nihanjih temperatur ozračja kot tudi pred škodljivimi mehanskimi učinki koles z verigami. Sicer pa sneg na voziščno konstrukcijo praktično ne vpliva, v veliki meri pa na vozne razmere. Posreden vpliv na stanje vozišč pozimi imajo padavine, ki – v obliki dežja, iz megle ali vlage iz ozračja – padejo na podhlajeno površino voziščne konstrukcije in nastane poledica. Manjša kratkotrajna sprememba temperature (segretje!), ki pri tem nastane, sama še ne povzroči prekomernih oziroma škodljivih prostorskih sprememb pri materialih (bitumenskem vezivu in/ali zmesi kamnitih zrn), vgrajenih v obrabno plast. Trdnejše učinkovanje vode pri temperaturah blizu ledišča pa škodi adhezivnim lastnostim bitumenskih veziv in tudi manjši odpornosti kamnitih zrn. Znatno večji vpliv kot padavine imajo na stanje asfaltnih voziščnih konstrukcij, predvsem pa na stanje asfaltnih vozišč pozimi, ukrepi za njihovo odstranitev. (Žmavc, 2002, str. 324)

2.2 Vplivi prometa

Vpliv prometa na stanje asfaltnih vozišč je pozimi odvisen predvsem od opremljenosti vozil:

- ugoden, ker se pnevmatike zaradi gnetenja pri kotaljenju segrevajo in del te toplote oddajajo na vozno površino,
- neugoden pa, ker snežne verige na kolesih v znatno večji meri mehansko učinkujejo na površino obrabnih plasti.

V splošnem je vpliv prometa na obrabne plasti pozimi povečan predvsem zaradi tega, ker so vozišča več časa kot sicer v letu mokra. Pnevmatike vozil najprej z velikim pritiskom vtiskajo vodo v votline na vozni površini, nato pa jo skupaj z zrahljanimi drobnimi delci asfaltne zmesi izsesajo. Skelet v obrabno plast vgrajene asfaltne zmesi se s tem vedno bolj odpira in njena stabilnost slabi. Zelo gost promet zaradi mešanja zraka in segretyh pnevmatik zmanjšuje največjo nevarnost pozimi, to je nenadni nastanek poledice (v določeni meri pozitivno!), pa tudi obrabo, kajti vozna površina je prej suha. Mehanski učinek vozil, opremljenih s snežnimi verigami, je pri omogočeni večji hitrosti vožnje na kopnih voziščih ustrezno večji. Na že poledeneli vozni površini ustvarjajo segrete pnevmatike na mestu dotika tanko plast vode, ki se na še preostali plasti ledu trenja s podlago bistveno zmanjša. (Žmavc, 2002, str. 324)

2.3 Vplivi vzdrževanja

Sodobna vozišča oziroma obrabne plasti so pozimi izpostavljene svojevrstnim obremenitvam, ki nastanejo pri pluženju snega ter pri posipanju snega in poledice. (Žmavc, 2002, str. 324)

2.3.1 Pluženje snega

Pretežni način odstranjevanja snega z vozišč je pluženje. Spremembe, ki pri tem nastanejo na površini obrabnih plasti, so

- pozitivne:
Z odbrušenjem bitumenskega veziva in morebitne preperine s površine kamnitih zrn ter odkrušenjem že načetih kamnitih zrn na vrhnjem delu obrabne plasti se njena hrapavost poveča; in
- negativne:
Na razpokah se odlomijo robovi, s tem pa se ustrezno zmanjša odpornost proti nadaljnjim poškodbam obrabne plasti in voziščne konstrukcije.

Vplivi rezkalnikov, ki so praviloma uporabljeni za odstranjevanje večjih količin snega z vozišč, praktično niso zaznavni. (Žmavc, 2002, str. 324)

2.3.2 Posipanje snega in poledice

Vplivi posipanja na sodobna vozišča so v pretežni meri odvisni od vrste uporabljenega materiala:

- posip kamnitih zrn drobirja (le izjemoma tudi peska), ki je namenjen predvsem povečanju trenja med pnevmatiko in vozno površino, samo posredno in v razmeroma majhni meri mehansko učinkuje na obrabno plast;
- posip soli, ki je namenjen predvsem raztapljanju ledu in snega, pa večstransko posredno, vendar pomembno fizikalno učinkuje, odvisno od značilnosti (vrste) uporabljene soli (Žmavc, 2002, str. 324).

Kombinacije navedenih materialov za posipanje vozišč imajo ustrezen učinek.

Vplive soljenja, ki so merodajni za uporabnost kot tudi trajnost asfaltnih vozišč, je mogoče razvrstiti v:

- termične obremenitve,
- mehanske obremenitve,
- vplive na varnost vožnje in
- vplive na okolje,

Tudi vplivi se pogosto pokažejo istočasno.

Kopna vozišča je pozimi praktično mogoče zagotoviti samo, če za posipanje uporabimo sol. Pri tem nastanejo termične obremenitve, ki pogojujejo pretežni delež poškodb asfaltnih vozišč. Za tajanje ledu je namreč treba vzeti toploto iz okolja, posuta sol jo vzame pretežno iz obrabne plasti: NaCl vso, CaCl_2 pa je približno 20 % potrebne ustvari z eksotermno reakcijo (sprostitev približno 90 kcal/kg soli). Tudi v tem je razlog, da NaCl reagira praktično samo do $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$, CaCl_2 pa do $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Povzročena podhladitev neugodno vpliva na geološke lastnosti asfaltne zmesi. Zmanjšana plastičnost bitumenskega veziva pogojuje zaradi krčenja pri ohlajevanju nastanek razpok v asfaltni obrabi plasti, še posebno, če je obrabna plast tanka in slabo zlepljena s podložno asfaltno nosilno plastjo. Skozi razpoke lahko prodira voda oziroma solnica v voziščno konstrukcijo. Predvsem slednja naknadno pod prometom preprečuje regeneracijo zlepljenosti bitumenskega veziva s kamnitimi zrnji oziroma obrabne z asfaltno nosilno plastjo. Pri oslabljeni povezavi zlepljenost povzroči hitrejšo razgraditev in/ali preoblikovanje asfaltnih zmesi.

Velike mehanske obremenitve asfaltnih zmesi nastopijo v fazi sušenja zaradi kristalizacije soli, predvsem v razpokah med bitumensko malto in kamnitimi zrnji. Te obremenitve povzročijo povečanje razpok, kar ima za posledico povečanje onesnaženosti mejnih površin, ki lahko sčasoma že onemogoča regeneracijo asfaltnih zmesi. Kolikšne so lahko te mehanske obremenitve, pove podatek, da je kristalizacijski preizkus opredeljen kot postopek za preveritev odpornosti kamnin proti učinkom mraza.

Medtem ko vozila prej ali slej odstranijo posuta kamnita zrna drobirja z vozišča, ostane pretežni delež posute soli na vozišču. To pa pomeni:

- da je vozišče zaradi znižanega ledišča solnice mokro in kot takšno bolj občutljivo na zunanje vplive, tudi pri temperaturah pod $0\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- da je zaradi higroskopskega učinka soli, ki pogojuje večjo količino vezane vode, odvzete tudi iz zraka, sušenje vozišča tudi pri naraščajočih temperaturah počasnejše.

Mokro vozišče, še posebno, če je debelina filma vode večja, pa pogojuje, v primerjavi s suhim, manjše trenje, s tem pa v večji ali manjši meri slabšo varnost vožnje. Prekomerne količine posute soli ($>40\text{ kg/m}^2$) lahko ustvarijo na vozni površini že nevarno drsno plast.

S soljo preventivno posuto suho vozišče prepreči nastanek poledice, sneg pa se takoj, ko pade, spremeni v brozgo, ki do določene mere prepreči sprejemanje nadaljnjega svežega snega (pod prometom) na vozišče. S preventivnim posipom soli je lahko izključena nevarnost, ki obstoji pri temperaturah med $+1\text{ }^{\circ}\text{C}$ in $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$, ko se na mokrem ledu zmanjša torna sposobnost vozišča tudi samo na 20 % siceršnje na mokri vozni površini. Zaradi škodljivih vplivov soli na okolje jo je treba uporabljati v razumnih količinah. (Žmavc, 2002, str. 325)

3 POSIPNI MATERIALI

Kemija pozna več sredstev, ki bi lahko na osnovi svojih fizikalno-kemijskih lastnosti služile kot sredstvo za učinkovito topljenje ledu oziroma preprečevanje poledice. Vendar ima le manjši del teh materialov take lastnosti, ki so primerne in potrebne za široko uporabo v zimski službi, tj., da

- pri nizkih temperaturah dobro učinkujejo na sneg, led in proti nastajanju poledice,
- so nestrupeni za ljudi in živali,
- ne puščajo madežev na tekstilu, ne škodijo gumi, lesu, lakom in po možnosti ne pospešujejo korozije kovin,
- kolikor je mogoče, malo obremenjujejo okolje in
- imajo spremenljivo ceno.

Ko presojamo posipno sredstvo po vseh zgoraj omenjenih lastnostih, pa se njihov izbor omeji. Soli, ki s primerne za uporabo za posipanje cest v zimskem času za topljenje snega in ledu za preprečevanje poledice, so:

- natrijev klorid (NaCl), ki je po poreklu lahko morska, evaporirana ali kamena sol,
- raztopina kalcijevega klorida (CaCl_2) in
- raztopina magnezijevega klorida (MgCl_2).

Vsako posipno sredstvo ima vpliv na površino, kamor ga apliciramo, kar je še posebej pomembno v zimskih razmerah.

Lastnost površine opredeljuje hrapavost, vendar je lahko rezultat tovrstnih meritev zelo subjektiven. Drsnost površine je ena izmed redkih lastnosti površine, ki je z instrumentom merljiva količina in ki bistveno vpliva na varnost v cestnem prometu. (Naglič, 2002, str. 6).

3.1 Splošno o varnosti v zimskem času

Sodobne zahteve povečanega prometa in potrebe po njegovem nemotenem poteku tudi v zimskem času narekujejo uporabo sredstev za topljenje ledu in snega oziroma preprečevanje poledice, kar bistveno pripomore k zmanjšanju števila nesreč zaradi neugodnih razmer na vozišču v zimskem času. To je prav gotovo pozitiven vpliv na okolje, ki ga dosežemo z uporabo ustreznih posipnih sredstev.

Po drugi strani pa so kloridi agresivne spojine, ki močno obremenjujejo okolje, zato sta potrebna njihova nadzorovana uporaba in sprotno preverjanje njihovih lastnosti.

Prav tako je treba nujno zmanjšati na najmanjšo možno mero uporabo dodatka proti strjevanju soli (v primeru uporabe natrijevega klorida) in ostalih škodljivih snovi, ki jih sicer vsebujejo sredstva v minimalnih količinah, da ne bi po nepotrebnem še dodatno obremenjevali okolja.

Vsak uporabnik soli je dolžan skrbeti, da se soli uporabljajo le tam in takrat ter v taki količini, kolikor je za varnost v cestnem prometu nujno potrebno.

(Naglič, 2002, str. 7)

3.2 Splošno o lastnostih posipnih materialov

3.2.1 Osnovne lastnosti soli (NaCl)

Koncentrirana raztopina soli pri sobni temperaturi je 26-odstotna. Pri nižjih temperaturah (-10 °C) se natrijev klorid iz vodnih raztopin izloča v obliki dihidrata $\text{NaCl} \times 2\text{H}_2\text{O}$, ki pri +0.15 °C preide v brezvodno sol.

Natrijev klorid ima zelo velik tehnični pomen, saj služi kot osnovna surovina za skoraj vse druge natrijeve spojine (soda, natrijev lug, Glauberjeva sol, boraks, solna kislina itd.). Zmes ledu in soli služi kot hladilna zmes za doseganje nizkih temperatur (do -21 °C).

Kemijsko čisti NaCl ni higroskopen na zraku ne privlači vode, saj se na zraku navlaži le kemijsko nečisti NaCl.

Skepljanje soli preprečujejo posebni dodatki pri strjevanju, npr. kalijev heksacianoferat $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6 \times 3\text{H}_2\text{O}$. (Naglič, 2002, str. 8)

3.2.2 Osnovne lastnosti kalcijevega klorida (CaCl_2)

Tehnični kalcijev klorid nastaja kot stranski proizvod pri proizvodnji sode po Solvayevem postopku. Po izparevanju vodne raztopine kristalizira kalcijev klorid kot heksahidrat ($\text{CaCl}_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$) v obliki prizmatičnih kristalov. S segrevanjem preko 260 °C dobimo brezvodni CaCl_2 v obliki bele, zelo higroskopne snovi s tališčem pri 780 °C. Raztopino kalcijevega klorida pri normalnem tlaku lahko osušimo do dihidrata ($\text{CaCl}_2 \times \text{H}_2\text{O}$), kar ustreza 75-odstotni koncentraciji suhega proizvoda. Več molekul vode lahko odvzamemo le s sušenjem pri povišanem tlaku. (Naglič, 2002, str. 8)

Kalcijev klorid v obliki heksahidrata se topi v vodi z izrazitim ohlajanjem, zato se zmesi kalcijevega klorida heksahidrata in ledu uporabljajo kot zmesi za hlajenje, s katerimi lahko dosežemo temperaturo do -50 °C. (Naglič, 2002, str. 8)

3.2.3 Osnovne lastnosti magnezijevega klorida (MgCl_2)

V naravi se nahaja kot karnalit ($\text{KMgCl}_3 \times 6\text{H}_2\text{O}$) v nahajališčih kalijevih soli. Tehnični magnezijev klorid pridobivamo z izparevanjem odpadnih lugov pri proizvodnji kalijevega

klorida. Nastaja v obliki heksahidrata ($\text{MgCl}_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$), torej je lahko maksimalna prisotnost suhega mgcl_2 le 47 %. Več vode mu lahko odvzamemo le pri sušenju v atmosferi HCl.

Brezvodni magnezijev klorid je listnato-kristalinična snov, ki se pri 718 °C spremeni v prozorno nizkoviskozno tekočino.

Magnezijev klorid je zelo higroskopen. Zaradi njegove prisotnosti se, na primer, čisti natrijev klorid navlaži na zraku. (Naglič, 2002, str. 9)

3.2.4 Posipavanje cestišč s posipi za ublažitev drsnosti

Posipi za ublažitev drsnosti cestišča so uporabni za posipavanje le v omejenem obsegu na strmih poledenelih in zasneženih klancih ter gorskih cestah. Za posipavanje ostalih prometnih cest se jih praviloma ne uporablja. Pri posipavanju s posipi za ublažitev drsnosti se zrna posipa zaradi delovanja prometa vtisnejo v plast snega ali ledu na vozišču in na ta način za določeni čas povečajo torno sposobnost zasneženega ali poledenelega cestišča. Na zasneženi cesti so uporabni le do debeline snežne odeje, ki je manjša, kot je premer zrn posipnega materiala. Pri večji debelini zapadlega snega zrna peska ali drobljenca potonejo na dno snežne plasti. V takšnem primeru se prekine stik med kolesi in zrnj posipa, kar pomeni, da posip izgubi svojo funkcijo in več ne doprinese k povečanju torne sposobnosti zasneženega vozišča. Tudi na poledenelih površinah, kjer nastaja tanka plast ledu zaradi zmrzovanja vlage in zraka ali talne mokrote, je bilo ugotovljeno, da so posipi za ublažitev drsnosti skorajda povsem neučinkoviti.

Večina posipov za ublažitev drsnosti so naravne kamenine v obliki drobljencev, sekancev in peskov. Ti materiali so ustrežnejši od lomljenja ali granulirane žlindre in drugih stranskih produktov pri različnih industrijskih procesih. Učinkovitost posipov za ublažitev drsnosti je odvisna od sestave, oblike zrn, zunanje površine zrn in trdnosti minerala. Učinkovitost posipa je toliko večja, kolikor več zlomljenih zrn vsebuje, tj. kolikor bolj robata so zrna. Izredno pomembna je tudi velika trdnost materiala, ki zagotavlja, da se zrna zaradi trenja s prometom ne bodo prehitro obrusila in s tem izgubila svojo robatost. (Švegl, Verbovšek Judež, Hevka, 2007, str. 1)

Uporaba mehkih kamnitih materialov za posipavanje cest je zelo nevarna za prometno varnost, saj obrušena, gladka zrna posipa zapolnijo majhne vdolbine na spluženem cestišču in se včasih tudi zalepijo na asfaltno površino ter tako znatno poslabšajo torno sposobnost vozišča. Dodaten pogoj za uporabo določenega posipa za ublažitev drsnosti za posipavanje cestišč je, da je dobavljen v suhem stanju in skladiščen v suhem prostoru. Le suh material lahko ohrani zadostno sipkost, ki je potrebna pri posipavanju cestišča. Poraba posipa, ki je

predvidena za posipavanje običajnega prometnega cestišča, znaša najmanj 100 do priporočene količine 150g/m³ [1]. Nad to količino se torna sposobnost cestišča ne izboljša bistveno bolj. Že tako veliko porabo posipa še dodatno poveča velik izmet materiala zaradi prometa. Vozila že v zelo kratkem času odmečejo posuti material na rob cestišča, zato je treba posipavanje pogosto ponoviti. Slednje zelo poveča celotno porabo posipa na tekoči km ceste. Po končanem zimskem obdobju je treba ostanke posipov za ublažitev drsnosti v najkrajšem času odstraniti z vozišča. Prisotnost peska, sekanca in drobljenca na spluženi ali suhi cesti predstavlja nevarnost za promet. Kotaljenje zrn, ki se znajdejo med kolesom vozila in voziščem, zmanjša oprijem gum na površino cestišča, kar lahko pri zaviranju ali večji hitrosti povzroči tudi zdrs vozila s cestišča. Zaradi prometne varnosti, omejene uporabnosti in ekoloških problemov posipov za zmanjšanje drsnosti ni priporočljivo uporabljati na bolj prometnih cestah. (Švegl, Verbovšek Judež, Hevka, 2007, str. 2)

3.2.5 Lastnosti soli za posipavanje, oplaščene z melaso

Melasa je neprijetnega okusa, biorazgradljiva in se uporablja kot hranljiv dodatek živalski hrani, kot osnova za fermentacijo pri proizvodnji alkohola in kot dodatek pri proizvodnji papirja. Na podlagi osnovnih fizikalnih in kemijskih lastnosti melase je pričakovati, da bo oplaščenje zrn soli z melaso izboljšalo oprijem soli na suhem cestišču, učinkovitost pri tajanju ledu ter sipkost med skladiščenjem in posipavanjem.

(Švegl, Herga, Judež, Hevka, 2006, str. 2)

Raziskave so pokazale, da uporaba melase izboljša učinkovanje NaCl, izboljša oprijem soli na suhem cestišču, ohrani sipkost soli med skladiščenjem in blaži korozijske učinke na kovine.

(Švegl, Herga, Judež, Hevka, 2006, str. 1)

4 MEHANIZACIJA ZIMSKE SLUŽBE

4.1 Priprava mehanizacije in opreme

Za izvajanje zimske službe je treba pravočasno pripraviti vso mehanizacijo in opremo za preventivno in operativno posipanje vozišč in odstranjevanje snega ter orodja, kot je določeno v izvedbenem programu. Enako velja tudi za primer izrednih vremenskih razmer, ko je za zagotovitev uporabnosti cest treba vključiti v zimsko cestno službo primerno posebno mehanizacijo in opremo. Vsa v zimski cestni službi načrtovana mehanizacija in oprema ter usposobljeni in z razmerami seznanjeni upravljavci morajo biti razporejeni po cestno vzdrževalnih enotah in fazah izvajanja zimske službe, kot je opredeljeno v izvedbenem programu.

Če je mehanizacija, načrtovana za delo v zimski cestni službi, v uporabi vse leto, jo je treba pripraviti za zimsko cestno službo, kot to določi naročnik, vendar praviloma do 1. novembra. V času pripravljalnih del je treba pregledati in preizkusiti tudi vso mehanizacijo, ki je bila po končani zimi spravljena.

Izvajalec zimske službe mora v času trajanja zimske službe zagotoviti servisirano mehanizacijo in opremo, ki mora biti vso zimo v pripravljenosti za delo. Stopnja pripravnosti mora biti prilagojena vremenskim razmeram in opredelitvam v izvedbenem programu.

Pri določanju potrebnega števila in vrste plužnih enot za odstranjevanje snega je treba poleg poti, ki jo morajo vozila prevoziti za posamezni prehod, upoštevati tudi določene pomembne okoliščine za pluženje, npr.

- večje vzpone, kjer je hitrost manjša, potrebna pa močnejša vozila,
- širine vozišč, ki pogojujejo različno število prehodov vozil in
- ovire v naseljih (robniki, križišča, jaški, zožitve), zaradi katerih je hitrost manjša.

(Žmavc, 2010, str. 158)

4.2 Priprava materialov za posipanje

Optimalno posipanje vozišč je mogoče zagotoviti samo z uporabo sodobne opreme.

Za nakladanje uskladiščenih materialov je v zimski cestni službi uporabljena naslednja oprema: (Žmavc, 2010, str. 158)

- nakladalniki
- gumijasti trakovi, praviloma s prečnimi rebri,
- verižni trakovi s korci in
- pokončni silosi.

Ročno nakladanje materialov za posipanje vozišč je primerno samo za preventivno ukrepanje (v manjšem obsegu) in ko je (v pretežnih primerih) za to dovolj časa.

Za enakomerno in gospodarno posipanje zrnatih materialov (pesek, drobir, sol), izključno pa za pobrizg raztopin soli, je potrebna strojna oprema, ki omogoča tudi v številnih primerih zelo pomembno hitro ukrepanje. Enakomerna porazdelitev posutega materiala je osnovna tehnična zahteva za opredelitev uporabnosti posipalnikov za posipanje vozišč v zimski cestni službi.

Poleg porazdelitve so za ovrednotenje uporabnosti posipalnikov merodajni:

- segregiranje posipnega materiala,
- širina posipanja (nastavljiva v območju od 2 do 6 m),
- možnost krmiljenja količine posipanja (za zrna drobirja med 50 do 300g/m³ in za soli od 5 do 40g/m²),
- možnost vključitve in izključitve posipalnika med vožnjo,
- možnost posipanja vozišča pred pogonska kolesa vozila za posipanje in
- hitrost vožnje pri posipanju.

Pomembna potrebna značilnost posipalnikov v sklopu presoje uporabnosti je, da je zagotovljena čim bolj enakomerna porazdelitev posutega materiala tudi pri nizkih temperaturah.

Osnovna razvrstitev posipalnikov je glede na način posipanja: (Žmavc, 2010, str. 159)

- z vrtljivim krožnikom, ki je lahko
 - pritrjen (spodaj) na šasijo ali zabojnik med kolesi vozila ali
 - pritrjen (spredaj ali zadaj) na primerno montažno ploščo na vozilu,
- z vrtljivim valjem v posipalniku, pripetem na vlečno kljuko vozila,
- z ročnim vozičkom z vgrajenim posipalnikom in
- s pihalnikom.



Slika 1: Posipalnik, pritrjen na šasijo vozila

Vir: Riko Ribnica,

<http://www.rikoribnica.com/images/zimski-program/posipalec-sirius-ast-02.jpg>



Slika 2: Posipalnik, pripet na vozilo

Vir: Riko Ribnica,

<http://www.rikoribnica.com/images/zimski-program/posipalec-vp12-27-02.jpg>

Pomembni prednosti posipalnikov, pritrjenih na šasijo ali zabojnik vozila, sta da

- material za posipanje težnostno teče skozi odprtino na dnu kesona v vrtljivi krožnik, ki ga razprostira neposredno pred zadnja kolesa vozila ter
- nastavljena količina posutega materiala se ob spremembi hitrosti vozila in širine posipanja ne spremeni.

Pri drugačnih posipalnikih je treba količino posipa nastaviti ročno, zato se ob spremembi hitrosti vožnje spremeni.

Pomanjkljivosti posipanja z vrtljivim krožnikom (imenovanim tudi krožni rotacijski posipalnik) so sicer predvsem naslednje:

- neenakomerno in slabo nadzorovano posipanje,
- ročno dodajanje posipnega materiala,
- segregiranje posipnega materiala,
- težko nadzorovanje širine posipanja in
- krmiljenje posipanja med vožnjo ni mogoče.

Za posipanje soli se v zimski cestni službi uporabljajo tudi pihalniki z različno avtomatsko dodajalno opremo za doziranje.

Optimalna višina za strojno posipanje vozišč je približno 50 cm. (Žmavc, 2010, str. 159, str. 160)

4.3 Odstranitev snega

Za pluzenje in odmetavanje snega z vozišč se uporabljata naslednja oprema in mehanizacija:

- klinaste pluge,
- enostranske pluge,
- odmetalnike in
- rezkalnike.

Uporaba navedene osnovne opreme in mehanizacije je odvisna predvsem od višine snežne odeje.

Vsa oprema in mehanizacija, vključena v zimsko cestno službo za odstranitev snega, mora imeti na skrajnih točkah označeno širino z ustreznimi rotirajočimi lučmi (spredaj bela, zadaj rdeča). V primeru prekoračene dovoljene širine (običajno pri plugih) mora biti vozilo predpisano opremljeno (s tablo).

4.3.1 Klinasti plugi

Za odrivanje (pluzenje) snega v posebnih pogojih (npr. debelih plasti zapadlega snega in snežnih zametov, za razširitev gazi, na težko dostopnih in ozkih cestah, predvsem v hribovitih območjih) so primerni potisni in vlečni klinasti plugi.

Klinasti plugi imajo oblikovano stabilno konico in gibljiva bolj ali manj zakrivljena krila/stranice (z noži iz trde gume ali plastike, redkeje jekla), pritrjene na konico s svorniki, ki omogočajo, da se z ustreznim mehanizmom (pnevmatsko, hidravlično ali električno) nastavi klin z različnim kotom (običajno 45° do 60°). Stabilnost klina je zagotovljena z razporami.

Potisni jekleni klinasti plugi so praviloma pritrjeni na montažno konstrukcijo na vozilu. Klin omogoča odpiranje snega v širini 3 do 4 m (izjemoma tudi do 5 m), višina kril pa tudi odstranitev debelejših plasti snega.

Vlečni klinasti plugi so v pretežnih primerih leseni, redkeje jekleni. Gibljiva krila so dolga do 6 m, visoka pa od 0,6 do 1 m. konica pluga je običajno obtežena, da se med pluzenjem ne dvigne. Krila in konice vlečnih klinastih plugov so praviloma na spodnjem delu okovana. (Žmavc, 2010, str. 161)



Slika 3: Potisni jekleni klinasti plug

Vir: Riko Ribnica,

<http://www.rikoribnica.com/images/zimski-program/snezni-plug-spv-01.jpg>

4.3.2 Enostranski plugi

Enostranski (potisni) plugi so čelni in bočni.

Plužna deska enostranskega čelnega pluga je lahko iz enega ali več segmentov. Na nosilni okvir, pritrjen na vozilo, je pritrjena s elastičnimi nihajnimi vezmi, tako da ohranja stik z vozno površino, tudi če naleti na manjšo oviro. Plužna deska pa mora imeti vgrajene tudi varovalke (snežni čep, peresni nož), da se v primeru trka ne poškoduje. (Žmavc, 2010, str. 161)



Slika 4: Enostranski čelni plug z dodatnim krilom

Vir: Riko Ribnica,

<http://www.rikoribnica.com/images/zimski-program/snezni-plug-rps-p5-04.jpg>

Pritrditev plužne deske (na osi v sredini) omogoča, da se lahko sneg potiska levo ali desno.

Da odrinjeni sneg ne bi padal pod kolesa vozila, mora biti delovna širina enostranskega potisnega pluga praviloma vsaj 40 cm večja od širine vozila.

Za potovanje mora biti s konstrukcijo pritrditve na vozilo zagotovljeno, da se plužno desko lahko dvigne (približno 25 cm) od tal.

Plužna deska bočnega pluga je praviloma iz enega nekoliko koničasto oblikovanega elementa, na katerega pa je pritrjenih več krajših nožev.



Slika 5: Enostranski čelni in bočni plug

Vir: Riko Ribnica,

<http://www.rikoribnica.com/images/zimski-program/snezni-plug-rps-p5-01.jpg>

4.3.3 Odmetalniki snega

Mehanizacijo in opremo za odmetavanje snega z vozišč je mogoče razvrstiti v

- samohodno in
- priključke.



Slika 6: Priključni odmetalnik snega

Vir: Riko Ribnica,

<http://www.rikoribnica.com/images/zimski-program/odmetalec-snega-s3-01.jpg>

V pretežnih izvedbah imajo odmetalniki snega ločen pogon za odmetalno turbino in za vozilo. Konstrukcija odmetalnikov za mehak sneg omogoča, da nastavljive lopatice na vrtljivi osi, pritrjeni v ustrezno ohišje, dovajajo sneg do turbine in ta odmeče sneg skozi prestavljivo cev v poljubno smer.

Za odstranitev trdega snega je v odmetalniku snega prečno na smer gibanja pritrjeno eno ali več koles. Pred njimi so pritrjeni spiralno zapognjeni lopatasti noži. Koš iz nožev zagrabi sneg in ga dovaja v odmetalno kolo.

Različne izvedbe odmetalnikov snega (ročni, lahki, srednji, težki) omogočajo različne širine odstranjevanja snega z vozišč in različne debeline plasti snega, odvisno tudi od tega, ali je sneg mehak ali trd.

Za izvajanje zimske službe v izredno težkih pogojih so konstruirane posebne izvedbe odmetalnikov snega (Kanada, Švica). (Žmavc, 2010, str. 163)

4.3.4 Rezalniki

Rezalniki, prvenstveno namenjeni za odstranitev večjih količin/ debelin nanosov in trdega snega z vozišč, so praviloma samohodni.

Na vrtljivi valj, postavljen prečno na smer gibanja, so spiralno pritrjeni noži/rebra, ki odrezkajo trdo zbit ali zamrznjen sneg in ga odmečejo z vozišča.

Primerna izvedba rezalnika lahko omogoča tudi odmetavanje snega in nakladanje na vozila.
(Žmavc, 2010, str. 164)



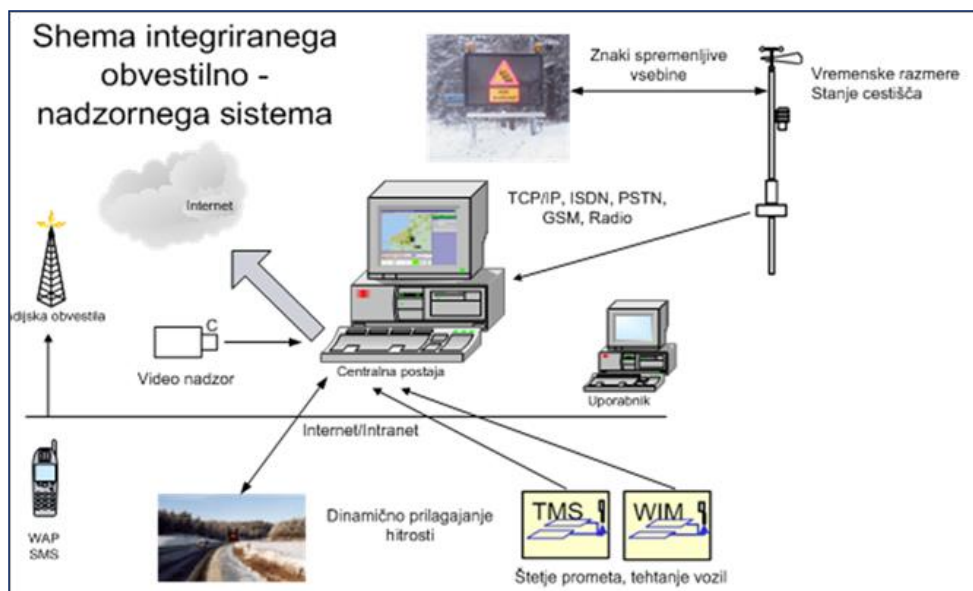
Slika 7: Samohodni rezalnik za odstranjevanje snega

Vir: Svet strojev,
<http://www.svet-strojev.com/slike/small/snezna-freza-za-nakladac-24662976.jpg>

5 SODOBNA TEHNOLOGIJA V ZIMSKI SLUŽBI

5.1 Cestni vremenski informacijski sistem

Cestni vremenski informacijski sistem (CVIS) je sistem neprestanega spremljanja vremenskih razmer na cestah in njihovega napovedovanja za naslednje časovno obdobje. Spremljanje vremenskih razmer na cestah omogoča le boljšo informacijo in s tem učinkovitejše odpravljanje poledice, napovedovanje poledice pa izboljšuje kakovost odločanja o morebitnem posipanju. Z napovedovanjem poledice se zmanjša število dežurstev vzdrževalcev, posipa se pred napovedanim nastankom poledice in le na tistih mestih, kjer bi poledica nastala, določi pa se tudi optimalne količine posipnih sredstev.



Slika 8: Cestni vremenski informacijski sistem

Vir: Omega consult,

http://www.omegaconsult.si/dokumenti/vremenske_postaje-01.jpg

5.1.1 Cilji za vpeljavo CVIS-a

- Izboljša pregled nad trenutnim stanjem cest za vzdrževalce in uporabnike.
- Bistveno zmanjša stroške zimskega vzdrževanja cest.
- Omogočita se boljša prevoznost in večja varnost v prometu.
- Zmanjša se poraba posipnih materialov.
- Zmanjša se škoda na cestnih objektih in vozilih.

CVIS je interdisciplinaren, saj ga na ravni monitoringa prognoze izvajajo meteorologi, končna informacija pa je namenjena predvsem vzdrževalcem cest, ki s svojimi izkušnjami oplemenitijo lokalno vremensko napoved. Brez meteorologov in kakovostne splošne vremenske napovedi, ki predstavlja vhodni parameter specialnih cestnih prognostičnih modelov, se CVIS ne more izvajati, prav tako pa ne brez reorganizacije zimskega vzdrževanja cest in izšolanih vzdrževalcev za kakovostno branje napovedi nastanka poledice. (Knez, 2001, str. 102, str. 103)

5.2 Cestno-vremenske postaje

Gre za sistem za zgodnje opozarjanje pred poledico. Cestno-vremenske postaje so v sodobnem cestnem omrežju vsake napredne in razvite države v današnjem času namreč nujno potrebne. Ta potreba je pomembna predvsem na izpostavljenih lokacijah cestišč (mostovi, viadukti, senčne lege cest, višji prehodi cest preko grebenov, ob rekah in potokih, večji vzponi ...).

Za izboljšanje prometne varnosti v zimskem času predstavlja sistem za zgodnje opozarjanje pred poledico enega od najučinkovitejših sodobnih pripomočkov za odločitve o pravilnem in racionalnem načinu izvajanja zimske službe. Pravilna uporaba teh sistemov zagotavlja poleg navedenega tudi bistveno zmanjšanje onesnaževanja neposrednega okolja.

Sistem je namenjen predvsem kot pomoč osebju za pravočasno, učinkovito in racionalno izvajanje zimske službe.

Minimalni obseg modulnega sistema cestno vremenske postaje CVP predstavlja naslednja oprema:

- oprema na terenu,
- oprema v vzdrževalni bazi,
- napajalni sistem in
- komunikacijski medij.



Slika 9: Cestno-vremenska postaja

Vir: CGS,

<http://www.cgsplus.si/Portals/1/Resitve/CVIS/CVP.jpg>

5.2.1 Oprema na terenu

- senzor temperature,
- senzor smeri in hitrosti vetra,
- senzor relativne vlage,
- senzor padavin,
- opcija – senzor vidljivosti,
- opcija – barvna vrtljiva video kamera in
- cestni senzor.

V sestavu cestno-vremenske postaje je bistveni element cestni senzor, ki lahko deluje kot aktivni ali pasivni element. Stroka opredeljuje kot aktivno sondo tisto, ki za svoje avtonomno delovanje potrebuje stalni vir energije za izvajanje ciklov segrevanja in ohlajevanja same sebe zaradi dejanske prognoze nastajanja ledu. Slaba stran so višja cena in večja poraba energije ter relativno manj točne meritve pri zelo tankih plasteh vode in visokih koncentracijah soli na cestišču.

Pasivna sonda energije ne potrebuje, meri dejavnik soli in na podlagi dejansko izmerjenih rezultatov CVP izračuna zmrzišče. Dobra stran so nizka cena, mala poraba energije in relativno točne meritve pri zelo tankih plasteh vode in visokih koncentracijah soli na cestišču. Postavlja se dilema, ali so rezultati pasivnih meritev popolnoma zanesljivi pri uporabi kalcijevih in magnezijevih soli ter alkoholov. (Pavrič, 2002, str. 2)

Kasnejša zamenjava aktivnih oziroma pasivnih talnih sond brez menjave centralne naprave ni možna, vsa druga periferna oprema pa ostane nespremenjena, medsebojna kompatibilnost med CVP je zagotovljena v obeh primerih.

Izredno pomembna je mikro lokacija cestnega senzorja, ki naj bo praviloma na temperaturno najbolj občutljivi točki cestišča. V Sloveniji nimamo možnosti uporabe postopka termomappinga, ki z dejanskimi meritvami cestišča določa točke za vgradnjo cestnih sond. Praksa kaže, da namesto tega popolnoma zadostuje dobro sodelovanje med dolgoletnimi izkušenimi vzdrževalci, proizvajalcem senzorja in projektantom. Obvezno je treba upoštevati svojevrstnosti konstrukcije vsakega cestnega objekta posebej od primera do primera, njegovo lego v prostoru, neposredni vpliv okolja in dejanske prometne razmere. (Pavrič, 2002, str. 2)

5.2.2 Oprema v vzdrževalni bazi

Uporabljeni sistem za neprekinjeno zbiranje podatkov iz okolja do centralnega računalnika v bazi mora biti kompatibilen z že uporabljeno opremo. Omogočati mora grafično in tabelarično vrednotenje, prikaz in izpis ustreznih poročil, sprotni nadzor in obdelavo podatkov ter posredovanje podatkov na poljubno število drugih lokacij preko ustreznih protokolov. Programska oprema mora vzdrževalnemu osebju v vsakem trenutku omogočati pregled stanja cest in vseh potrebnih podatkov za izvajanje zimske službe za časovno obdobje zadnjih 24 ur in uporabo pomembnejših arhivskih podatkov za obdobje zadnjih osemnajst mesecev. Berljivost vseh podatkov mora biti omogočena s standardnimi programi. Cestno-vremenska postaja mora vključevati vso potrebno opremo (strojno in programsko) za zanesljivo 60-minutno vnaprejšnje napovedovanje vremenskih razmer in poledice. Ob vremenskih razmerah, v katerih je predvidena možnost nastanka poledice, se mora na ustreznem mestu v cestno vzdrževalni bazi sprožiti svetlobni in zvočni večstopenjski alarm, ki ga deaktivira vzdrževalno osebje. (Pavrič, 2002, str. 3)

5.3 Merilnik slanosti – RDA meter

RDA Meter je pripomoček, kateri se pogosto uporablja v zimskem vzdrževanju cest. Naprava k izmerjeni količi sredstva proti zmrzali na vozišču doda GPS lokacijo, datum in čas. Te

podatke prenesemo na osebni računalnik. Tako dobimo izmerjene podatke s prikazano lokacijo. RDA meter je prvi korak na poti k optimizaciji zimskega vzdrževanja cest.

Merilnik deluje na principu merjenja prevodnosti, pri čemer se merilni rezultat kompenzira s temperaturo okolice. Količino sredstva proti zmrzali na znani površini izmeri tako, da jo izolira od okolice s tesnilom za sklop s cestiščem. Merilnik izmeri količino NaCl, CaCl₂ v gramih na m² površine.

5.3.1 Zgradba merilnika

Merilnik se upravlja preko treh tipk in grafičnega LCD zaslona. Sestavljen je iz treh delov:

- mehanske enote za nanos topila in sklop merilnika z merilnim mestom,
- električne enote za merjenje prevodnosti in
- procesorskega dela za upravljanje z merilnikom ter GPS modulom.

5.3.2 Potek meritve na terenu

Uporaba merilnika je hitra in enostavna. Pred uporabo je merilnik potrebno napolniti s topilom. Napaja ga akumulatorska baterija, zraven pa je priložen polnilnik. Merilnik ob vsakem vklopu samodejno preveri svoje delovanje in opozori na morebitne napake.

Meritev na terenu poteka v štirih korakih:

1. Ob cestišču. Merilnik se vklopi. Nato merilnik sam izvede avtomatski test funkcionalnosti ter poišče GPS satelite. Ko je pripravljen za uporabo, se na zaslonu izpiše vrednost 0,0 g/m².
2. Na cestišču. Merilec pritisne merilnik ob cestišče. Nato s pritiskom na vzvod v merilno celico razprši topilo proti zmrzali. Merilnik na postavljeni lokaciji v nekaj sekundah izmeri količino sredstva proti zmrzali.
3. Ob cestišču. Merilni rezultat se izpiše na zaslonu. Merilec se lahko tako takoj umakne na varno mesto ob cestišču, kjer pregleda merilni rezultat in ga shrani v merilnik.
4. Ob cestišču. Merilnik se izklopi s pritiskom na gumb za izklop naprave ali samodejno po nastavljenem času neuporabe.

5.3.3 *V vzdrževalni bazi*

Merilniku ima priloženo programsko opremo za pregled merilnih rezultatov na osebni računalnik. Po prihodu s terena se merilni rezultati prenesejo na osebni računalnik in pregledajo. Izbere se lahko poljuben datum in izvoz meritve. Podatki pridobljeni z merilnikov se lahko uporabijo za optimizacijo načrtovanja posipa cestišča v odvisnosti od izmerjenih vrednosti in pričakovanih vremenskih pogojev. Slednje omogoča prihranke pri zimskem vzdrževanju in manjše obremenjevanje okolja. (<http://www.avera.si/>).

6 ORGANIZACIJA ZIMSKEGA VZDRŽEVANJA

6.1 *Kako pripraviti ustrezen načrt zimske službe v naseljih*

Zimske razmere na cestah in peščenih površinah od nas terjajo prilagajanje glede na razmere. Pravočasna oprema vozil, prava obutev, predčasni odhodi od doma, prilagajanje hitrosti razmeram in še veliko drugih dejavnikov nam v zimskih razmerah zagrenijo ali polepšajo zimsko idilo na prometnih površinah.

Tako kot se prebivalci pravočasno pripravijo na zimo (kurjava, avto, ...), tako se morajo pravočasno pripraviti na zimo tudi upravljalci in izvajalci zimske službe na javnih prometnih površinah. Te priprave se praktično začno že ob koncu zimske sezone v pomladanskih mesecih, z analizo dela in dogodkov minule zime. Vsak izvajalec mora za svoje potrebe in potrebe naročnika izdelati t.i. "Načrt zimske službe". Že samo ime nam pove, da je to nek skup dokumentov, s katerimi natančno opredelimo izvajanje del v zimskem času na določenih prometnih površinah. Načrti se praktično izvajajo za področja vseh prometnih površin, ki se jih čisti in posipa v javnem sektorju. Po vsebini in obliki se ločijo glede na vrsto prometnih površin. Delo zimske službe na avtocestah in državnih cestah se po obliki organizacije in načinu dela zelo razlikuje od dela zimske službe v urbaniziranih okoljih.

V naseljih, še posebno v mestih, nimamo le širokih odprtih cest, ampak celoten spekter cest in ulic različnih širin in prevoznosti. Tu imamo opraviti s peščevimi površinami, kolesarskimi stezami, parkirnimi površinami, velikim številom uvozov k objektom, ovirami v prometu (količki, omejevalci hitrosti), ovirami zaradi gostega prometa, zaparkiranimi ulicami itd. To je specifična, zaradi katere se priprava in izvajanje zimske službe v naseljih ločita od izvajanja na avtocestah in državnih cestah.

Vsak načrt zimske službe v uvodnih ugotovitvah navaja zakonsko podlago za izvajanje zimske službe. To so: Zakon o javnih cestah, Pravilnik o vrstah vzdrževalnih del na javnih cestah nivoju rednega vzdrževanja javnih cest in Odlok o zimski službi posamezne lokalne skupnosti. (Susman, 2003, str. 1)

Za učinkovito izvajanje zimske službe ima izvajalec organizirano operativno vodenje zimske službe. To operativno vodenje je odvisno od obsega dela na posameznem področju in je navedeno v tem načrtu.

Vemo, da se lahko razmere na prometnih površinah glede na vremenske razmere izredno hitro spreminjajo. Za pravočasno ukrepanje na teh površinah mora izvajalec organizirati stalno dežurno službo, ki bdi 24 ur na dan nad razmerami na prometnih površinah. Ta dežurna

služba sestoji iz vodje dežurne službe, vozila za pregled stanja na prometnih površinah (opremljen je s posipalnikom za manjše intervencije) in posipalnikov, katerih število je odvisno od obsega del in delavcev za intervencijske posege. Ugotavljanje razmer na prometnih površinah se sestoji iz informacij, ki jih na terenu pridobi preglednik s svojimi obhodi, in informacij, ki jih dobi dežurna služba na podlagi rezultatov vremenskih postaj, seveda tam, kjer le-te obstajajo. Dragocen vir informacij o stanju na prometnih površinah predstavljajo poročila prometne policije, AMZS, inšpekcijskih služb, predstavnikov javnih prevoznih storitev in seveda klicev občanov. V Načrtu so opredeljeni postopki intervencijskih skupin v primeru pojava lokalnih poledic, na kar se največkrat tudi nanašajo klici, tako policije, prevoznikov kot tudi občanov. Med drugim je z načrtom določen odzivni čas intervencijske skupine za ukrepanje na terenu.

Dežurna služba je opremljena z mehanizacijo za reševanje lokalnih sprememb na prometnih površinah. V primeru, ko je treba intervenirati na celotnem območju, ki ga posamezni izvajalec obvladuje, pa je treba angažirati preostale delovne ekipe.

V Načrtu je treba natančno opredeliti odzivne čase za primer t.i. splošnih akcij v zimski službi. Vključene so vse delovne ekipe, ki sodelujejo pri tem delu v sistemu "stalne pripravljenosti na domu". To je sistem, s katerim izvajalec zaveže posameznega delavca v zimski službi, preko medsebojne pogodbe o delu, da je v vsakem času na razpolago za delo.

V Načrtu zimske službe so opredeljeni postopki izvajalca, ki so rokovno tudi opredeljeni, za dela pred pričetkom zimske sezone, ki traja uradno od 15. novembra do 15. marca v naslednjem koledarskem letu. Te aktivnosti so sestavljene iz priprave shramb za posipne materiale (sol, pesek, CaCl_2 , ...), kakor tudi priprave samega posipnega materiala. V medsebojnem dogovoru pa naročnik in izvajalec določata, na kakšen način se bo ta posipni material dobavljal.

Drugi del priprav zajema pripravo vozil in opreme, ki so namenjeni delu v zimski službi. Vsa ta oprema mora biti v stanju takojšne uporabe že pred uradnim pričetkom zimskega obdobja, kajti vremenska situacija lahko ustvari zimske pogoje že veliko prej.

Organiziranost izvajanja zimske službe je razdeljena na tri segmente, ki se med seboj prepletajo.

Prvi segment predstavlja sistem preprečevanja poledice na prometnih površinah. Z Načrtom so opredeljeni postopki pri organizaciji dela oziroma način ukrepanja v danih razmerah. Mehanizacija za izvajanje posipov na vozni površini je različna, od sodobnih rotoposipalnikov, ki omogočajo kombinacijo posipnih materialov (sol, CaCl_2), t.i. mokro posipanje same soli, mešanice soli in peska, do posipa samega peska. Drugi načini posipa

voznih površin so še razne vrste vlečnih posipalnikov in razne vrste kombinacije naprav, ki so prisotne na tržišču. Uporaba peska v mestnem področju je velikokrat omejevana s strani naročnikov, v sled velikih stroškov pomladanskega čiščenja peska na prometnih površinah.

(Susman, 2003, str. 2)

Posip proti poledici na peščevih površinah in kolesarskih stezah sestoji iz sodobnih roto in vlečnih posipalnikov, do klasičnega posipa z ročnimi posipalniki in ročnega posipanja. Vrsta uporabljene tehnike je odvisna od terenskih pogojev in opremljenosti izvajalca.

V Načrtu zimske službe mora biti opredeljen termin preventivnega posipanja.

Glede na prognozo hidrometeorološke službe o verjetnosti predvsem padavin v obliki dežja in ob temperaturi tal pod lediščem je velikokrat smiselno izvesti t.i. preventivni posip prometnih površin še pred pojavom padavin. Ta posip se v zadnjem času opravlja s t.i. mokrim posipom, kjer se posipna raztopina prilepi na površino vozišča in je promet ne odrine na rob vozne površine. Ob pojavu padavin bi celotno področje, ki jih zajemajo te padavine, bilo ledeno in intervencija posipalnih enot bi bila prepozna. Te pojave pa lahko uspešno preprečujemo s preventivnim posipom. Na enak način delujemo na predvidenih lokalnih področjih, kot so npr. nadvozi in mostovi.

Drugi segment izvajanja zimske službe je opredeljen kot čiščenje snega na prometnih površinah. Z Načrtom je določena debelina snežne odeje, pri kateri se posamezni deli površin začnejo čistiti oziroma je opredeljen čas, v katerem je treba očistiti posamezne površine pri normalnih razmerah.

Uporabljeni sistemi čiščenja snega se razlikujejo glede na vrsto prometne površine in terenskih razmer pri čiščenju. Tu imamo opraviti s snežnimi plugi na težkih tovornjakih, na odprtih cestah, do malih plugov, na drobni mehanizaciji in traktorjih na ožjih in težje prehodnih ulicah. Čiščenje peščevih površin pa sestoji iz drobne mehanizacije za odziv snega, nakladalnih strojev pri čiščenju avtobusnih postajališč, kolesarskih stez, prehodov za pešce, do ročnega čiščenja na področjih, kjer mehanizacija ne pride v poštev.

Tretji segment izvajanja zimske službe predstavlja odvoz snega. Vse površine, kjer narinjeni sneg predstavlja oviro za varen promet vozil in ljudi, je treba odpeljati na v naprej pripravljeno deponijo oziroma odlagališče. Z Načrtom zimske službe je točno opredeljeno, s katerih površin se odpelje v času akcije čiščenja in s katerih v času po akciji čiščenja snega. Lokacije pa se dopolnjujejo glede na količino nakopičenega snega.

Poseben primer predstavljajo zaparkirane prometne površine v ožjih središčih mesta. Sistem čiščenja snega na teh površinah je velikokrat možen le s sistemom odvoza parkiranih vozil s

pajki. V Načrtu je natančno opredeljen postopek obveščanja stanovalcev parkiranih vozil s prometno signalizacijo in obvestili. (Susman, 2003, str. 3)

Pomemben del izvajanja zimske službe predstavlja obveščanje javnosti. Opredeliti je treba način komuniciranja z javnostjo, kajti le obveščena javnost lahko razume posamezne postopke delovanja pristojnih služb in se tudi lažje prilagaja danim razmeram.

Drugi del Načrta zimske službe predstavlja operativni načrt zimske službe.

Ta načrt, kot že ime pove, podrobno opredeljuje delovanje zimske službe na terenu. Glede na organiziranost izvajalca in velikost področja delovanja je v tem načrtu fizično razdeljeno področje na posamezne sektorje in rajone s seznamami ulic in cest.

Vsaka plužna enota, posipalnik in delovna ekipa imajo po tem načrtu opredeljeno območje in način delovanja. Postavljena je hierarhija odgovornosti za posamezne segmente delovanja. Na podlagi popisa prometnih površin so izdelane tudi pregledne karte, od celotnega področja delovanja do posameznega rajona.

Sneg in poledica na prometnih površinah predstavljata razmere, ki jih ljudje niso vajeni v drugih obdobjih leta. Pravočasna priprava na izredne razmere, kar za sneg in led lahko rečemo, je pogoj za normalno življenje.

Vsi, ki se kakor koli ukvarjajo z zimsko službo, dobro vedo, da le strokovna in pravočasna priprava na delovanje v izrednih razmerah lahko delo v zimski službi vodi učinkovito.

Priprava dobrega Načrta zimske službe je osnova za dobro in učinkovito delo v izrednih razmerah. (Susman, 2003, str. 4)

6.2 Priprava skladišč in deponij materialov za posipanje

Za nemoteno izvajanje zimske službe je treba pravočasno zagotoviti

- zadostno količino materialov za posipanje vozišč ter
- primerna skladišča in deponije za te materiale.

Potrebno količino materialov za posipanje je mogoče oceniti oziroma določiti predvsem na osnovi ovrednotene povprečne porabe v zadnjih zimah in z upoštevanjem površine vozišč za posipanje, mikroklimatskih pogojev in prednostnih razredov cest.

Skladiščni prostori za materiale za posipanje vozišč morajo biti tako dimenzionirani in v izvedbenem programu zimske službe razporejeni, da je omogočeno neovirano delo zimske službe. Zagotovljeni morajo biti za značilne vrste uporabljenih materialov za posipanje vozišč tj.

- zmesi drobljenih kamnitih zrn ali podobnih zrnatih materialov ter
- soli in njihove raztopine (Žmavc, 2010, str. 164)

Za skladiščenje zmesi drobljenih kamnitih zrn za posipanje vozišč morajo biti skladiščni prostori vsaj pokriti. Za deponije, ki so namenjene predvsem za hitro, vendar tudi preventivno uporabo takšnega posipnega materiala in so narejene na kritičnih mestih ob voziščih, so primerne lesene utice ali zabojniki, tako da ostane v njih material za posipanje sipek. Za deponiranje potrebnih večjih količin materialov v bližini cest so predvsem primerni (vendar sorazmerno dragi) silosi. V njih je praviloma treba uskladiščiti suhe materiale. Za preprečitev zamrznitve v silos deponirane zmesi kamnitih zrn jih je priporočljivo primešati na m³ 30 do 40 kg soli.



Slika 10: Lesena uta za skladiščenje zmesi zrn za posipanje vozišča

Vir: Žmavc, 2010, str. 165



Slika 11: Zabojnik za skladiščenje zmesi zrn za posipanje vozišča

Vir: Žmavc, 2010, str. 165



Slika 12: Silos za skladiščenje materialov za posipanje vozišč

Vir: Žmavc, 2010, str. 165

Na primernih lokacijah, npr. na cestnih vzdrževalnih bazah ali kamnolomih, so potrebne pred padavinami primerno zaščitene površine za skladiščenje večjih količin materialov za posipanje vozišč. V mejah danih možnosti in potreb naj bi na deponijah uskladiščena zaloga kamnitega posipnega materiala zadostovala za vsaj petkratno preventivno oziroma operativno posipanje vozišč na določenem območju. (Žmavc, 2010, str. 165)

Za skladiščenje kemičnih materialov za posipanje vozišč (različnih soli in solnih raztopin) morajo biti zagotovljeni primerni silosi oziroma cisterne, tako da je

- uskladiščeni material zaščiten pred okoljem in
- okolje zaščiten pred onesnaženjem z uskladiščenim kemičnim materialom.

Skladišče za NaCl je lahko tudi odprto, vendar pa mora biti pokrito in tako ograjeno, da sta preprečena mešanje različnih vrst soli in onesnaženje.

Za ohranitev potrebne sipkosti soli je pri daljšem skladiščenju treba vmešati ustrezen dodatek, vendar le v količini, ki dodatno ne obremenjuje okolja.

Pri pripravi skladišč in deponij materialov za posipanje je treba zagotoviti trajno neoviran dostop za vse uporabnike. (Žmavc, 2010, str. 166)



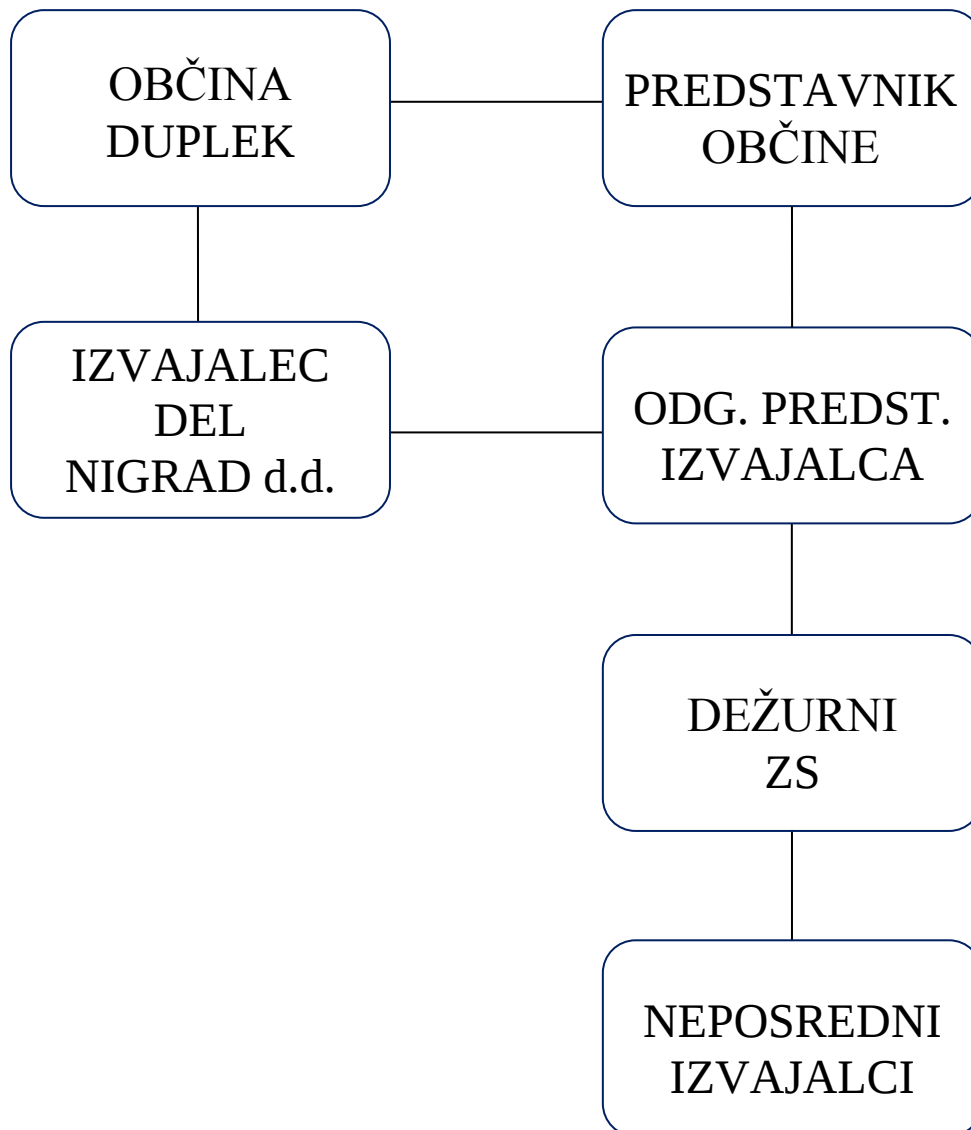
Slika 13: Skladiščenje materialov za posipanje vozišč na cestni vzdrževalni bazi

Vir: Žmavc, 2010, str. 166

7 ZIMSKO VZDRŽEVANJE V OBČINI DUPEK

7.1 Organizacija in logistika

7.1.1 Organizacijska shema vodenja procesov v času izvajanja zimske službe



Slika 14: Organizacijska shema vodenja procesov v času izvajanja zimske službe

Vir: Lasten

7.1.2 Vodstvo zimske službe

Koordinacijo zimske službe izvajata predstavnika pogodbenih partnerjev:

- odgovorni predstavnik izvajalca in
- odgovorni predstavnik občine.

Odgovorni predstavnik izvajalca zimske službe ima nalogo, da v primeru akcij ali snežnih padavin, v kolikor je to potrebno, neposredno usklajuje akcije izvajanja skladno z načrtom. Ostali izvajalci v zimski službi so dolžni v času zimske službe voditi dela, zajeta v načrtu zimske službe, in voditi dnevnik o izvajanju del ter vse storitve neposrednih izvajalcev.

7.1.3 Pristojnosti izvajalcev in podizvajalcev

Pristojnost občine

Občina je pristojna za zagotovitev finančnih sredstev za potrebe izvajanja zimske službe. Prav tako izvede razvrstitev cest in poti po razredih za izvajanje zimske službe v povezavi s kategorizacijo občinskih cest in poti ter potrdi izvedbeni program zimske službe. Operativno je zadolžena za izvajanje nadzora izvedenih del v zimski službi in za potrjevanje izstavljenih računov. O pričetku akcij sta si predstavnik občine in izvajalec dolžna izmenjati informacije, bodisi telefonsko bodisi elektronsko.

Pristojnosti izvajalca

Naloge izvajalca so organizacija, izvajanje in koordinacija vseh del v ZS. Izvajalec je dolžan izvajati nadzor nad delom neposrednih izvajalcev. Na podlagi predhodne uskladitve je v tekočem letu izvajalec dolžan izdelati in predložiti v potrditev občini izvedbeni program ZS.

Neposredni izvajalci

Naloge podizvajalcev so, da izvajajo program pluzenja in posipa skladno z izdelanim programom ZS.

7.1.4 Obseg pripravljanih del

Usposabljanje iz varstva pri delu, varstvo okolja in zdravstvene varnosti

Izobraževanje o varnosti pri delu in varstvo okolja poteka za vsakega neposrednega izvajalca pri prevzemu obveznosti oziroma prihodu na svoje delovno mesto. Dodatna izobraževanja se opravijo v sklopu pripravljanih del 14 dni pred pričetkom ZS.

Minimalne zahteve za usposobljenost in kadrovske zasedbe zimske službe

Organizacija ZS je izvedena hierarhično, kar je razvidno iz sheme zimske službe. Kadrovska zasedba je izvedena skladno z notranjo organizacijo izvajalcev del pri nosilcu zimske službe. Usposobljenost izvajalcev se ugotovi pred pričetkom ZS na osnovi pridobljenih znanj,

kvalifikacij in zadalžitev. Dokazila o usposobljenosti in seznam udeležencev posameznih akcij se nahajajo pri dežurnem ZS in v kadrovske službi.

Minimalne zahteve za usposobljenost podizvajalcev

Vsi podizvajalci so dolžni predložiti nosilcu ZS kopijo seznama z dokazili o usposobljenosti in številu kadrov, vključno s seznamom odgovornih oseb.

Priprava vozil in udeležencev na naloge zimske službe

V roku 14 dni pred pričetkom ZS se izvede priprava vozil, ki bodo udeležena pri izvajanju del. Preverita se izpravnost vozil in pripadajoče opreme (plugov, posipalnikov ...) ter njihova funkcionalnost. Izvede se izobraževanje voznikov in zaposlenega osebja s seznaitvijo o območjih, ki jih obdelujejo, in posebnostih opreme, s katero bodo delali.

Prav tako se izvede testni obhod vseh predvidenih ulic za posip in pluženje po izdelanih načrtih. Pravočasno se izvedejo registracija vozil, tehnični pregledi in eventualni dodatni servisi.

Priprava deponij

Pred pričetkom zimske službe je treba napolniti deponije posipnih materialov skladno z načrtom deponij.

Priprava sredstev za posip ter zahteve za kakovost in količino ter okoljsko sprejemljivost sredstev proti zamrzovanju

Kakovost sredstev za posip se nadzoruje glede na kakovost, skladno s pogodbo in tehničnimi zahtevami razpisa, v katerem je določena vsebnost spojin za posip.

Označba cest s snežnimi koli

Zaradi preprečevanja poškodb strojev in vozil se morajo označiti ceste s snežnimi koli, kjer potek vozišča ni viden.

Postavitev prometnega znaka

Na nevarnih cestnih odsekih, kjer se pogosto pojavlja poledica, se mora postaviti prometni znak **I-11**.

Na odseku, kjer je oteženo pluženje, se postavijo prometni znaki **II-39** z dopolnilno tablo (modra podlaga) 600/300 z napisom / OB SNEŽENJU /.

Postavitev navedenih znakov se izdela na osnovi dogovora z občino.

Priprava ukrepov v primeru izrednih razmer

Na osnovi ugotovitev, da so nastale izjemne vremenske razmere (snežni zameti), je dežurni zimske službe dolžan obvestiti predstavnika občine, da se proučijo razmere ter izvedejo aktivnosti za razrešitev in preprečitev kritičnega stanja.

Vse aktivnosti v zvezi z uvedbo izrednih razmer se vpisujejo v dnevnik dežurnega.

7.1.5 Obseg nalog, ki jih je dolžan izvajati pooblaščen izvajalec

Naloge pooblaščenega izvajalca so:

- izvajalec je na podlagi predhodne uskladitve dolžan izdelati in predložiti v potrditev občini izvedbeni program ZS,
- izdelati organizacijsko shemo ZS in organizacijsko shemo del,
- voditi, izvajati in koordinirati vsa dela v zimski službi,
- določiti pristojnosti neposrednih izvajalcev,
- določiti obseg pripravljalnih del,
- izdelati raspored mehanizacije, opreme, materiala za posipanje in delavcev za izvajanje nalog zimske službe,
- izdelati seznam dežurstev in pristojnosti,
- izdelati načrt posipavanja proti poledici in odstranjevanja snega ter
- izvajati nadzor nad delom neposrednih izvajalcev.

Izvajanje obsega dela, kot so:

- posip strojno, ročno – po dodatnem naročilu,
- pluženje cest in
- pregledi cest – po naročilu.

Vodenje evidence za izvajanje zimske službe:

V času trajanja in izvajanja zimske službe se vodi evidenca o izvajanju del, v katero se vpisuje:

- ime dežurnega zimske službe,
- stanje vremena (oblačno, sneženje, dež, sončno), temperatura in vlažnost zraka, količina snežnih padavin, pridobljenih s strani HMZ RS,
- število, vrsta vozil in mehanizacije na delu,
- dolžina posipa,

- začetek in konec posameznih del (pluženja, posipa),
- vsa sporočila s terena, ki so v zvezi z zimsko službo,
- razne preusmeritve prometa in zapore cest,
- porabljene količine posipnega materiala ter
- sporočila postaje policije, UNZ, komunalne in cestne inšpekcije ter drugih.

7.1.6 Načrt pluženja in posipa cest

Načrt in organizacija pluženja

Za izvajanje pluženja so izdelani načrti za pluženje, ki so glede na teren in funkcionalnost ceste prioriteto razvrščeni. Obseg pluženja se lahko spreminja v primeru objektivnih razlogov (zapore cest ipd.).

Pričetek pluženja

Odgovoren za pričetek akcije je dežurni zimске službe, ki sproži pričetek del in obvesti neposredne izvajalce. Prioritete pluženja so usklajene glede na svojevrstnost cest, po kateri je upoštevano zaporedje (posip, pluženje ...) in so določene že v posameznih načrtih pluženja in posipa.

Količina in način posipa (razmerje soli in peska) se določita glede na dano vremensko situacijo in razmere s strani dežurnega zimске službe. Poraba materiala je vezana na kapaciteto stroja in pogoje, v katerih vozilo opravlja dejavnost.

Posip poledice – strojno in ročno.

Strojni posip

Strojni posip se vrši po izdelanih načrtih posipa pri posameznih izvajalcih in se izvrši po potrebi. Istočasno s posipom se po potrebi vrši tudi pluženje.

Ročni posip

Z ozirom na to, da se povsod ne more vršiti strojnega posipa, se na določenih cestnih in uličnih odsekih vrši ročni posip z deponij, ki so locirane ob cestah – po dodatnem naročilu občine.

Ostala dela v zimski službi

Vsa ostala dela v zimski službi se izvajajo na osnovi dogovora z občino. Prav tako se v sklopu ostalih del v zimskem času vzdržujejo poškodovane javne površine (asfalt, tlak), tudi po naročilu občine.

7.1.7 Organizacija dežurstva

Dežurstvo v zimski službi traja neprekinjeno 24 ur na dan, od začetka do konca zimske sezone (od 15. 11.–15. 3.).

Naloge dežurnega zimske službe so:

- spremlja vremenske podatke (temperaturo zraka in vlago v zraku na posebnih obrazcih),
- v vremenskih prilikah sproži akcijo za posip in pluženje.

Dežurni zimske službe je zadolžen za pravočasno izvajanje posipa, v času sneženja pa za pravočasno obveščanje odgovornih za izvajanje pluženja in takojšnje obveščanje predstavnika strokovne službe občine.

Dežurni zimske službe je dolžan vestno in dosledno izpolnjevati naslednjo dokumentacijo, iz katere so razvidni:

- vremenski podatki,
- pluženje cest in ulic,
- posipi in
- reklamacije.

Vso omenjeno dokumentacijo je dolžan dnevno oddati odgovornemu predstavniku izvajalca. Vsi dežurni zimske službe so dolžni eden drugemu prenašati ustno in pisno vse, kar ni bilo izvršeno v času njihovega dežurstva naslednjemu dežurnemu z vpisom v knjigo dežurstva.

Organizacija in logistika sta v občini Duplek izpeljani kakovostno in skladno z zakoni. Pri sami organizaciji so v preteklosti največji izdatek predstavljala dežurstva. Slednje so odpravili z uvedbo enega dežurnega delavca na bazi. Ostali dežurni delavci so v pripravljenosti, da ob potrebi pomagajo pri zimskem vzdrževanju.

Za zmanjšanje logističnih stroškov v občini Duplek bi bilo treba narediti trajno deponijo z materialom. Tako bi kooperanti imeli na voljo vedno zadostno količino materiala in ne bi bilo potrebnih daljših voženj v glavno bazo po material. Vendar so ti stroški zanemarljivi.

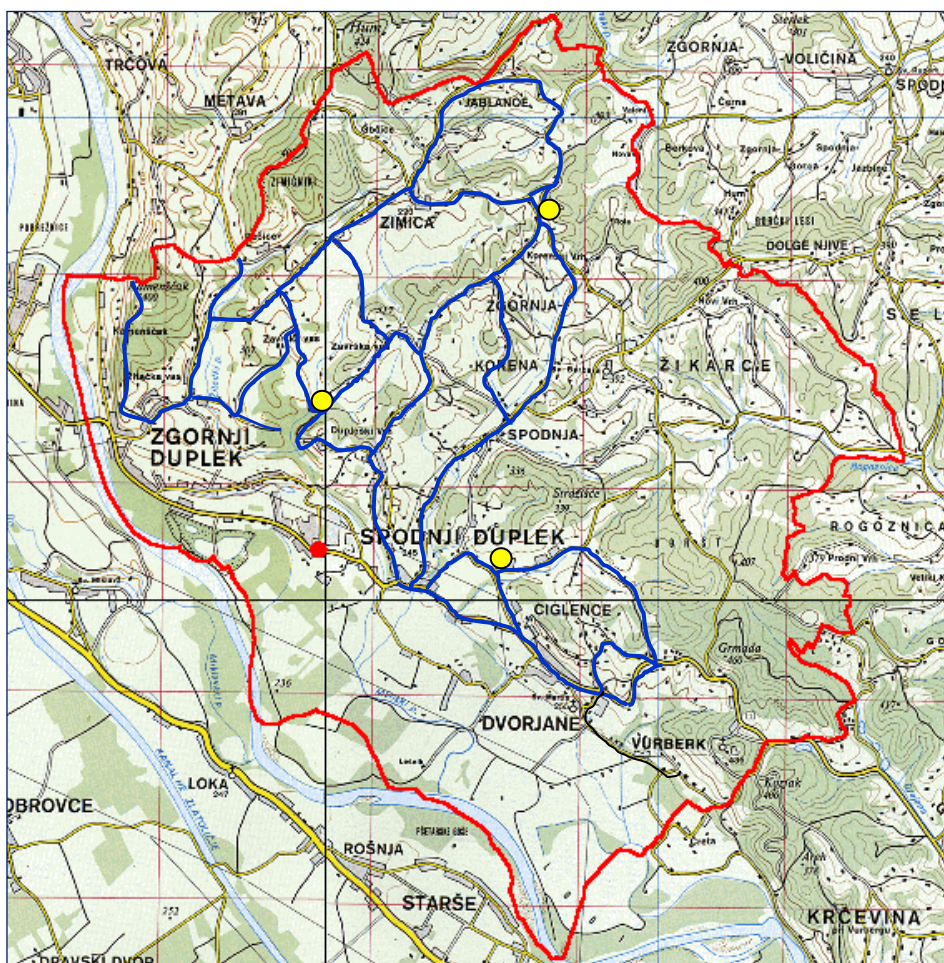
7.2 Seznam lokalnih cest, na katerih Nigrad d.d. opravlja zimsko vzdrževanje

Tabela 1: Seznam lokalnih cest v občini Duplek, na katerih se opravlja zimsko vzdrževanje

ŠT.	CESTA	ODSEK	POTEK CESTE	DOLŽINA (m)
1.	C 081010	C 081011	ZG. DUPLEK – MALEČNIK	1.409
2.	C 081020	C 081021	ZG. DUPLEK – ZIMICA – KORENA	5.826
3.	C 081020	C 081022	ZG. DUPLEK – ZIMICA – KORENA	210
4.	C 081030	C 081031	ZG. DUPLEK – ŽITEČKA VAS – MALEČNIK	711
6.	C 081070	C 081071	SP. DUPLEK – DUPLEŠKI VRH – VINCE	4.537
7.	C 081090	C 081091	DVORJANE – CIGLENCE	2.922
8.	C081120	C 081121	SP.DUPLEK – JOHE – DVORJANE	2.355
9.	C 081130	C 081131	DVORJANE – VURBERG – ČRETA-FAROŠAK	1.291
10.	C 081140	C 081141	SP.DUPLEK – CIGLENCE	837
11.	C 081167	C 081171	KORENA – VURBERG	3.724
12.	C 203160	C 203161	HRASTOVEC – JABLANCE – KORENA	2.610
13.	C 328090	C 328091	VIČAVA – ČRETA	672
			SKUPAJ:	27.104 m

Vir: Nigrad d.d.

Podatki so prikazani za izvajanje zimske službe v sezonah 2011/2012, 2012/2013 in 2013/2014. Podjetje Nigrad d.d. opravlja zimsko vzdrževanje na lokalnih cestah v občini Duplek na razdalji 27.104 m.



Slika 15: Karta območja izvajanja zimske službe

Vir: Nigrad d.d.

Legenda:

- - deponije za material
- - ceste, na katerih podjetje Nigrad d.d. izvaja zimsko službo

7.3 Stroški zimske službe v občini Duplek po sezonah

Zimska služba postaja vedno večji strošek za občinski proračun. Lokalne ceste so javne ceste, za vzdrževanje teh pa veljajo zakonska določila in tehnični predpisi na osnovi Zakona o javnih cestah, pravilnika o prometni signalizaciji in prometni opremi na javnih cestah, odredbe o omejitvi prometa na cestah v RS, uredbe o merilih za kategorizacijo javnih cest in občinskega odloka o vzdrževanju cest.

Zimska služba sezona 2011/2012

Tabela 2: Strošek občine Duplek za zimsko službo v sezoni 2011/2012

DATUM	ZNESEK
December 2011	10.563,23
Januar 2012	4.810,86
Februar 2012	32.015,69
SKUPAJ:	47.389,77 €

Vir: Lasten

Tabela 3: Prihodki in odhodki izvajalca zimske službe v občini Duplek v sezoni 2011/2012

IZDANE FAKTURE/ BRUTO	FAKTURE KOOPERANTOV/ BRUTO	MATERIALNI STROŠKI/ BRUTO
47.389,77 €	17.737,93 €	22.408,51 €

Vir: Lasten

Zimska služba sezona 2012/2013

Tabela 4: Strošek občine Duplek za zimsko službo v sezoni 2012/2013

DATUM	ZNESEK
November 2012	5.621,85
December 2012	8.723,37
Januar 2013	26.737,31
Februar 2013	24.868,58
Marec 2013	7.872,81
SKUPAJ:	73.823,92 €

Vir: Lasten

Tabela 5: Prihodki in odhodki izvajalca zimske službe v občini Duplek v sezoni 2012/2013

IZDANE FAKTURE/ BRUTO	FAKTURE KOOPERANTOV/ BRUTO	MATERIALNI STROŠKI/ BRUTO
73.823,92 €	27.632,15 €	34.908,04 €

Vir: Lasten

Zimska služba sezona 2013/2014

Tabela 6: Strošek občine Duplek za zimsko službo v sezoni 2013/2014

DATUM	ZNESEK
Januar 2014	2.029,04
Februar 2014	1.656,74
SKUPAJ:	3.685,78 €

Vir: Lasten

Tabela 7: Prihodki in odhodki izvajalca zimske službe v občini Duplek v sezoni 2013/2014

IZDANE FAKTURE/ BRUTO	FAKTURE KOOPERANTOV/ BRUTO	MATERIALNI STROŠKI/ BRUTO
3.685,78 €	1.379,58 €	1.742,81 €

Vir: Lasten

Tabele prikazujejo stroške občine Duplek v zimski službi po mesecih, ter prihodke in odhodke izvajalca zimske službe. Prikazani so podatki za obdobje zadnjih treh sezon zimskega vzdrževanja. Iz tabel je razvidno, da sta sezoni 2011/2012 in 2012/2013 bili za izvajalca zimske službe občutno donosnejši od sezone 2013/2014. Zima 2013/2014 je bila zelo mila zato bom:

**ZARADI MERODAJNOSTI PODATKOV V SVOJIH PREDPOSTAVKAH IN
IZRAČUNIH UPOŠTEVAL SAMO SEZONI 2011/2012 IN 2012/2013!**

8 IZBOLJŠAVE ZIMSKE SLUŽBE V OBČINI DUPEK

Ob spremljanju izvajanja in stroškov zimskega vzdrževanja v občini Duplek sem ugotovil, kje so pomanjkljivosti, zato jih bom skušal v diplomskem delu odpraviti oziroma racionalizirati.

Racionalizacijo zimske službe lokalnih cest v občini Duplek je možno doseči z racionaliziranjem posameznih dejavnikov ter s primernimi in pravočasnimi ukrepi.

Racionalizacija zimske službe pomeni tudi investicijo, ki je kratkoročno povezana z velikimi stroški, kar pa se na daljši rok obrestuje.

8.1 Ureditev (sanacija) vozišč pred pričetkom zimske službe

Za izvajanje zimske službe je pomembna ureditev vozniških površin oziroma odprava pomanjkljivosti. Slabo stanje na posameznih odsekih (npr. kolesnice, prečna rebra, lokalni posedki) otežujejo sicer učinkovito odstranjevanje snega s pluženjem in pogojujejo dodatne ukrepe (npr. uporabo kemičnih materialov za posipanje), povzročajo pa tudi poškodbe na opreми.

Najprej je treba ugotoviti, kaj je vzrok slabega stanja cestišča, in pomanjkljivosti v celoti odpraviti. Nepopolna ali nepravočasno izvršena vzdrževalna dela povzročijo v večini primerov nesorazmerno povečanje prvotnih škodljivih sprememb.

Značilni vzroki za škodljive spremembe zaradi pomanjkljivega vzdrževanja so predvsem neprimerna:

- obdelava razpok, reg in stikov,
- krpanje udarnih jam in poškodovanih robov ter
- odvodnjavanje.

Največja pomanjkljivost rednega vzdrževanja cest je neurejeno odvodnjavanje. Zaradi zastajanja vode ob robovih vozišč zaradi previsokih bankin pride do škodljivih sprememb voziščne konstrukcije in podlage. Voda, ki zastaja v neočiščenih odvodnih jarkih in jaških, škodljivo vpliva na nosilnost podlage voziščnih konstrukcij.

V spodnjih tabelah so odseki cestišč, na katerih je treba odstraniti pomanjkljivosti pred pričetkom zime. Najcenejša in najmanj kakovostna odstranitev pomanjkljivosti je krpanje z asfaltno maso. To pomeni, da se udarne jame zapolnijo z asfaltno maso, brez da bi se ugotovil vzrok, zaradi katerega se je pojavila poškodba na cestišču. Ta sanacija je kljub temu, da je najmanj kakovostna, najbolj pogosta, saj so občine prisiljene iskati najugodnejšo rešitev v danem trenutku.

Sanacija pomanjkljivosti je kakovostna odstranitev napake, saj je tukaj vključeno, da se ugotovi vzrok poškodbe cestišča, naredijo izkop, nasip novega materiala, asfaltiranje in odvodnjavanje. Sanacija same pomanjkljivosti pomeni, da je sanirana samo večja pomanjkljivost, brez da bi se upoštevalo manjše poškodbe cestišča. Na kakovostno opravljeni sanaciji cestišča se ne bo pojavila poškodba oziroma pomanjkljivost, vendar pa je zaradi manjših poškodb poleg sanacije, katere v danem trenutku niso bile kritične, velika verjetnost, da se bo poškodba na cestišču pojavila čez čas prav na teh manjših pomanjkljivostih.

Obnova cestišča je najbolj kakovostna in trajna odstranitev napake. To pomeni, da se ugotovi vzrok poškodbe cestišča, naredijo izkop, nasip novega materiala, asfaltiranje in odvodnjavanje. Za razliko od sanacije se tukaj upoštevajo tudi manjše poškodbe cestišča, katere bi čez čas prešle v poškodbe in ponovno sanacijo slednjih. Obnova je najdražja različica odprave pomanjkljivosti. Mnogo občin se ravno zaradi stroška ne odloči za obnovo, kljub temu, da se slednja na daljši rok izplača.

Vzdrževanje 2011

Tabela 8: Potrebno redno vzdrževanje cest v občini Duplek 2011

TIP POŠKODBE	DODATEN OPIS	POVRŠINA	OPOMBE	OBNOVA	SANACIJA	KRPANJE
PO	(15x2) m	Cesta	ZG. DUPLEK – MALEČNIK	3.300,00	1.650,00	840,00
PO	(10x2,0) m	Cesta	ZG. DUPLEK – MALEČNIK	2.200,00	1.100,00	560,00
PO	(5x3) m	Cesta	ZG. DUPLEK – ZIMICA – KORENA	1.650,00	825,00	420,00
MR	(6x3) m	Cesta	ZG. DUPLEK – ZIMICA – KORENA	1.980,00	990,00	504,00
PO	(10x2) m	Cesta	ZG. DUPLEK – ZIMICA – KORENA	2.200,00	1.100,00	560,00
MR	(7,5x2) m	Cesta	ZG. DUPLEK – ZIMICA – KORENA	1.650,00	825,00	420,00
PO	(9x2)m	Cesta	SP. DUPLEK – DUPLEŠKI VRH – VINCE	1.980,00	990,00	504,00
PO	(14x3,5) m	Cesta	SP. DUPLEK – DUPLEŠKI VRH – VINCE	5.390,00	2.695,00	1.372,00

TIP POŠKODBE	DODATEN OPIS	POVRŠINA	OPOMBE	OBNOVA	SANACIJA	KRPAJNE
PO	(7,5x2) m	Cesta	SP. DUPLEK – DUPLEŠKI VRH – VINCE	1.650,00	825,00	420,00
PO	(20x1,5) m	Cesta	SP. DUPLEK – JOHE – DVORJANE	3.300,00	1.650,00	840,00
MR	(6x2) m	Cesta	SP. DUPLEK – JOHE – DVORJANE	1.320,00	660,00	336,00
MR	(15x2) m	Cesta	DVORJANE – CIGLENCE	3.300,00	1.650,00	840,00
PO	(10x2) m	Cesta	DVORJANE – CIGLENCE	2.200,00	1.100,00	560,00
PO	(4x3) m	Cesta	DVORJANE – VURBERG – ČRETA – FAROŠAK	1.320,00	660,00	336,00
PO	(10x2) m	Cesta	DVORJANE – VURBERG – ČRETA – FAROŠAK	2.200,00	1.100,00	560,00
PO	(7x3) m	Cesta	SP. DUPLEK – CIGLENCE	2.310,00	1.155,00	588,00
PO	(15x2) m	Cesta	KORENA – VURBERG	3.300,00	1.650,00	840,00
PO	(5x3) m	Cesta	KORENA – VURBERG	1.650,00	825,00	420,00
MR	(12,5x2) m	Cesta	HRASTOVEC – JABLANCE – KORENA	2.750,00	1.375,00	700,00
PO	(18x3) m	Cesta	HRASTOVEC – JABLANCE – KORENA	5.940,00	2.970,00	1.512,00
PO	(20x2) m	Cesta	VIČAVA – ČRETA	4.400,00	2.200,00	1.120,00
SKUPAJ:				55.990,0 €	27.995,0 €	14.252,0 €

Vir: Lasten

Vzdrževanje 2012

Tabela 9: Potrebno redno vzdrževanje cest v občini Duplek 2012

TIP POŠKODBE	DODATEN OPIS	POVRŠINA	OPOMBE	OBNOVA	SANACIJA	KRPANJE
PO	(18x2) m	Cesta	ZG. DUPEK – MALEČNIK	3.960,00	1.980,00	1.008,00
PO	(12x2,0) m	Cesta	ZG. DUPEK – MALEČNIK	2.640,00	1.320,00	672,00
PO	(10x3) m	Cesta	ZG. DUPEK – ZIMICA – KORENA	3.300,00	1.650,00	840,00
MR	(7x3) m	Cesta	ZG. DUPEK – ZIMICA - KORENA	2.310,00	1.155,00	588,00
PO	(12x2) m	Cesta	ZG. DUPEK – ZIMICA – KORENA	2.640,00	1.320,00	672,00
MR	(9x2) m	Cesta	ZG. DUPEK – ZIMICA – KORENA	1.980,00	990,00	504,00
PO	(11x2) m	Cesta	SP. DUPEK – DUPEŠKI VRH - VINCE	2.420,00	1.210,00	616,00
PO	(17x3,5) m	Cesta	SP. DUPEK – DUPEŠKI VRH – VINCE	6.545,00	3.272,50	1.666,00
PO	(9x2) m	Cesta	SP. DUPEK – DUPEŠKI VRH – VINCE	1.980,00	990,00	504,00
PO	(24x1,5) m	Cesta	SP. DUPEK – JOHE – DVORJANE	3.960,00	1.980,00	1.008,00
MR	(7,5x2) m	Cesta	SP. DUPEK – JOHE – DVORJANE	1.650,00	825,00	420,00
MR	(18x2) m	Cesta	DVORJANE – CIGLENCE	3.960,00	1.980,00	1.008,00
PO	(12x2) m	Cesta	DVORJANE – CIGLENCE	2.640,00	1.320,00	672,00
PO	(5x3) m	Cesta	DVORJANE – VURBERG – ČRETA – FAROŠAK	1.650,00	825,00	420,00
PO	(12x2) m	Cesta	DVORJANE – VURBERG – ČRETA – FAROŠAK	2.640,00	1.320,00	672,00

TIP POŠKODBE	DODATEN OPIS	POVRŠINA	OPOMBE	OBNOVA	SANACIJA	KRPAJE
PO	(8x3) m	Cesta	SP. DUPLEK – CIGLENCE	2.640,00	1.320,00	672,00
PO	(18x2) m	Cesta	KORENA – VURBERG	3.960,00	1.980,00	1.008,00
PO	(6x3) m	Cesta	KORENA – VURBERG	1.980,00	990,00	504,00
MR	(15x2) m	Cesta	HRASTOVEC – JABLANCE – KORENA	3.300,00	1.650,00	840,00
PO	(22x3) m	Cesta	HRASTOVEC – JABLANCE – KORENA	7.260,00	3.630,00	1.848,00
PO	(24x2) m	Cesta	VIČAVA – ČRETA	5.280,00	2.640,00	1.344,00
SKUPAJ:				68.695,0 €	34.347,5 €	17.486,0 €

Vir: Lasten

IZRAZI:

PO – Poškodbe na cestišču (udarne jame ...)

MR – Mrežaste razpoke

Cena:

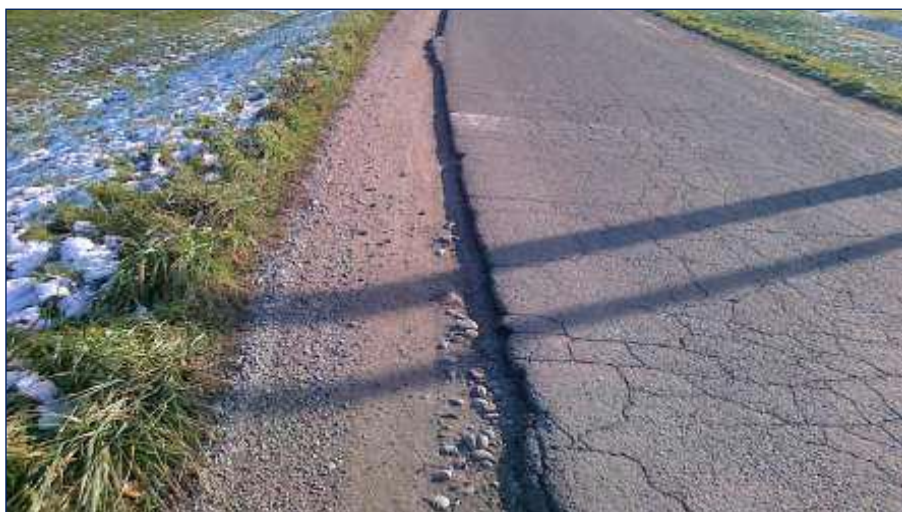
- Obnova: po oceni
- Sanacija: 55,00 €/m²
- Krpanje z asfaltno maso: 28,00 €/m²

Kot je razvidno iz tabel, se je občina Duplek leta 2011 odločila, da bo poškodbe na voziščih samo krpala z asfaltno maso in tako niso kakovostno sanirali poškodbe, kaj šele preprečili njeno širjenje na cestišču. Iz leta 2011 na leto 2012 vidimo, da je zaradi vseh dejavnikov, ki vplivajo na cestišče, v povprečju nastalo za 20 % več škode. To bi se dalo s kakovostno sanacijo oziroma obnovo upočasniti oziroma preprečiti.



Slika 16: Razpoke na cestišču

Vir: Lasten



Slika 17: Mrežaste razpoke na cestišču

Vir: Lasten

8.2 Posipni materiali

Kot pomanjkljivost vzdrževanja je mogoče upoštevati tudi učinke posipanja vozišč v sklopu zimske službe, ki povzroča dodatne termične in mehanske obremenitve materialov, vgrajenih v obrabne plasti cestišč.

Pozimi je mogoče zagotoviti kopna vozišča samo, če se za posipanje uporabijo kemični materiali. Ker ti materiali odvzamejo za tajanje potrebno toploto iz okolja (natrijev klorid v celoti, kalcijev klorid pa pretežni meri), je s tem termično obremenjeno predvsem bitumensko vezivo cestišča. Zaradi ohladitve pozimi se bitumensko vezivo krči, tako nastanejo na vozišču mikrorazpoke. Skozi nastale razpoke lahko prodirata solnica in voda v voziščno konstrukcijo. Svoje doda še promet, zaradi katerega se bitumensko vezivo ne more ponovno zlepiti, kar omogoča hitrejšo razgraditev asfaltne plasti.

Če se solnica v razpokah na obrabni plasti suši, nastanejo zaradi kristalizacije soli izredno velike mehanske obremenitve, ki povzročajo povečanje razpok.

Škodljiv vpliv kemičnih posipnih materialov na obstojnost obrabnih plasti pomeni stalna vlažnost vozišč, kajti

- zaradi nizkega ledišča solnice je vozišče mokro tudi pri temperaturah pod 0 °C in ker
- zaradi higroskopskega učinka soli vežejo veliko količino vode, je sušenje vozišča počasnejše.

Ker se s količino posute soli na vozišču povečuje debelina plasti vode, se varnost vožnje postopoma zmanjšuje.

Posipanje vozišč s kamnitimi zrni le v majhni meri mehansko vpliva oziroma obremenjuje v obrabne plasti vgrajene materiale.

V času pred pričetkom zimske službe se v sklopu pridobivanja dobaviteljev opravi nadzor blaga, ki se dobavlja v neodvisnih preizkusnih laboratorijih. Dobavitelji se pogodbeno zavežejo, da bodo dobavljali blago ustrezne kakovosti. V kolikor se kljub vsemu zgodi, da dobavljeni material ni ustrezen, se ga zavrne in se nabavi drugega, ki izpolnjuje zahtevane kriterije. Nastalo škodo in dodatne stroške krije povzročitelj.

Zimska služba sezona 2011/2012

Tabela 10: Porabljeni material v zimski službi v sezoni 2011/2012

DATUM	PORABLJENA SOL	PORABLJENI PESEK
December 2011	42,56	83,25
Januar 2012	16,7	35,1
Februar 2012	119,62	282,5
SKUPAJ:	238,14 t	400,85 m³

Vir: Lasten

Zimska služba sezona 2012/2013

Tabela 11: Porabljeni material v zimski službi v sezoni 2012/2013

DATUM	PORABLJENA SOL	PORABLJENI PESEK
November 2012	23,0	73,0
December 2012	29,19	65,75
Januar 2013	87,18	209,25
Februar 2013	70,6	169,5
Marec 2013	26,0	63,0
SKUPAJ:	235,97 t	580,5 m ³

Vir: Lasten

Cena:

Sol leta 2011: 113,72 €/t

Sol po letu 2011: 104,81 €/t

Pesek: 20,36 €/m³

Mešanica je približno 1:3.

V Sloveniji se kot posipni material za zimsko službo uporabljata sol in pesek. Cena obeh materialov je odvisna od ponudnika, lokacije, povpraševanja in trenutnega stanja v gradbeništvu. Strošek materiala za zimsko službo v občini Duplek predstavlja skoraj polovico celotnih stroškov, ki jih ima občina v sezoni izvajanja zimskega vzdrževanja. Poleg tega sol uničuje cestišče in tako povzroča še večji strošek za občino. Zato bi bilo treba premisliti, kakšna je alternativa za sol in pesek.

Alternativa je do zdaj še ne toliko uporabljena sol, oplaščena z melaso. Po raziskavah sodeč ima ta posipni material v prvih 15 do 20 minutah po posipu rahel zaostanek glede na sol, vendar v nadaljevanju učinkovitost soli, oplaščene z melaso, narašča v primerjavi z navadno soljo. Drsnost cestišča se pri soli, oplaščeni z melaso, ne spremeni. Sol, oplaščena z melaso, ima zelo dober učinek pri preventivnem posipavanju cestišč, saj je zelo dobro oprijemljiva in je vozila napram navadni soli ne odpihnejo na rob suhega cestišča. Preizkusi so pokazali tudi, da je melasa primerna za neposredno omakanje suhe soli na posipalnem krožniku posipalnika. Takšna sol učinkuje bistveno boljše in preprečuje nastanek poledice tudi pri temperaturah,

nižjih od – 10 °C. Bistvena razlika med soljo, oplaščeno z melaso, in navadno soljo je tudi ta, da sol, oplaščena z melaso, ne napravi škode na cestišču, ne uničuje rastlin in ni škodljiva za podtalnico.

Zimska služba sezona 2011/2012

Tabela 12: Predvideni stroški ob posipavanju oplaščene soli z melaso

STROŠKI NAVADNE SOLI IN PESKA	STROŠKI SOLI, OPLAŠČENE Z MELASO
22.408,51 €	29.131,06 €

Vir: Lasten

Zimska služba sezona 2012/2013

Tabela 13: Predvideni stroški ob posipavanju oplaščene soli z melaso

STROŠKI NAVADNE SOLI IN PESKA	STROŠKI SOLI, OPLAŠČENE Z MELASO
34.908,04 €	45.380,45 €

Vir: Lasten

Ob uporabi soli, oplaščene z melaso, bi se stroški zaradi investicije v prvih 4–5 letih povečali za okoli 30 %, nekje po 4–5 letih pa bi se začeli zniževati za okoli 30 %. Kljub temu se le ponekod v tujini (Kanada, Romunija) odločajo za posipavanjem s soljo, oplaščeno z melaso, saj menijo, da je material še premalo preizkušen.

8.3 Mehanizacija in sodobna tehnologija

8.3.1 Mehanizacija

Za zimsko službo v občini Duplek so v obeh sezonah (2011/2012 in 2012/2013) skrbeli kooperanti s svojo mehanizacijo. Podjetje Nigrad d.d. ni za izvajanje zimske službe uporabljalo svoje mehanizacije. Ocenili so, da so stroški preveliki.

Za zimsko vzdrževanje v občini Duplek so skrbeli trije kooperanti z naslednjo mehanizacijo:
Traktor – Steyr 9100 M s priključenim plugom in posipalcem.



Slika18: Traktor Steyr

Vir: Youtube,
<http://i.ytimg.com/vi/4Z7to3Z7oYU/hqdefault.jpg>

Unimog s priključenim plugom in posipalcem



Slika19: Unimog

Vir: Rotech,
http://www.rotech.hr/slike/IMG_9180.JPG

Traktor Deutz s priključenim plugom in posipalcem



Slika20: Traktor Deutz

Vir: Agromehanika,

http://www.agromehanika.si/uploads/photos/snezni_plug_pronar_pu_3300_id_189_002.jpg

Pri mehanizaciji, katera skrbi za zimsko službo v občini Duplek, bi se dalo najbolj privarčevati z novo tehnologijo posipalnikov. Slednji zaradi nove tehnike dozirajo sol bolj natančno kot starejši posipalniki. To bi imelo za vzrok, da bi se porabila manjša količina soli in bi ceste imele malenkost daljšo življenjsko dobo. Kljub temu sem ocenil, da bi bila sama investicija v nove posipalnike in kasneje redno vzdrževanje slednjih za kooperante ali Nigrad d.d. prevelika.

8.3.2 Sodobna tehnologija

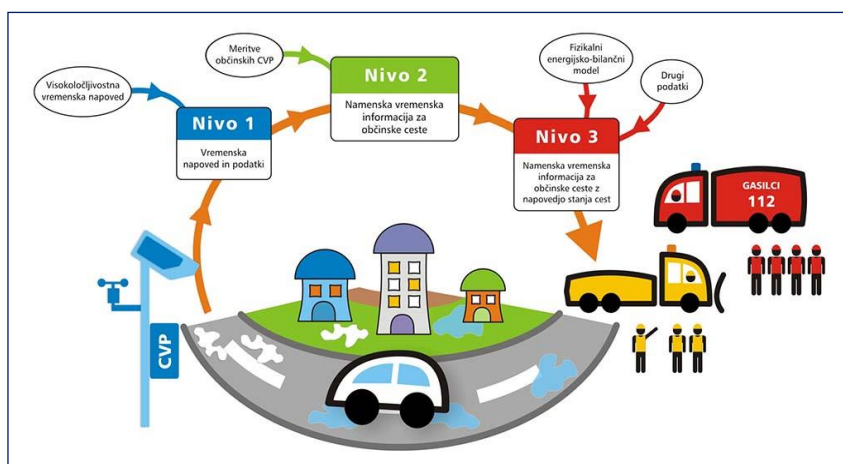
Uporabniki v cestnem prometu potrebujejo predvsem dobro informacijo o trenutni vremenski situaciji in stanju cestišč. Za vzdrževalce cest pa je še bolj pomembna tudi dobra napoved razvoja vremena za načrtovanje njihovih aktivnosti.

Nekateri vremenski pojavi so lahko za samo napovedovanje zelo zahtevni, še posebej, ker se zahteve po čim boljšem krajevnem in časovnem opisu vseskozi večajo. Zato postajajo tudi cestni vremenski informacijski sistemi vse kompleksnejši in vključujejo vse večje število različnih metod za doseganje cilja.

Občina Duplek nima cestnega vremenskega sistema. V svojih raziskavah sem našel cenejšo različico cestno-vremenskega informacijskega sistema, katera je namenjena prav občinam.

Občinski vremenski informacijski sistem je trenutno še v razvoju, vendar bo prišel v kratkem na trg. Na voljo bo imel tri ravni. Za vzdrževalce zimske službe bo najprimernejša tretja

raven, ki poleg vremenske napovedi in meritve iz cestno-vremenskih postaj vključuje tudi specialno napoved temperature in stanja cestišča do 12 ur v naprej. Napoved stanja cestišča pripomore k manjši porabi soli, saj omogoča izvajanje preventivnega posipavanja, poleg tega pa je pomembno tudi merjenje ostanka soli na cesti od zadnjega posipa, s čimer se lahko predvidi potrebno razliko pri naknadnem posipavanju. Nujni pogoj za učinkovito delovanje takega sistema so seveda najprej dobra informacijska infrastruktura, standardizacija izmenjevalnih formatov podatkov in čim večja stopnja avtomatizacije procesov. (CGS, <http://www.cgsplus.si/>)



Slika 21: Občinski informacijski sistem

Vir: CGS,

<http://www.cgsplus.si/Portals/1/Resitve/ITS/CGS%20Obcinski%20vremenski%20portal.jpg>

Ocenjena vrednost celotne investicije za občino Duplek, brez letnega vzdrževanja občinsko-informacijskega sistema, je 25.000 €. Cena letnega vzdrževanja občinsko-informacijskega sistema je 5.000 €. Predpostavljam, da bi se z občinsko-informacijskim sistemom letno prihranilo 20 % stroškov kooperantov in materiala.

Zimska služba sezona 2011/2012

Tabela 14: Predvideni stroški zimske službe z občinsko-informacijskim sistemom

FAKTURE KOOPERANTOV/ BRUTO	MATERIALNI STROŠKI/ BRUTO
14.190,34 €	17.926,81 €

Vir: Lasten

Zimska služba sezona 2012/2013

Tabela 15: Predvideni stroški zimske službe z občinsko-informacijskim sistemom

FAKTURE KOOPERANTOV/ BRUTO	MATERIALNI STROŠKI/ BRUTO
22.105,72 €	27.926,43 €

Vir: Lasten

Iz tabel je razvidno koliko bi lahko s pomočjo občinsko-informacijskega sistema v sezoni 2011/2012 in 2012/2013 prihranila občina Duplek. Prihranek bi bil tako pri stroških kooperantov, kot tudi pri stroških materiala, saj tako ne bi bilo nepotrebnega posipavanja cestišča.

9 PREDVIDENI STROŠKI IZBOLJŠAV S PRIKAZOM ZMANJŠANJA STROŠKOV ZA OBČINO V OBDOBJU 10 LET

9.1 Ureditev (sanacija) vozišč pred pričetkom zimske službe

Tabela 16: Prikaz stroškov s krpanjem z asfaltno maso in obnovo v obdobju 5 in 10 let

	OBDOBJE 5 LET	OBDOBJE 10 LET
BREZ IZBOLJŠAV	35.463,54 €	88.244,63 €
Z IZBOLJŠAVAMI	55.990,00 €	55.990,00 €
PRIHRANEK	-20.526,46 €	32.254,63 €

Vir: Lasten

9.2 Posipni materiali

Tabela 17: Prikaz stroškov posipavanja z navadno soljo in soljo, oplašeno z melaso, v obdobju 5 in 10 let

	OBDOBJE 5 LET	OBDOBJE 10 LET
BREZ IZBOLJŠAV	143.290,00 €	286.580,00 €
Z IZBOLJŠAVAMI	167.650,90€	277.985,30 €
PRIHRANEK	-24.360,00 €	8.594,70 €

Vir: Lasten

9.3 Mehanizacija in sodobna tehnologija

Tabela 18: Prikaz stroškov brez in z občinskim informacijskim sistemom v obdobju 5 in 10 let

	OBDOBJE 5 LET	OBDOBJE 10 LET
BREZ IZBOLJŠAV	256.716,58 €	513.433,15 €
Z IZBOLJŠAVAMI	255.370,38 €	485.740,76 €
PRIHRANEK	1.346,20 €	27.692,39 €

Vir: Lasten

V tabelah 17, 18 in 19 so prikazani stroški in prihranek v primeru brez izboljšav in z izboljšavami v obdobju 5 in 10 let. Kot je razvidno, bi se sanacija cestišča in investicija v nove materiale izplačali v obdobju desetih in več let, medtem ko bi se investicija v sodobno tehnologijo izplačala že po petih letih. Predvidevam, da bi se prihranek pri sodobni tehnologiji ob povezovanju med sosednjimi občinami še povečal, vendar slednje zaradi poslovne tajnosti nisem mogel preveriti in tako nisem vključil v izračun.

10 ZAKLJUČEK

Namen in cilji mojega diplomskega dela so bili, da predstavim izboljšave, katere bi prihranile stroške zimske službe v občini Duplek v obdobju desetih let. Svoje cilje sem dosegel in z izračuni tudi podkrepil. Seveda je treba za to, da bi se prihranil denar, na začetku denar najprej investirati.

Da bi svoje cilje dosegel, sem začel zbirati informacije, na kakšen način se da privarčevati. Po tem, ko sem preučil vso potrebno teorijo in našel vzroke za stroške, je prišel na vrsto korak, kako te stroške znižati. Glede na to, da ta korak ni enostaven, sem zanj porabil kar veliko časa in truda, da sem se osredotočil na prave načine varčevanja, saj ni vsak način primeren za tako malo občino, kot je Duplek.

Najprej sem pregledal celotne stroške občine Duplek z zimsko službo v sezonah od 2011 do 2014, vendar sem se zaradi merodajnosti podatkov odločil, da bom upošteval samo sezoni 2011/2012 in 2012/2013. Z navedbo stroškov sem imel podano osnovo za kasnejše izračune in primerjave. Ugotovil sem, da se da občutno znižati stroške oziroma privarčevati v zimski službi v občini Duplek pri sanaciji cestišča, posipnih materialih in uvedbi sodobne tehnologije ter manj oziroma nič pri mehanizaciji in organizaciji.

Dobra sanacija pred pričetkom zimske sezone ob začetnem vložku prihrani mnogo denarja na daljši rok. Naredil sem izračune, koliko bi občina Duplek v že omenjenih zimskih sezonah morala investirati ali v popolno obnovo ali v sanacijo ali v krpanje z asfaltno maso. Ob predpostavki, da se ne bi pojavile nove poškodbe na drugih mestih cestišč v občini Duplek, so izračuni pokazali, da se na obdobje desetih let najbolj privarčuje pri večjem začetnem vložku in kakovostno opravljenem delu. To pomeni, da bi se za občino Duplek najbolj izplačalo takoj obnoviti vsa cestišča, katera so obnove potrebna, in jih ne krpati z asfaltom, saj so tako pomanjkljivosti samo začasno odstranjene.

Posipni materiali, kakršne poznamo, uničujejo cestišče in so škodljivi za okolje. Zato sem si zadal cilj, da poiščem kakovosten material, ki bi se po lastnostih lahko kosal z dosedanjimi in bi ob tem še bil na daljši rok cenejši. Kljub težki nalogi sem ta material le našel in bil začuden, da se ga ne uporablja v več krajih oziroma državah. Testi so pokazali, da sol, , oplasčena z melaso, daje dobre rezultate v vremenskih razmerah, kakršne imajo v občini

Duplek pozimi. Kljub temu, da bi se ob začetnem vložku dalo v obdobju desetih let privarčevati, se za posipavanje s tem materialom ne odloča dosti občin oziroma držav. Kot razlog navajajo, da naj bi bil material premalo preizkušen in začetna investicija prevelika. Kljub temu menim, da bi se občini Duplek obrestovalo investirati.

Sodobna tehnologija se razvija z neverjetno hitrostjo. Na vseh področjih se s pomočjo slednje da privarčevati in tako bi moralo biti tudi v zimski službi. Ob pregledu tehnologije, katera je na voljo za zimsko službo, sem se odločil, da izpostavim in izračunam stroške za najbolj primerno v občini Duplek. To je občinski informacijski sistem, kateri bo v kratkem na voljo in temelji na optimizaciji vzdrževanja cest. S to tehnologijo bi se privarčevalo pri materialu in logistiki, saj ne bi bilo več nepotrebnega posipavanja cestišč. Tako bi se kljub začetni investiciji in letnemu vzdrževanju sistema v obdobju desetih let tak sistem obrestoval.

Moje predpostavke so bile tudi, da bi se lahko privarčevalo z novo mehanizacijo in dobro organizacijo zimske službe. Po preučitvi teorije in raznih cen sem slednje ovrgel, saj so pri mehanizaciji vložki in letno vzdrževanje opreme preveliki za manjše občine, kakršna je Duplek. Sama organizacija zimske službe je izvedena s strani izvajalca strokovno in z zakoni. Tako, da tudi pri sami organizaciji in logistiki ni več možno veliko privarčevati. Prihranki bi lahko bili z manjšimi izboljšavami minimalni in se v obdobju desetih let ne bi poznali.

Moji predlogi in izvedeni preračuni za občino Duplek so dokaz, da se v zimski službi še da privarčevati. S tem sem dosegel namen in cilje svojega diplomskega dela. Izračunal sem, da bi lahko občina Duplek z upoštevanjem mojih ugotovitev v desetih letih privarčevala med 60.000 in 70.000 evrov. Zaradi situacije na trgu in raznih nihanj se za tako dolgo obdobje ne da natančno napovedati prihranka.

Tako sem prišel do zaključka, da ni težava v dejstvu, da se privarčevati ne bi dalo, ampak v tem, da je pri vsem potrebno začetno vlaganje. Ker občina Duplek te možnosti nima, se pravi, ne razpolaga z zadostnimi financami, so prisiljeni v začasno najugodnejšo rešitev, za katero pa vidimo, da ni najugodnejša na daljši rok.

11 UPORABLJENA LITERATURA IN VIRI

11.1 Literatura

1. Knez J., (2001). *Cestni informacijski sistem*. Bled.
2. Naglič O., (2002). *Drsnost voznih površin v odvisnosti od posipa soli za zimsko vzdrževanje*. Ljubljana.
3. Pašić Z., (2003). *Zimsko održavanje puteva*. Tuzla: CIP, Nacionalna i univerzitetska biblioteka Bosne i Hercegovine.
4. Pavrič S., (2002). *Cestno vremenske postaje na avtocestah sistem zgodnjega opozarjanja na poledico*. Zreče.
5. Susman M., (2003). *Kako pripraviti ustrezen načrt zimske službe v naseljih*. Bled
6. Švegl F., Hevka P., Herga L., Verbovšek Judež V., (2006). *Lastnosti soli za posipavanje oplasčene z melaso*. Portorož.
7. Švegl F., Verbovšek Judež V., Hevka P., (2007). *Uporaba drobljenca kot posipnega materiala v zimski službi*. Ljubljana.
8. Žmavc J., (2002). *6. Slovenski kongres o cestah in prometu*. Portorož
9. Žmavc J., (2010). *Vzdrževanje cest*. Ljubljana: DRC.

11.2 Internetni viri

10. Avera. (2014). Pridobljeno 23.8.2014 s spletne strani <http://www.avera.si/>
11. CGS. (2014). Pridobljeno 30.8.2014 s spletne strani <http://www.cgsplus.si/>
12. DARS. (2014). Pridobljeno 18.8.2014 s spletne strani http://www.dars.si/Dokumenti/O_avtocestah/Vzdrzevanje_AC_in_HC/Redno_zimsko_vzdrzevanje_79.aspx
13. Dr. Quack D., Möller M., Gartiser S. (2004) Kommunal Winterdienst – von der ökologischen Seite betrachtet. Pridobljeno 19.8.2014 s spletne strani <http://www.oeko.de/oekodoc/239/2004-027-de.pdf>
14. Riko Ribnica. (2014). Pridobljeno 20.8.2014 s spletne strani <http://www.rikoribnica.com/>
15. Schweizer Salinen. (2014). Pridobljeno 23.8.2014 s spletne strani http://www.salz.ch/wp-content/uploads/pdfs/Winterdienst_2010.pdf