



B&B
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA

Diplomsko delo višješolskega strokovnega študija
Program: Promet
Modul: cestni promet

ZIMSKO VZDRŽEVANJE NA DRŽAVNIH CESTAH GORENJSKE REGIJE

Mentor: mag. Brane Lotrič
Somentor: prof. Pavle Hevka
Lektorica: mag. Vesna Leban

Kandidat: Boštjan Urankar

Kranj, junij 2007

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju, gospodu prof. mag. Branetu Lotriču in somentorju gospodu prof. Pavletu Hevka.

V želji in potrebi po dodatnem izobraževanju bi se rad zahvalil sodelavcem, ki so mi omogočili študij tehnologije prometa.

Zahvalil bi se tudi g. Janezu Pircu in g. Damjanu Pestotniku iz CP Kranj za pomoč in nasvete pri izdelavi diplomskega dela.

Zahvaljujem se tudi lektorici mag. Vesni Leban, ki je lektorirala mojo diplomsko nalogo.

IZJAVA

Študent Boštjan Urankar izjavljam, da sem avtor tega diplomskega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom mag. Braneta Lotriča in somentorja prof. Pavleta Hevka.

Skladno s 1. odstavkom 21. člena Zakona o avtorskih in sorodnih pravicah dovoljujem objavo tega diplomskega dela na spletni strani šole.

Dne: 05. 05. 2007

Podpis: Boštjan Urankar

POVZETEK

V diplomski nalogi sem predstavil zimsko vzdrževanje na državnih cestah gorenjske regije. Naloga izvajanja zimske službe je, da se zagotovi stalna prevoznost cest ter varnost, udobnost in ekonomičnost vožnje vseh udeležencev v prometu.

Da bi bila diplomatska naloga čim bolj uporabna tako za naročnike kot tudi izvajalce zimske službe, sem dal poudarek na organizaciji izvajanja zimske službe v vrstah in količini porabe posipnih sredstev z ugotavljanjem nastanka poledice na cestah. V nalogi sem tudi nakazal, kako naj naročnik zimske službe opravlja strokovni nadzor nad izvajanjem le-te.

Izboljšanje načina ugotavljanja poledice zimskega vzdrževanja na cestah in uporaba primernih posipnih sredstev bi lahko peljala k racionalizaciji zimske službe. Z uvedbo cestno informativnega sistema, merilca slanosti – SOBO 20 in GPS - posipanja bi bilo v veliki meri izključeno odločanje človeškega faktorja. Na ta način bi se izključile napačne odločitve, stanje cest bi bilo varnejše, izvajanje zimske službe pa bi se pocenilo. Nujno moramo upoštevati kriterij varovanja okolja, ki mora biti prisoten pri vseh dejavnikih pri vzdrževanju cest. S pravilno izbiro materialov za posip in z ustreznimi tehnologijami je potrebno v kar največji meri zmanjšati škodljive vplive prometa ter uporabljenih materialov na okolje. V diplomski nalogi želim opozoriti na neskladje med zahtevami uporabnikov cest in priporočljivimi količinami uporabljenih posipnih materialov, ki so še sprejemljivi za okolje.

KLJUČNE BESEDE:

- konfiguracija terena
- vzdrževalna dela
- pripravljalna dela
- posipni materiali
- dežurna služba

ABSTRACT

In my degree I have tried to present winter maintenance work on public motorways in Gorenjska region. The main duty of winter road service is to assure permanent transportability of public roads, as well as safe, comfortable and economical driving of all participants in traffic.

I have laid a great stress on organization of winter road service, on kinds and quantity of strewing material and assessment of consequences on public motorways. I have also tried to indicate how person placing an order of winter works should exercise control over execution of winter road service.

With introduction of road information system, saltiness measurer – SOBO 20 and GPS – strewing, it would be possible to eliminate wrong human decisions, condition of motorways would be safer and execution of winter road service would be cheaper. Regarding this question we also need to take into consideration protection of environment, which nowadays has to be present in all factors regarding public roads.

KEYWORDS:

- land configuration
- maintenance work
- preliminary work
- strewing material
- road service

ZAHVALA	2
POVZETEK	4
ABSTRACT.....	5
1 UVOD.....	8
1.1 PREDSTAVITEV PROBLEMA	8
1.2 PREDSTAVITEV OKOLJA	8
1.3 PREDPOSTAVKE IN OMEJITVE	9
1.4 METODE DELA	9
2 ZIMSKO VZDRŽEVANJE NA DRŽAVNIH CESTAH GORENJSKE REGIJE.....	10
2.1 ORGANIZIRANOST ZIMSKE SLUŽBE.....	11
2.2 OBRAZLOŽITEV IZVEDBENEGA PROGRAMA ZIMSKE SLUŽBE .	13
2.2.1 <i>Zasnova</i>	13
2.2.2 <i>Odstranjevanje snega na vozišču in cestnih objektih</i>	14
2.2.3 <i>Sneženje</i>	14
2.2.4 <i>Mehanizacija in oprema v zimski službi</i>	16
2.3 TRAJANJE ZIMSKE SLUŽBE.....	17
2.3.1 <i>Predhodne aktivnosti</i>	17
2.3.2 <i>Zimska služba</i>	17
2.4 RAZVRSTITEV CEST PO PREDNOSTNIH RAZREDIH	19
2.5 DEŽURSTVA, OBVEZNOSTI PRISOTNOSTI, STOPNJE PRIPRAVLJENOSTI, RAZPORED DELOVNIH SKUPIN TER NALOGE DEŽURNIH V ZIMSKI SLUŽBI	20
2.5.1 <i>Naloge glavnega dežurnega v zimski službi</i>	21
2.5.2 <i>Naloge dežurnega v zimski službi na cestni bazi</i>	22
2.5.3 <i>Način obveščanja</i>	23
3 POSIPNI MATERIALI IN NJIHOVI VPLIVI NA OKOLJE.....	25
3.1 VRSTE POSIPNIH MATERIALOV	25
3.1.1 <i>Natrijev klorid (NaCl)</i>	25
3.1.2 <i>Kalcijev klorid (CaCl₂)</i>	26
3.1.3 <i>Magnezijev klorid (MgCl₂)</i>	27
3.1.4 <i>Drugi posipni materiali</i>	27
3.2 OKVIRNE KOLIČINE POSIPA	28
3.3 DELOVANJE POSIPNIH MATERIALOV	29

3.4	ZAHTEVE ZA KAKOVOST POSIPNIH MATERIALOV	33
3.5	VPLIVI NA OKOLJE PRI POSIPANJU CESTIŠČA IN POSLEDICE LE TEGA	33
4	UGOTAVLJANJE NASTANKA POLEDICE NA CESTAH	36
4.1	NASTANEK POLEDICE NA CESTAH	36
4.2	PREVENTIVNO UGOTAVLJANJE POLEDICE NA CESTAH	37
4.3	NAMEN IN UPORABA VREMENSKEGA INFORMACIJSKEGA SISTEMA	38
4.4	MERILEC SLANOSTI CESTIŠČA – SOBO 20	42
4.5	GPS - POSIPANJE.....	44
4.5.1	<i>Spremljanje in beleženje posipanja</i>	<i>46</i>
4.6	POSIPALNIKI.....	47
5	ZAKLJUČEK.....	49
5.1	PROBLEMATIKA	49
5.2	PREDLOG REŠITVE.....	50
5.2.1	<i>Snežne mreže.....</i>	<i>50</i>
5.2.2	<i>Stružni plotovi.....</i>	<i>51</i>
5.2.3	<i>Usmerjevalne zgradbe</i>	<i>51</i>
5.2.4	<i>Sistemi za nadzorovano proženje plazov Gaz-ex.....</i>	<i>51</i>
5.2.5	<i>Galerije.....</i>	<i>52</i>
	LITERATURA IN VIRI	54
	KAZALO SLIK.....	55
	TABELE	55
	PRILOGA.....	56
	KRATICE IN AKRONIMI.....	56

1 UVOD

1.1 PREDSTAVITEV PROBLEMA

Ceste predstavljajo za vsako državo veliko nacionalno bogastvo, ki ga je potrebno primerno vzdrževati. To dosežemo z ukrepi in aktivnostmi v okviru letnega in zimskega vzdrževanja. Cilj vzdrževalnih ukrepov in aktivnosti je stalna prevoznost cest ter zagotavljanje varnosti, udobnosti in ekonomičnosti vožnje vseh udeležencev v prometu. To mora biti zagotovljeno v vsakem letnem času, ne glede na klimatske in druge pogoje. Odvijanje prometa je zaradi nastajanja poledice in snežnih nanosov na cestah najbolj moteno v zimskem obdobju. Ravno organizacija in izvedba zimske službe imata bistven pomen za zagotavljanje prevoznosti cest v zimskem času. Za dosego tega cilja je treba izvajati široko paleto aktivnosti, ki zahtevajo strokovno znanje in visoko delovno disciplino ter izkušnje. Samo na tak način lahko zimska služba zagotavlja varnost in prevoznost cest ob vsakem, še tako neugodnem vremenu. Osnovno pravilo izvajanja zimske službe je, da se mora delo opraviti hitro, učinkovito in kvalitetno. Poleg tega pa mora biti varovanje okolja ena od glavnih obvez izvajalcev zimske službe.

1.2 PREDSTAVITEV OKOLJA

Stalna prevoznost cest je bistvenega pomena pri zagotavljanju nemotenega življenja in dela ljudi, zato je potrebno v zimskem času, ko so vremenske razmere neugodne, v čim krajšem času in najboljšem možnem obsegu to tudi zagotoviti.

1.3 PREDPOSTAVKE IN OMEJITVE

Dosedanje izkušnje so pokazale, da je v zimskih razmerah težko zagotoviti ustrezno prevoznost cest, saj se pojavljajo predvsem naslednje težave:

- premajhno število plužno-posipnih enot glede na dolžino cest, ki jih je potrebno usposobiti za promet in istočasno premajhno število delovne sile – vse je odvisno od omejenih finančnih sredstev;
- velika ovira pri izvajanju del so naravne in umetne ovire (konfiguracija terena, razni oporni zidovi, žive meje, ograje, jaški....);
- problem so tudi vozniki, ki ne upoštevajo navodil glede obvezne zimske opreme in omejitve prometa v zimskem času.

Glede na zgoraj navedene probleme je potrebno pripraviti izvedbeni program zimske službe, ki vsebuje seznam cest, parkirišč in drugih javnih površin po prednostnih razredih, organizacijo strojev in vozil ter delovne sile, sistem pluženja in posipanja, skratka celotno organizacijo zimske službe.

1.4 METODE DELA

Cilj diplomske naloge je predstaviti zimsko vzdrževanje na državnih cestah gorenjske regije ter predlagati izboljššan način ugotavljanja nastanka poledice.

Za izvedbo diplomske naloge sem uporabil naslednje metode dela: ugotavljanje stanja, intervju, opis, analiza (razčlenjevanje), sinteza (združevanje), prognoza (napoved), solucija (rešitev oz. predlog).

2 ZIMSKO VZDRŽEVANJE NA DRŽAVNIH CESTAH GORENJSKE REGIJE

Zimska služba obsega sklop dejavnosti in opravil, potrebnih za omogočanje prevoznosti cest in varnosti cestnega prometa v zimskih razmerah. Te nastopijo takrat, ko je zaradi zimskih pojavov (sneg, poledica, žled, idr.) lahko normalno odvijanje prometa ogroženo.

Nepravilno in nepravočasno ukrepanje pooblaščenih služb bi v zimskem času povzročilo veliko gospodarsko škodo, zato je v skladu z določili Zakona o javnih cestah in Pravilnika o vrstah vzdrževalnih del na javnih cestah in nivoju rednega vzdrževanja javnih cest, nujno potrebno organizirati kakovostno službo za zimsko vzdrževanje cest.

Za nemoteno izvajanje zimske službe brez večjih zastojev prometa je potrebno pripraviti sledeče:

- pripraviti izvedbeni program zimske službe kot osnovni dokument o organiziranosti zimske službe; v programu so zajeti vsi podatki in vsa potrebna navodila delavcem, vključenim v izvajanje zimske službe;
- zagotoviti zadostno količino posipnih sredstev in materialov;
- usposobiti vso potrebno mehanizacijo, opremo in specialne zimske stroje za opravljanje del v zimski službi;
- pripraviti in opremiti ceste z ustrezno zimsko signalizacijo in opremo;
- organizirati pravočasno obveščanje uporabnikov cest preko sredstev javnega obveščanja.

Vzdrževanje glavnih in regionalnih cest (v nadaljnjem besedilu državnih cest) je na območju, ki ga pokriva CP Kranj – družba za vzdrževanje in gradnjo

cest, d.d., urejeno s pogodbo za redno vzdrževanje cest, sklenjeno med Direkcijo RS za ceste in CP Kranj d.d.

Cesta	Dolžina (km)
Hitre ceste	11,295
Skupaj hitre ceste:	11,295
Glavne ceste I. reda	9,442
Glavne ceste II. Reda	28,64
Skupaj glavne ceste:	38,082
Regionalne ceste I. reda	164,000
Regionalne ceste II. reda	86,843
Regionalne ceste III. reda	101,314
Regionalne ceste - turistične	132,566
Skupaj regionalne ceste:	484,723
Skupaj hitre, glavne, regionalne ceste:	= 534,100

Tabela 1: Zbirka cest, glede na kategorizacijo, ki jih vzdržuje CP Kranj d.d. (Vir: CP Kranj, 2007)

2.1 ORGANIZIRANOST ZIMSKE SLUŽBE

Zimska služba, ki pokriva celotno območje gorenjske regije je organizirana tako, da s svojimi cestno-vzdrževalnimi enotami, ki so smiselno in sistematično umeščene v celotno gorenjsko področje, lahko kakovostno in učinkovito vzdržuje ceste gorenjske regije.

	Cestno - vzdrževalna enota	Dolžina (km)
1.	Kranj	51,754
2.	Tržič	83,454
3.	Škofja Loka	135,596
4.	Radovljica	87,574
5.	Jesenice	79,617
6.	Rateče	35,190
7.	Bohinj	43,415
8.	Jezersko	17,500

Tabela 2: Dolžina cest po cestno- vzdrževalnih enotah CP Kranj d.d. (Vir: CP Kranj, 2007)

Zemljevid področja gorenjske regije, ki ga vzdržuje CP Kranj d.d., je priloženo v prilogi 1.

Sama organizacija izvedbe zimske službe je izdelana v smislu samostojnega pokrivanja zimskega vzdrževanja cest na posameznih mikrolokacijah cestno vzdrževalnih enot.

Na cestno-vzdrževalnih enotah je organiziran pregled državnih cest na posameznem področju, ki jih pokriva posamezna cestno-vzdrževalna enota. Na teh pregledih morajo pregledniki cest izmeriti temperaturo vozišča in zraka ter ugotoviti stanje vozišča. Na podlagi teh preventivnih pregledov se nato dežurna oseba, v posvetu z vodjem ali glavnim dežurnim, odloči za izvedbo akcije posipa cest na posamezni cestno-vzdrževalni enoti.

V primeru obilnejših snežnih padavin pa se ukrepa skladno z izvedbenim programom zimske službe.

V Kranju, kjer je sedež CP Kranj d.d., je v okviru tehnično pripravljalne službe organizirano krmiljenje oziroma povezovanje delovanja celotnega sistema zimske službe. Ta se izvaja preko glavnih dežurnih oseb, ki celotno izvedbo kontrolirajo, povezujejo, usklajujejo in posredujejo informacije o morebitnih zastojih in temperaturah vozišč ter stanju na cestah celotne gorenjske regije investitorju, DRSC in javnosti preko radijskih medijev in interneta.

Glavni dežurni je obenem tudi edina pooblaščen oseba s strani podjetja, ki je pristojna za posredovanje informacij bodisi naključnim občanom, ki te informacije želijo, bodisi časopisnim, radijskim in televizijskim hišam.

Poleg ostalih nalog mora glavni dežurni tudi svetovati področnim dežurnim na cestno vzdrževalnih enotah o optimalni izbiri posipne mešanice glede na specifične vremenske razmere. To pomeni, da more glede na podatke, ki mu jih posredujejo področni dežurni na posameznih cestno-vzdrževalnih enotah, odrediti pravilno izbiro optimalne mešanice glede na vremenske in prometne

razmere in količino posipnega materiala, ki zadostuje za optimalen učinek posipa cest.

V primeru izrednih količin snežnih padavin, se skliče »krizni štab«, ki potem v sodelovanju z glavnim dežurnim vodi akcije pluženja vseh cest.

2.2 OBRAZLOŽITEV IZVEDBENEGA PROGRAMA ZIMSKE SLUŽBE

2.2.1 Zasnova

Izvedbeni program zimske službe je izdelan v skladu z določili Zakona o javnih cestah, Pravilnikom o vrstah vzdrževalnih del na javnih cestah in nivoju rednega vzdrževanja javnih cest, Uredbe o kategorizaciji državnih cest ter Odredbe o omejitvi prometa na cestah v Republiki Sloveniji.

Zimska služba oz. zimsko vzdrževanje cest je samo en segment v sklopu rednega vzdrževanja cest in sicer zaradi izjemnih pogojev, ki nastajajo na cestah, predvsem ob poledici, snegu, sodri, žledu in drugih pogojih. Je najtežja in tudi najbolj zahtevna, zato se moramo nanjo posebej dobro pripraviti.

Vse ukrepe v zvezi z zimsko službo je potrebno opraviti pravočasno, v skladu s Pravilnikom o vrstah vzdrževalnih del na javnih cestah in nivoju rednega vzdrževanja javnih cest.

Enako je potrebno pristopiti k preventivnemu posipanju vozišč kot posipanju in odstranjevanju snega z vozišč. Po končanem zimskem obdobju pa sem sodi čiščenje cest z odstranjevanjem dopolnilne signalizacije, opreme in cestnih naprav za zimsko službo in ureditev okolice cestišča.

Nivo zimske službe je potrebno imeti na taki višini, da se tako gospodarska kot materialna škoda, ki sicer v vsakem primeru nastane, zmanjša do optimalne meje.

2.2.2 Odstranjevanje snega na vozišču in cestnih objektih

Pluženje snega ovirajo zožena mesta na cestah, dvignjeni pokrovi jaškov in druge neravnine ter ovire na voziščih. Zaradi slabega stanja posameznih cestnih odseвов (kolesnice, prečna rebra, posedki zaradi plazov in usadov itd.) pluženje ni tako učinkovito, kot na cestah z ustreznimi cestnimi elementi. Težave povzročajo tudi vozniki predvsem tovornih vozil s priklopniki, ki zaradi neustrezne zimske opreme pogosto ostanejo na vzponih, tako da zaprejo ves promet. Skladno z Uredbo o omejitvi prometa bi morali vozniki takih vozil ob sneženju poiskati primerno parkirišče in svoja vozila izločiti iz prometa, vendar pogosto tega ne storijo.

Odstranjevanje snega z voznih površin in površin namenjenih izločanju vozil se prične takrat, ko višina snega na cestah I. in II. prednostnega razreda še ne presega 10 cm, na drugih cestah pa 15 cm, promet pa je možen z uporabo zimske opreme vozil. Vzdrževanje prevoznosti se v II. prednostnem razredu vzdržuje toliko časa, dokler je to še smiselno, enako tudi v IV. prednostnem razredu, nakar se ceste zaprejo. V V. prednostnem razredu se ceste odpirajo z izboljšanjem vremenskih pogojev, medtem ko v VI. prednostnem razredu ostanejo zaprte. Te ceste se odpirajo ustrezno krajevnim prilikam.

Ceste se štejejo za prevozne tudi tedaj, če je promet oviran zaradi ostanka snega na vozišču, vključno z delno snežno desko. Na posameznih cestnih odsekih se zgodi, da zaradi slabe ocene in prognoze razmer dežurne ekipe zamudijo s pluženjem oz. zaradi nestrokovnega ravnanja povzročijo nastanek snežne deske. Za preprečevanje snežne deske je zelo pomembno predhodno posipanje s soljo, saj je snežno desko kasneje težko odstraniti, voznikom pa povzroči precejšnje preglavice.

2.2.3 Sneženje

Sneženje je za cestno službo eden pomembnejših pojavov. V zimah bogatih s snegom se povečajo stroški vzdrževanja cest, večja pa je tudi obremenitev

okolja s kemičnimi sredstvi. V zadnjem času se pojavljajo velike razlike v pogostosti sneženja v posameznih zimah.

Najzgodnejše sneženje lahko v notranjosti države pričakujemo že v drugi polovici oktobra, spomladi pa lahko sneži še v prvi polovici maja. Vendar je sneženje v teh dveh mesecih, vsaj po nižinah, zelo redko. V povprečju lahko pričakujemo v zimski polovici leta v notranjosti države (severovzhodno od dinarske pregrade) od 30 do 45 dni s sneženjem, v severovzhodni Sloveniji pa od 20 do 30 dni. V Vipavski dolini in na obali sneži v povprečju manj kot desetkrat v sezoni.

Lastnosti novozapadlega snega so precej različne glede na meteorološke pogoje v času sneženja. Pri temperaturah zraka malo pod 0 ali okoli ničle je sneg moker, pri čedalje nižji temperaturi pa vedno bolj suh. Mokri sneg je težak, bolj zbit (gostota od 60 do 150 kg/m³). Če je cestišče relativno toplo, se hitro tali in ob ne preveliki intenziteti nastaja snežna brozga. Pri močnem sneženju pa se oprijemlje cestišča, morebitni promet ga hitro zbije.

Poznamo več vrst suhega snega. Lahko je to rahlo naletavanje majhnih ledenih kristalčkov, to je t.i. »puhec« z gostoto od 10 do 30 kg/m³. Intenziteta sneženja je v takih primerih večinoma nizka, tak sneg nastaja ob zelo nizki temperaturi zraka (-10 do -15 stopinj C ali nižje), tudi v višjih zračnih plasteh je precej mrzlo. Snežna odeja ni kompaktna, ampak se tak sneg ob vožnji vrtinči po cesti. Sprva ne vpliva bistveno na vozne lastnosti, če pa je snega zapadlo že centimeter ali več, se pod avtomobilskimi kolesi prilepi na cestišče in le-to postane drsno. Taljenja zaradi nizkih temperatur ni.

Malo gostejši suhi sneg je pršič z gostoto od 30 do 60 kg/m³. Intenziteta sneženja je lahko pri pršiču tako majhna kot tudi velika, sneži pri nizkih temperaturah (vsaj -4 do -5 stopinj C). Zato se tudi pršič ob močnejšem sneženju začne pod kolesi avtomobilov prijemat cestišča in tako steptan

sneg dobesedno primrzne na podlago (ob povečanem pritisku se del snežink stali, voda pa zaradi mraza zmrzne).

2.2.4 Mehanizacija in oprema v zimski službi

Mehanizacija in oprema za zimsko službo morata biti ob pripravi programa zimske službe pripravljene in postavljene na izhodiščna mesta. Mehanizacija v zimski službi je namenjena za mehansko ali posredno kemično odstranjevanje snega in poledice s cestišč. Namen in uporaba mehanizacije se bistveno ne spreminja, vendar pa vseeno povečuje vpliv na logistiko ter nadzor uporabe in stroškov.



Slika 1: Snežni rezkar (Vir: CP Kranj, 2007)

Okvare, ki nastanejo na vozilih, strojih in opremi, se odpravljajo na terenu, kolikor je to možno, sicer se odpravijo v delavnici izvajalca. Vodja zimske službe izvajalca poskrbi, da se nastale okvare odpravijo v čim krajšem možnem času tudi izven rednega delovnega časa. Vsa ta popravila se izvajajo prioritetno. Ob izpadih vozil, strojev ali izostankih delavcev, odgovorni pri izvajalcu takoj poskrbijo za ustrezno nadomestilo.

2.3 TRAJANJE ZIMSKE SLUŽBE

2.3.1 Predhodne aktivnosti

Predhodne aktivnosti trajajo vsako leto od 1. oktobra do 15. novembra. To so pripravljalna dela, ki obsegajo:

- izdelavo izvedbenega programa zimske službe;
- postavitve zimske signalizacije;
- postavitve snežnih kolov;
- pripravo deponij za posipne materiale;
- pripravo cestnih baz za bivanje osebja;
- pripravo zimske mehanizacije;
- postavitve snegobranov;
- izobraževanje delavcev.

2.3.2 Zimska služba

Določeno obdobje za izvajanje zimske službe je med 15. novembrom in 15. marcem.



Slika 2: Zimske razmere na slovenskih cestah (Vir:TV SLO, 2007)



Slika 3: Potek zimske službe (Vir:TV SLO, 2007)

V omenjenem času se zimska služba izvaja po določenem prednostnem razredu, z določenimi usposobljenimi posadkami in določeno, posebej opremljeno mehanizacijo za izvajanje. Po potrebi se izvaja tudi pred 15. novembrom in po 15. marcu. Kasnejše aktivnosti se bodo izvajale po končani zimski službi in sicer od 15. marca do 15. aprila.

Te aktivnosti so predvsem:

- odstranjevanje zimske signalizacije;
- odstranjevanje snežnih kolov;
- pospravljanje in čiščenje deponij;
- pospravljanje in čiščenje cestnih baz;
- čiščenje, remont in konzerviranje zimske mehanizacije;
- odpiranje zaprtih cest.

Dela, ki se izvajajo v času trajanja zimske službe, ko ni akcij posipanja oziroma pluženja cest:

- čiščenje koritnic, muld in kanalet;
- čiščenje jarkov;
- čiščenje propustov;
- čiščenje jaškov;
- čiščenje smernikov;

- čiščenje prometnih znakov;
- krpanje udarnih jam s hladno maso;
- pregledi cest;
- intervencije;
- ostala dela se izvajajo, če so zagotovljena finančna sredstva.

2.4 RAZVRSTITEV CEST PO PREDNOSTNIH RAZREDIH

Na podlagi sprejetega Pravilnika o vrstah vzdrževalnih del na javnih cestah in nivoju rednega vzdrževanja javnih cest, se ceste oz. vzdrževanje prednosti posameznih cest v zimskih razmerah deli v šest prednostnih razredov. To je razvidno tudi iz tabele 3, v kateri so ceste razvrščene glede na kategorijo, gostoto in strukturo prometa, geografsko-klimatske razmere in krajevne potrebe.

Prednost. razred	Vrsta ceste	Prevozno. Ceste	Sneženje	Močno sneženje
I.	avtoceste, hitre ceste	24 ur	zagotoviti prevoznost vozišč, pomembnejših križanj, dovozov k večjim parkiriščem in odstavnih pasov	zagotoviti prevoznost vsaj enega voznega pasu in dovozov k večjim parkiriščem
II.	ceste s PLDP>4000, glavne ceste, glavne mestne ceste, pomembnejše regionalne ceste	od 5. do 22. ure	zagotoviti prevoznost; možni zastoji do 2 ur med 22. in 5. uro	zagotoviti prevoznost (pri več pasovnicah prevoznost vsaj enega voznega pasu), možni zastoji predvsem med 22. in 5. uri
III.	ostale regionalne ceste, pomembnejše lokalne ceste, zbirne mestne in krajevne ceste	od 5. do 20. ure	zagotoviti prevoznost; možni zastoji do 2 ur med 20. in 5. uro	zagotoviti prevoznost (pri več pasovnicah prevoznost vsaj enega voznega pasu), možni zastoji predvsem med 20. in 5. uri

IV.	ostale lokalne ceste, mestne in krajevne ceste	od 7. do 20. ure, upoštevati krajevne potrebe	zagotoviti prevoznost; možni krajši zastoji	zagotoviti prevoznost; možni zastoji do enega dne
V.	javne poti, parkirišča, kolesarske povezave	upoštevati krajevne potrebe	zagotoviti prevoznost; možni zastoji do enega dne	zagotoviti prevoznost; možni večdnevni zastoji
VI.	ceste, ki se v zimskih razmerah zaprejo			

Tabela 3: Razvrstitev cest po prednostnih razredih CP Kranj (Vir: CP Kranj, 2007).

2.5 DEŽURSTVA, OBVEZNOSTI PRISOTNOSTI, STOPNJE PRIPRAVLJENOSTI, RAZPORED DELOVNIH SKUPIN TER NALOGE DEŽURNIH V ZIMSKI SLUŽBI

V času zimske službe je z dnem prvega sneženja oz. poledice organizirano neprekinjeno dežurstvo v sestavi: glavni dežurni, ki je financiran iz faktorja, dežurni (24-urno neprekinjeno dežurstvo na cestno-vzdrževalni enoti) ter voznik in strojnik v pripravljenosti na domu, skladno z navodili DRSC.

Pripravljenost se določi v treh fazah in je odvisna od napovedanih vremenskih zimskih razmer oz. vremenskih napovedi, prispelih s strani agencije za okolje. V primeru lepega stabilnega vremena se redno dežurstvo na delovnem mestu po dogovoru z nadzorom lahko prekine, razen glavnega dežurnega.

Dežurstvo v I. fazi traja vseh 24 ur na dan in vse dni v mesecu od dneva, ki ga posreduje DRSC in traja do konca zimske službe, ne glede na vremenske razmere. Dežurstvo v II. In III. fazi se določi v odvisnosti od zimskih razmer (akcij), ko je potrebno pluženje in posipanje in traja nekaj dni oz. vse do

takrat, dokler niso akcije v celoti zaključene. Dežurstvo v teh fazah uvede DRSC.

Zaradi odpravljanja večjih in manjših okvar na vozilih, strojih in opremi je v podjetju organizirana dežurna služba (pripravljena tudi izven delovnega časa na domu) in odpravlja okvare na terenu ali v delavnici družbe za vse udeležence, ki so vključeni v program zimske službe.

Iz cestne baze dežurni na terenu javljajo podatke o stanju vremena, prevoznosti cest, stanju na cestah, višini snežnih padavin in raznih okvarah glavnemu dežurnemu na sedežu družbe, ki glede na zbrane podatke ustrezno ukrepa in jih posreduje glavnemu dežurnemu na DRSC. Dežurni na terenu posreduje dobljene podatke o stanju cest in njihovi prevoznosti glavnemu dežurnemu na sedežu družbe, ta pa naprej dežurnemu po razporedu na DRSC, oziroma DDC v Ljubljano, najmanj enkrat dnevno do 4:45 ure. V primeru večjih akcij pa večkrat dnevno oziroma takoj ob vsaki večji spremembi stanja in prevoznosti cest.

2.5.1 Naloge glavnega dežurnega v zimski službi

Glavni dežurni opravlja dežurstvo 24 ur dnevno, neprekinjeno po razporedu dežurstva od dneva uvedbe nepretrganega dežurstva (načeloma od 15. novembra tega leta do 15. marca naslednjega leta) do končanja zimske službe.

Glavni dežurni opravlja naslednje naloge:

- organizira in spremlja pluženje in posipanje po posameznih cestnih bazah;
- koordinira dela posameznih dežurnih po cestnih bazah;
- spremlja stanje in prevoznost po posameznih cestnih odsekih, ter pošilja tako dobljene podatke na DRSC oz. nadzoru DDC;

- vrši stike s predstavniki DRSC oz. nadzorom DDC v Ljubljani, področnim operativno komunikacijskim centrom, Avto moto zveze Slovenije, področnim Centrom za obveščanje in ostalimi mediji ter jih stalno obvešča o razmerah na cesti v pisni in ustni obliki preko faksa, telefona, radio zvez in elektronske pošte;
- spremlja vremenske razmere in napoved (višino padavin, temperaturo, zračni tlak);
- vodi evidenco o zaporah cest, prometnih nezgodah, ovirah na cestah in o tem sproti obvešča;
- organizira zaporo cest in obvozov ter postavitve ustrezne cestno-prometne signalizacije;
- pomaga pri odpravljanju okvar mehanizacije in opreme v zimski službi;
- v primeru obilnih snežnih padavin organizira štab zimske službe;
- v času potrebe vrši pregled kritičnih odsekov in nadzor nad stanjem na terenu;
- obvešča svojega naslednika o važnih dogodkih in stanju cest v času svojega dežurstva;
- o svojem delu v času dežurstva vodi kronološko knjigo vremena ter stanja in prevoznost cest na predpisanih obrazcih;
- vrši vsa ostala nepredvidena dela.

2.5.2 Naloge dežurnega v zimski službi na cestni bazi

Dežurstvo v zimski službi na cestni bazi vršijo delovodje, pregledniki, vozniki strojniki in cestarji. Dežurstvo vršijo neprekinjeno 24 ur dnevno (oz. po dogovoru z nadzorom DDC) po razporedu dežurstva na izmeno. V času večjih akcij pluženja snega in posipanja v primeru poledice, dežurstvo opravljajo delovodje posameznih cestnih baz. Podrejeni so direktno predpostavljenemu vodji sektorja in glavnemu dežurnemu v zimski službi tistega dne.

Naloge dežurnega so:

- organizira in vodi pluženje in posipanje posameznih cestnih odsekov po programu zimske službe;
- sodeluje in stalno obvešča glavnega dežurnega v zimski službi o morebitnih zastojih v prometu, plazovih, zametih, zaporah, višini snežnih padavin, vremenskih razmerah ter stanju in prevoznosti cest;
- redno spremlja vremenske razmere in jih pošilja glavnemu dežurnemu, ob vsaki večji spremembi pa te podatke dopolnjuje;
- vrši nadzor nad stanjem in prevoznostjo cest;
- izvaja pregledniško službo;
- preusmerja in nadomešča vozila, stroje in opremo pri morebitnih izpadih ter organizira takojšna popravila in nadomestila;
- po potrebi direktno sodeluje na terenu s predstavniki policije in pomaga pri izločanju vozil pri prometnih nezgodah, odstranjevanju ovir na vozišču, preusmeritvi prometa, postavitvi prometne signalizacije in podobno;
- odreja dodatno pluženje in posipanje ter določa vrsto in način posipa;
- spremlja stanje in prevoznost cest in podatke sproti in redno dopolnjuje;
- obvešča o izrednih dogodkih glavnega dežurnega;
- vrši vsa ostala nepredvidena dela.

2.5.3 Način obveščanja

Na območju posameznega sektorja se obveščanje vrši preko UKV postaj, ki so locirane na posameznih cestnih bazah, in mobilnih UKV postaj, montiranih v vozilih, ki izvajajo zimsko službo. V normalnih razmerah poteka obveščanje med pregledniki posameznih cestnih baz oz. dežurnimi ekipami in stalno dežurno službo na sedežu CP Kranj d.d.

V primeru povečane stopnje pripravljenosti ali ob posebnih akcijah so v komuniciranje preko UKV postaj ter po stalnih in mobilnih telefonskih zvezah

vključene vse osebe odgovorne za izvajanje zimske službe. Vse odgovorne osebe so navedene v planu operativnega izvajanja del.

Po določilih Zakona o javnih cestah in Pravilnika o vrstah vzdrževalnih del na javnih cestah in nivoju rednega vzdrževanja javnih cest, mora vzdrževalec cest redno in izredno poročati o stanju in prevoznosti na cestah, še posebej v času zimske službe (elementarni dogodek). Poročanje se vrši od dneva pričetka zimske službe pa vse do uradnega preklica s strani DRSC.

3 POSIPNI MATERIALI IN NJIHOVI VPLIVI NA OKOLJE

Posipni materiali, ki se pri nas in v svetu največ uporabljajo za zimsko vzdrževanje cest, so morska in kamena sol (NaCl) ter kalcijev klorid (CaCl_2), ki je navadno v obliki raztopine. Razlog za široko uporabo soli je ekonomska upravičenost in dostopnost. Posipni materiali delujejo na osnovi zniževanja točke zmrzišča slaniče, to je raztopine, ki jo sol tvori z vodo, snegom ali ledom na vozišču.

3.1 VRSTE POSIPNIH MATERIALOV

Za preprečevanje poledice na cestah je primernih več vrst mokrih in suhih talil, vendar se je predvsem zaradi dostopnosti, cene in relativno zadovoljive učinkovitosti, pri nas in v svetu najbolj uveljavil natrijev klorid (NaCl). Za posipanje cestišč se uporabljajo različne vrste NaCl, ki se med seboj razlikujejo glede na način pridobivanja. V manjši meri se predvsem pri nižjih temperaturah uporabljata tudi kalcijev klorid CaCl_2 in magnezijev klorid MgCl_2 . Uporaba NaCl je najbolj učinkovita v temperaturnem območju od $-1\text{ }^\circ\text{C}$ do $-8\text{ }^\circ\text{C}$, medtem ko CaCl_2 in MgCl_2 učinkujeta tudi pod $-20\text{ }^\circ\text{C}$.

3.1.1 Natrijev klorid (NaCl)

Natrijev klorid je lahko morska, evaporirana ali kamena sol. Učinek na topljenje ledu je odvisen od čistosti soli, njene granulacije, količine posutja na m^2 površine in predvsem od temperaturnih pogojev okolja (temperature zraka in podlage). Uporablja se granulacija soli 0 - 4 mm za posip z vlečnimi posipalci, sama ali kot mešanica soli in gramoza v določenem razmerju. Granulacija 0 - 2 mm se uporablja za posip z avtomatskimi posipalci, sama ali kot mešanica soli (NaCl) in raztopine CaCl_2 oz. MgCl_2 .

Za hitrost in učinkovitost procesa taljenja je pomembna velikost zrn soli. Porazdelitev mora biti takšna, da so zrna gibljiva in delež finih (< 0,16 mm) in grobih zrn (> 3 mm) ne presega 5 %. Fina zrna povzročijo hitro površinsko taljenje, groba zrna pa učinkujejo globinsko, prodrejo skozi trdo zgornjo plast snega ali ledu ter povzročijo njegovo mehčanje zaradi prometne obremenitve. Zrnavost natrijevega klorida torej ne sme biti pregroba, saj vpliva na kasnejši pričetek delovanja sredstva in počasnejši proces taljenja. Hkrati vpliva na neizkoriščenost oz. majhen izkoristek zaradi raznašanja topilnega sredstva na robove vozišča ob učinkovanju prometa. Prefina zrnavost pa vpliva na težave pri posipanju in tudi na neizkoriščenost oz. majhen izkoristek zaradi raznašanja topilnega sredstva na robove vozišča ob učinkovanju prometa in vetra.

Pri skladiščenju se sol rada strdi, zato moramo soli dodati sredstva proti strjevanju. Dodatek proti strjevanju je potreben, ker ohranja potrebno sipkost soli tudi pri daljšem skladiščenju. Običajno je to kalijev heksacianoferat trihidrat. Predpisana je maksimalna dopustna vrednost tega dodatka (6 mg/kg). Višje vrednosti sicer ugodneje vplivajo na sipkost, hkrati pa močno obremenjujejo okolje. Zato je potrebna stalna kontrola tega dodatka za vse dobave soli za posipanje cest. Sol skladiščimo v stolpnih silosih in urejenih pokritih skladiščih v razsutem stanju ali v vrečah. Po podatkih iz prakse, kot tudi strokovne literature, je NaCl uporaben za potrebe zimske službe le do temperature do – 8 stopinj C.

Količina posipa se regulira glede na trenutne cestne vremenske razmere ter znaša med 5 in 40 g/m². Količina posipa pri preventivnem posipanju je 10 – 20 g/m².

3.1.2 Kalcijev klorid (CaCl₂)

Kalcijev klorid je 20% raztopina, ki jo uporabljamo za posip asfaltnih vozišč v kombinaciji s suho soljo v različnih razmerjih mešanja glede na dane vremenske pogoje. Raztopino skladiščimo v cisternah. Suhi kalcijev klorid, ki

je pakiran v vrečah, pa skladiščimo v suhih pokritih skladiščih. Ta sol zelo hitro privzema vodo in ima med vsemi solmi najnižjo temperaturo zmrzovanja. Za zimsko službo je najbolj učinkovita, ker oddaja toploto, ki pospešuje topljenje. Učinkovit je do – 20 stopinj C.

Uporaba kalcijevega klorida je primerna za zimsko vzdrževanje cest, ki potekajo na področjih z zelo raznolikim reliefom oziroma razgibano topografijo terena ter so podvržena nenadnemu spreminjanju temperatur in vlažnosti zraka, torej spreminjajočim in nepredvidljivim cestno vremenskim razmeram. Količina posipa pri preventivnem posipanju je 5 – 10 g lusk suhega kalcijevega klorida, pri kurativnem posipanju se ta količina poveča na 10 – 20 g in je odvisna od trenutnih cestno-vremenskih razmer.

3.1.3 Magnezijev klorid ($MgCl_2$)

Magnezijev klorid je raztopina z enakimi lastnostmi kot $CaCl_2$ in je tudi uporabna do zračne temperature – 18 stopinj C. Je prozorna sol, ki obstaja v obliki ionskih kristalov. Zaradi velike higroskopsnosti in precej višje cene od NaCl, se tudi $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ uporablja za suho posipanje le v zelo redkih primerih, ko nastopijo zelo nizke temperature in uporaba NaCl ni več primerna. Dosti bolj je primeren za mokro soljenje, kjer se uporablja za pripravo raztopin soli s koncentracijo okrog 20%, ki so primerne za navlaževanje suhega NaCl na posipalnem krožniku posipača. Posipače je potrebno vsakič pred zamenjavo očistiti, da se izognemo težavam pri mokrem soljenju. Raztopino skladiščimo v cisternah, suha substanca pa v vrečah na paletah priročnih skladišč. Za zimsko službo je uporaben pri temperaturah do –15 stopinj C.

3.1.4 Drugi posipni materiali

Poleg posipov za odtaljevanje, ki učinkujejo tako, da znižujejo temperaturo zmrzišča vode na vozišču, se uporabljajo tudi posipi za ublažitev drsnosti. Posip za ublažitev drsnosti je naravni pesek ali drobljenec, ki je suh in dovolj

sipek, ne sme pa vsebovati veliko prašnih delcev, t.j. delcev manjših od 0,063 mm in tudi ne delcev večjih od 8 mm. Drobljenec je drobljeni material iz apnenčeve kamnine, ki se pridobiva v kamnolomu Kamna Gorica, frakcij 4 - 8 mm in 8 -16 mm. Drobljenec mora ustrezati zahtevanim a-testom. Za posipanje asfaltnih vozišč uporabljamo frakcijo 4 - 8 mm samo ali kot mešanico s soljo v določenem razmerju. Za posip makadamskih vozišč uporabljamo frakcijo 8 - 16 mm.



Slika 4: Zabož za skladiščenje peska (Vir: Lastni posnetek, 2007)

Zrna ne smejo biti ploščate oblike in morajo biti take trdnosti, da se ne drobijo pri učinkovanju prometa. Ta sredstva se vtisnejo v plast snega na vozišču, vendar pa je bilo ugotovljeno, da na zeledenem vozišču tak posip nima zelenega učinka. Urejena so pokrita odprta skladišča oziroma se skladišči v deponijah na prostem.

3.2 OKVIRNE KOLIČINE POSIPA

Iz ekoloških razlogov je potrebno količino porabe posipnih materialov optimizirati. Poraba je torej omejena na najmanjšo možno mejo, ki še zagotavlja učinkovito odpravo poledice.

Pri posameznih posipalcih za mokro in suho posipanje, ki so opremljeni z napravami za nastavitev doziranja, so te količine naslednje:

Asaloni	poraba soli	5 - 50 g/m ²
	poraba gramoznega materiala	30 - 200 g/m ²
Kahlbacher	poraba soli	5 - 40 g/m ²
	poraba gramoznega materiala	25 - 200 g/m ²

Tabela 4: Poraba materiala (Vir. CP Kranj, 2007)

Pri mokrem posipanju je normalno doziranje suhe snovi in raztopine v razmerju 70:30.

IZRAČUN MgCl₂ (CaCl₂)

Normativ: 30% v mešanici z NaCl.

3.3 DELOVANJE POSIPNIH MATERIALOV

Med suhim posipavanjem soli (npr. NaCl, CaCl₂ ali MgCl₂) zrna priletijo na snežno odejo ali ledeno površino, kjer se začnejo ob stiku z vodo raztapljati. Okrog še deloma neraztopljenega zrna nastane vodna raztopina soli, ki ima koncentracijo blizu nasičenja. Topnost soli je odvisna od temperature, zato se lahko pri določeni temperaturi, npr. - 21,2 stopinj C, raztopi največ 23,2 ut.% NaCl, kar imenujemo evtektična točka. To pomeni, da lahko NaCl teoretično učinkuje na taljenje snega ali ledu le do temperature - 21,2 stopinj C, ker pri nižjih temperaturah pride do rekristalizacije soli in ledu. Za raztalitev približno enega litra snega ali ledu bi torej pri temperaturi zraka in cestišča okrog - 20 stopinj C potrebovali več kot 200 g soli. Poraba tako velike količine soli je popolnoma neekonomična in zelo problematična s

stališča vplivov na okolje, zato se v primeru nizkih temperatur uporabljajo predvsem različne mešanice talil NaCl, CaCl₂ ali MgCl₂.

Ob nadaljnjem raztapljanju snega ali ledu v okolici zrna soli je raztopina z vse večjo oddaljenostjo od zrna vse bolj razredčena. Temperatura zmrzišča raztopine, ki je odvisna od koncentracije soli v raztopini, se zaradi tega počasi dviguje. V primeru, ko se temperatura zmrzišča raztopine izenači s temperaturo zraka ali cestišča, pride do zamrznitve in kristalizacije ledu in soli. Suhi NaCl se v praksi uporablja do - 8 stopinj C ali v izjemnih primerih do največ - 10 stopinj C. Pri temperaturi - 6 stopinj C do - 8 stopinj C se tudi suha ledena površina hitro raztopi, pri - 10 stopinjah C pa je proces raztapljanja daljši. Spodnja meja praktične uporabnosti za suhi MgCl₂ se nahaja okrog -15 stopinj C, za CaCl₂ pa okrog - 20 stopinj C.

Da bi raztalili ledeno površino, ki je velika 1m² in ima debelino 1mm, kar ustreza 1 litru vode, je potrebno pri temperaturi zraka - 2 stopinje C znižati zmrzišče raztopine na približno - 5 stopinj C. Koncentracija raztopine znaša pri tej temperaturi okrog 9,0 ut.%, kar pomeni, da potrebujemo 90 g NaCl. V praksi se pokaže, da lahko takšno površino ledu odtalimo pod enakimi pogoji s precej manjšo količino soli. Največja dopustna količina soli NaCl, ki se sme porabiti za odtalitev takšne površine ledu pri omenjenih pogojih, znaša okrog 10 - 15 g/m². Razlog za večjo učinkovitost soli, kot jo lahko pričakujemo glede na uporabljeno količino, se nahaja v tem, da zrna soli zaradi svoje teže med procesom odtaljevanja ledu prodirajo ali penetrirajo v notranjost ledene površine.

Hitrost in globina penetracije soli je odvisna predvsem od temperature zraka in cestišča, velikosti zrn in vrste ledu ali snega. Ko sol prodre skozi ledeno plast in doseže površino cestišča, se nastala solna raztopina zelo hitro razleze po mejni površini med ledom in cestiščem in tako povzroči odstopanje ledu od podlage. Promet, ki poteka po vozišču, zlahka polomi in zdrobi takšno ledeno površino na drobne koščke in s tem omogoči mešanje

in boljši stik med ledom in soljo ter tako pospeši proces taljenja. Za doseganje hitre in globoke penetracije soli do površine cestišča in nastanek opisanega pojava je ključnega pomena velikost zrn soli. V splošnem velja, da zelo drobni delci soli hitro učinkujejo na površini ledu, zelo malo pa prodrejo v globino ledene plasti. Večji delci soli delujejo na površino ledu počasneje, imajo pa zato dosti večji učinek v globino ledene plasti zaradi penetracije. Preveliki delci soli niso primerni za uporabo, saj se raztapljajo prepočasi.

Pri raztapljanju soli in istočasnem taljenju ledu je zelo pomembna tudi toplotna izmenjava, ki poteka v okolici zrn soli. Za raztalitev enega kilograma ledu je potrebno 79,4 kcal/kg toplote. Taljenje ledu lahko začne potekati, ko dovedemo za to potrebno energijo iz okolice. To povzroči lokalno ohladitev raztopine v okolici zrn, sosednjih plasti ledu, cestišča in zraka pod temperaturo okolice. Zaradi tega taljenja ledu ne poteka pri konstantni, ampak pri padajoči temperaturi okolice. To je vzrok za nastanek številnih temperaturnih gradientov in s tem lokalnih napetosti, kar povzroči pokanje ledu. Največji delež potrebne toplote prispevata led in cestišče, ker imata veliko toplotno kapaciteto. Velik delež potrebne toplote je odvisen od hitrosti in gostote prometa, ki zaradi trenja segreva cestišče. Med procesom raztapljanja prihaja do raztapljanja zelo burno, s časom pa se umiri v odvisnosti od hitrosti padanja koncentracije raztopine soli in končno popolnoma preneha, ko je raztopina soli toliko razredčena, da je doseženo njeno zmrzlišče.

Pri uporabi raztopin soli (npr. za pršenje) je proces raztapljanja ledu nekoliko drugačen kot pri uporabi zrnatih soli. Za razliko od delovanja zrnatih soli, ki penetrirajo v notranjost ledu in s tem zelo pospešijo odstranitev ledu s cestišča, deluje raztopina soli le na površini ledene ploskve. Pri tem nastane vodna plast na površini ledu, ki še dodatno zmanjša oprijem na že tako spolzkem cestišču. Raziskave so pokazale, da se takoj po razpršitvi raztopi večja količina ledu kot v primeru uporabe zrnatih soli, nadaljnji proces raztapljanja pa poteka počasneje.

Vse večja skrb za okolje in racionalno porabo talil pa je vzpodbudila intenzivno izpopolnjevanje tehnologije posipanja cestišč. Kot posledica vrste različnih izboljšav pri posipanju se je razvil postopek »mokrega soljenja«, kjer se suhi NaCl navlaži z raztopino NaCl, CaCl₂ ali MgCl₂. Slednji način zaradi številnih prednosti v praksi vse bolj izpodriva klasično suho soljenje cestišč. Uporaba postopka mokrega soljenja je pokazala, da lahko z uporabo mokre soli in primernih dozirnih naprav pri enakih vremenskih pogojih še znižamo porabo talil. Razlog za to je predvsem v tem, da se mokra sol zelo hitro in dobro oprijema cestišča, kar omogoča natančno doziranje in izboljša učinkovitost pri procesu taljenja.

Na osnovi izkušenj ter številnih študij delovanja posipnih materialov in njihove dostopnosti so se izpopolnili postopki za preprečevanje poledice na cestah. Novejši postopki temeljijo na uporabi tako imenovane mokre soli, ki jo sestavlja suhi posip (NaCl) in raztopina soli NaCl, CaCl₂ ali MgCl₂. Tak postopek ima veliko prednosti pred klasičnim suhim posipavanjem, ker boljša oprijemljivost talila na vozišče omogoča hitrejšo učinkovanje na taljenje ledu, zaradi manjšega odmetavanja talila z vozišča pa omogoča tudi znižanje porabe posipnega materiala. Težnja k zniževanju količin posipnih materialov je danes v vseh državah zelo prisotna, kajti posipanje ima vrsto škodljivih vplivov na objekte in okolje.

Zaradi uporabe posipnih materialov različnega izvora so se pokazale potrebe, da se pri posipavanju uporabljajo posipi, ki imajo znane lastnosti: granulacijo, kemično sestavo, čistost, itd. Tako postopki analiz in preiskav, kot tudi njihov obseg, so se z leti spreminjali. Kontrolo kakovosti posipov danes opravljamo v skladu s postopki veljavnih tujih standardov.

3.4 ZAHTEVE ZA KAKOVOST POSIPNIH MATERIALOV

Za posipne materiale, ki se uporabljajo za zimsko vzdrževanje naših cest, so bile v zadnjih letih v razpisni dokumentaciji za dobavo posipnih materialov v splošnem postavljene naslednje zahteve za kakovost:

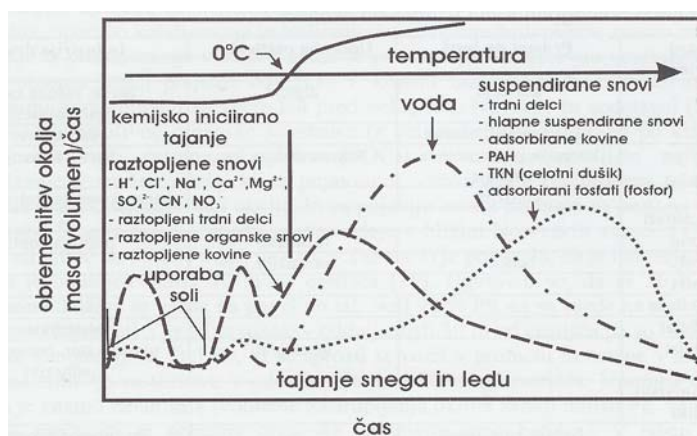
- granulometrijska sestava oziroma porazdelitev zrn v soli;
- največja dovoljena vsebnost vlage (za silos do 1%, za razsuto sol do 4%);
- največja dovoljena vsebnost netopnih snovi (največ 2%);
- najnižja dovoljena vsebnost NaCl (najmanj 96%);
- najvišja količina dodatka proti strjevanju;
- zahtevani so bili podatki o topnosti, nasipnem kotu in učinkovanju na taljenje ledu.

Prav tako so bile postavljene zahteve za tekoča talila, in sicer:

- koncentracija za dobavo;
- največja dovoljena vsebnost netopnih snovi;
- zahtevani so podatki o učinkovanju na taljenje ledu.

3.5 VPLIVI NA OKOLJE PRI POSIPANJU CESTIŠČA IN POSLEDICE LE TEGA

Sodobne zahteve povečanega prometa in potrebe po njegovem nemotenem poteku tudi v zimskem času narekujejo uporabo sredstev za topljenje ledu oz. 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.



Slika 5: Sproščanje topnih snovi, vode in drugih netopnih snovi v okolje med tajanjem snega (Vir: ZAG Ljubljana, 2005)

Po drugi strani pa so kloridi agresivne spojine, ki močno obremenjujejo okolje, zato je potrebna njihova kontrolirana uporaba in sprotno preverjanje njihovih lastnosti. Prav tako je potrebno zmanjšati na najmanjšo možno mero uporabo dodatka proti strjevanju soli, da ne bi po nepotrebem še dodatno obremenjevali okolja. Vsak uporabnik soli je dolžan skrbeti, da se sol uporabi le tam in v tistem času, kolikor je za varnost v cestnem prometu nujno potrebno. Enako velja tudi za samo količino soli.

Pri procesu zmrzovanja se volumen vode, ujete v pornem sistemu betona ali kamna, pri prehodu iz tekočega v trdno stanje poveča do 9%. V primeru, da so vse pore popolnoma zasičene z vodo, ima to za posledico pokanje oz. cepljenje betonske oziroma kamnite površine. Pri procesu ohlajanja je prisoten tudi proces difuzije porne vode. V kolikor je na voljo dovolj prostih oz. nezasičenih por, se volumen vode lahko poveča in tako prepreči poškodbe zaradi zmrzovanja. Ker pa je difuzijski proces med zmrzovanjem do določene stopnje tudi nepovratni proces, po določenem številu ciklov zmrzovanja in odtaljevanja vseeno pride do zmrzlinjskih poškodb. To pomeni, da poškodbe zaradi zmrzovanja lahko nastopijo po določenem številu ciklov zmrzovanja in odtaljevanja samo v določenih pogojih, in sicer ko med posameznimi cikli ni možnosti vsaj delnega izsuševanja betona. Uporaba soli

za odtaljevanje na zaledeneli betonski površini povzroči znaten padec temperature na sami betonski površini v procesu odtaljevanja ledu. Razlika v temperaturi površine in notranjosti betonske ali kamnite površine ima za posledico povečanje notranjih napetosti, ki lahko posledično povzročijo razpoke v površinskih slojih.



Slika 6: Vpliv soli na vozišče (Vir: Lastni posnetek, 2007)

4 UGOTAVLJANJE NASTANKA POLEDICE NA CESTAH

Med enega najpomembnejših dejavnikov zimske službe spada ugotavljanje nastanka poledice na cestah. Tako se pri izvajanju zimske službe že nekaj časa pojavljajo posamezni poskusi, kako strošek za njeno izvajanje zmanjšati. Sredstva, ki se porabijo za izvajanje zaradi načina financiranja kompletnega rednega vzdrževanja cest zmanjšujejo sredstva, ki bi jih bilo mogoče nameniti za popravila in rekonstrukcije cest.

Privarčevana sredstva na račun zimske službe, vložena v popravila in rekonstrukcije cest, bi prispevala k izboljšanju prometne varnosti. Pristop k novemu načinu ugotavljanja nastanka poledice bi pomenil konkreten korak k zmanjšanju stroškov za zimsko službo in posledično prispeval k zmanjšanju števila nesreč na naših cestah.

4.1 NASTANEK POLEDICE NA CESTAH

Poledica predstavlja največji strošek zimske službe in lahko nastane predvsem zaradi:

- podhladitve vozišča;
- nenadne vlage pri nizkih temperaturah;
- slane;
- snežne plohe;
- leden dež (žled).

Največja pogostost poledice nastopi ob pogojih, ko je podnevi toplo (sneg se topi), ponoči pa temperatura pade pod 0 °C. Dežurne ekipe morajo stalno opravljati nadzor nad stanjem vozišč, še posebej nadzor kritičnih odsekov, na

katerih se poledica pogosto pojavlja. Sem spadajo predvsem ostre krivine, večje strmine, mostovi, viadukti, senčni odseki (posebej v gozdovih in ob vodotokih), cestni prehodi preko železnice, cestna križišča ipd..

Posipanje se začne izvajati takoj, ko se na cestišču zaznajo pojavi poledice. Pravočasna, točna in zanesljiva napoved nastanka poledice je eden bistvenih elementov zimske službe, na katerega je potrebno dati poseben pomen. Nenazadnje je potrebno tudi v zimsko službo vključiti vso razpoložljivo tehniko, ki lahko zmanjša vpliv človeškega faktorja.

4.2 PREVENTIVNO UGOTAVLJANJE POLEDICE NA CESTAH

V sedanjem času se ugotavlja nastanek poledice na cestah z zimskimi pregledi cest. Ob teh pregledih so cestni pregledniki opremljeni s termometri in ugotavljajo temperaturo vozišča in temperaturo zraka. Na podlagi teh ugotovitev in na podlagi vremenske napovedi se glede na izkušnje individualno odločijo ali bo potrebno posip izvršiti ali ne. Cestni pregledniki na terenu težko ugotovijo kolikšna bo potrebna količina posipa in koliko je na vozišču še materiala, ki preprečuje nastanek poledice.

Ta opazovalna mesta so smiselno razporejena na celotni cestni mreži glavnih in regionalnih cest gorenjske regije. Opazovalna mesta so določena na tistih mestih, na katerih je bistveno povečana gostota prometa oz. na tistih mestih, kjer se zelo pogosto pojavlja poledica. Podatki, zbrani na vsakodnevnih pregledih, se vsako jutro pošljejo glavnemu dežurnemu na sedež podjetja. Tako pridobljeni podatki služijo kot osnova za ugotavljanje dejanskega stanja prevoznosti cest gorenjskega področja.

Na Gorenjskem imamo dve cestno vremenski postaji, ki sta locirani na cesti Kranj - Jeprca in na »delavskem mostu« v Kranju. Slednji ima dva senzorja in sicer je prvi vgrajen v konstrukcijo na mostu, drugi pa izven objekta.



Slika 7: CVS postaja Jeprca (Vir: Lastni posnetek, 2007)

4.3 NAMEN IN UPORABA VREMENSKEGA INFORMACIJSKEGA SISTEMA

Glavni namen in uporaba vremenskega informacijskega sistema je zmanjševanje stroškov pri vzdrževanju cest ob istočasnem omogočanju mobilnosti in varnosti prometa. V glavnem s pomočjo povezav podatkov o temperaturi vozišča, vlažnosti, prisotnih kemičnih substanc na vozišču ter s podatki o sinoptičnih vremenskih pogojih, lahko pristojne službe predvidevajo in odločajo o načinih vzdrževanja glede na napovedane vremenske situacije. Predvsem so take informacije zelo pomembne za odločanje o preventivnem posipanju cest (ne prekmalu in ne prepozno).

Cestno-vremenski informacijski sistem vsebuje 4 glavne komponente:

- prostorsko analizo mikroklimе v primerjavi s temperaturnim kartiranjem;
- cestne in vremenske senzorje in kamere za podatke v realnem času;
- računalniško in komunikacijsko povezavo;
- cestno-vremenske napovedi s predvidevanjem snega in poledice.

Vse te informacije so na razpolago vodji vzdrževanja, ki se na osnovi teh podatkov in informacij lahko odloča o potrebnih nadaljnjih aktivnostih. Prav tako je pri teh sistemih pomembno, da se shranjujejo vsi podatki za kasnejšo oceno učinkovitosti aktivnosti na cestah.

Danes je mogoče te sisteme še izboljšati z vključevanjem uporabnikov v informacijski sistem (internet, mobilna telefonija, GPS in geografski informacijski sistemi – GIS). Pri nas so avtomobilske ceste skoraj v celoti opremljene s cestno vremenskim informacijskim sistemom, ki omogoča predvidevanje razmer na avtocestah.

Pomembno je, da se posip izvrši pravočasno pred nastankom poledice in le na tistih mestih kjer bi poledica lahko nastala. Na podlagi podatkov iz cestno informacijskega sistema bi se določile tudi optimalne količine posipnih materialov.

Na cestno-vremenske postaje so priključeni razni senzorji za zajemanje vremenskih podatkov ter podatkov o stanju vozišča. Na steber ob vozišču so pritrjeni vremenski senzorji za:

- merjenje zračnega tlaka;
- merjenje relativne vlažnosti in temperature;
- merjenje količine padavin;
- merjenje jakosti in smeri vetra;
- vidljivost;
- tip padavin.



Slika 8: CVS postaja Kranj (Vir: Lastni posnetek, 2007)

Namen nakupa in postavitve je bil predvsem:

- testiranje in pridobivanje izkušenj na podlagi manjšega števila testnih postaj;
- na podlagi teh izkušenj pridobiti ustrezno znanje in smernice pred nakupom večjega števila postaj;
- predvsem pa pridobiti res prave podatke o prednostih in slabostih posameznih postaj, saj je na trgu do teh podatkov zelo težko priti oziroma se pojavljajo celo nepravne informacije.

V vozišče pa so vgrajeni senzorji za ugotavljanje stanja vozišča ter vozni pogojev.



Slika 9: Senzor LUFT (Vir: Lastni posnetek, 2007)

Ti senzorji merijo:

- temperaturo na površini vozišča;
- prisotnost in koncentracijo soli na cestišču;
- prisotnost ledu na cestišču;
- količino vode na cestišču.

Prenos podatkov iz senzorjev do cestnega nadzornega centra gre lahko po različnih komunikacijskih poteh in sicer:

- žični (telefonske linije, internet);
- radijski (storitev mobilnega omrežja, UKV postaja).

Z namenom napovedovanja in ugotavljanja nastanka poledice se najprej na sami lokaciji meritve, na podlagi podatkov teh senzorjev, zberejo podatki. Nato potujejo po komunikacijski poti v centralni računalnik, ki je v zvezi z vsemi vremenskimi postajami, ki pokrivajo celotno državno cestno mrežo. Ta jih z ustrezno programsko opremo obdela in shrani ter uporabi za pripravo napovedi vremena in verjetnost nastanka poledice. Obdelane informacije se posredujejo cestnim vzdrževalcem in tudi drugim uporabnikom teh informacij. Osnova cestno informacijskega sistema je sestavljena iz cestno vremenskih postaj in nadzornega centra.

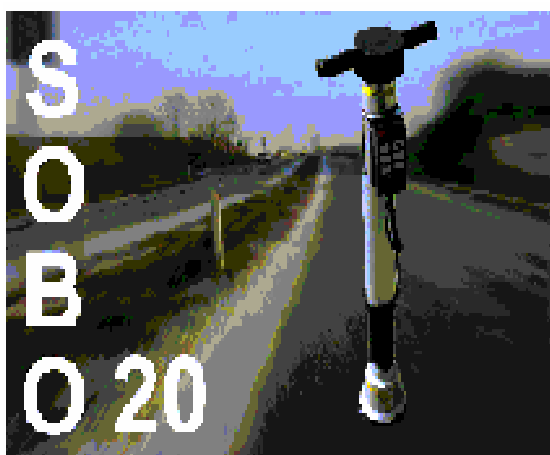
V primeru nastopa nevarnih pogojev cestno-vremenska postaja takoj pošlje podatke nadzornemu centru, ki opozori vzdrževalno službo na potrebno in pravočasno ukrepanje.

Z uvedbo takšnega sistema na več mestih bo možno prepoloviti stroške za dežurstvo in preglede cest v zimskem času. Vse preventivne posipe bi bilo možno vršiti v rednem delovnem času in z izjemo pluženja snega bi praktično odpadlo nočno delo. Vzdrževalci bi ob tako vzpostavljenem cestno-vremenskem informacijskem sistemu imeli mnogo lažje delo. Svoje delo bi

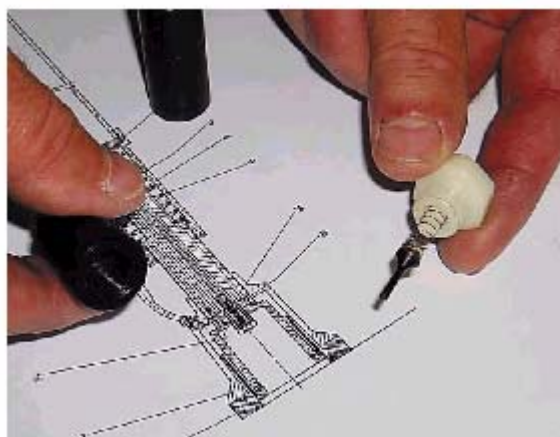
mного lažje opravljali predvsem zato, ker bi jim bili na razpolago točni podatki, na podlagi katerih bi se lahko odločali o potrebnih akcijah za zagotovitev prometne varnosti. Na avtocestnem križu v Sloveniji je trenutno postavljenih 32 CVS postaj, vsaj še 20-30 CVS postaj pa bi bilo potrebno postaviti na državnih cestah.

4.4 MERILEC SLANOSTI CESTIŠČA – SOBO 20

K manjši uporabi soli lahko pripomore tudi merjenje preostanka soli na cesti od prejšnjega soljenja. Merjenje tega ostanka omogoča, da se dodaja samo razlika, oziroma se prepreči nepotrebni posip, kar končno vodi k racionalizaciji zimske službe.



Slika 10: Merilec slanosti cestišča imenovan SOBO 20 (Vir: CM Celje, 2005)



Slika 11: Precizni deli SOBO 20 (Vir: CM Celje, 2005)

Ta instrument je v uporabi na Danskem že 20 let. Na Danskem v zvezi s tem ugotavljajo, da se morajo natančno upoštevati navodila o uporabi instrumenta, sicer lahko pride do nenatančnih rezultatov. Zato je danski Zimski odbor (Vinterudvalget) zaprosil uporabnike merilca slanosti, da posredujejo svoje izkušnje z uporabo in vzdrževanjem instrumenta. Te izkušnje so zbrane v poročilu Zimskega odbora, ki je dostopno na spletni strani: <http://www.vejsektoren.dk>.

Zimski odbor v poročilu ugotavlja, da instrument uporablja cela vrsta ustanov, vendar zaradi napačne uporabe in vzdrževanja niso bili v stanju priti do uporabnih podatkov, zato se je instrumenta prejel slab sloves. Sklepna misel Zimskega odbora je, da je merilec slanosti cestišča SOBO 20 edini instrument na tržišču, ki je primeren za razvojno delo z zimskimi tehničnimi vozili, kjer je najpogostejše merjenje preostanka soli neobhodno. Uporabniki SOBO 20 menijo, da je s pravilno uporabo možno priti do verodostojnih podatkov s sprejemljivimi odstopanji.

Merilec je primeren za merjenje NaCl in CaCl₂. Specifična prevodnost obeh solnih raztopin je identična. Instrument ima vgrajeno napravo za kompenzacijo temperature, ki omogoča neodvisnost izmerjene vrednosti od izmerjene temperature.

Naprava je sestavljena iz dveh delov:

- ohišja (telo), ki omogoča, da se merilna tekočina izbrizga iz rezervoarja na izbrano mesto na cestišču;
- elektronske merilne naprave (analizator), ki ima nalogo prikaza izmerjene vrednosti na skali in shranitve te vrednosti v spomin.

Uporaba instrumenta je enostavna. Rezervoar naprave se napolni z merilno tekočino. V njem je cca. 1,5 l merilne tekočine, ki zadostuje za 35 merenj. Merjenje se izvaja tako, da merilno celico instrumenta dvakrat zaporedoma

pritisnemo na podlago cestišča, s tem pa iz ene merilne celice brizgne določena količina merilne tekočine na določeno mesto na cestišču. Ugotavljanje oziroma določitev količine soli na cestišču bazira na izmeri električne prevodnosti. Električna prevodna vrednost merilne tekočine, ki razkroji sol na cestišču, je količina soli izmerjena v g/m^2 .

Merilna tekočina mora imeti naslednje sestavine:

- destilirano vodo ali vodo, ki so ji odvzeti minerali 850 g;
- tehnični aceton 150 g.

Na analizatorju se odčita količina soli na cestišču. Ta ima posebno stikalo, s katerim reguliramo obseg odčitavanja rezultata. Če je na cestišču količina soli pod 15 g/m^2 je stikalo nastavljeno na "x 1" in je vrednost na skali končni rezultat, če pa je soli več, se nastavi na "x 3". Odčitana vrednost se pomnoži s 3, kar je rezultat merjenja. Merilec slanosti nudi tudi shranjevanje zgodovine rezultatov merjenja.

Za natančne rezultate je nujna pravilna sestava merilne tekočine in pravilno vzdrževanje merilca slanosti cestišča. CP Kranj razpolaga z dvema merilcema slanosti cestišča SOBO 20.

4.5 GPS - POSIPANJE

Zakaj ta način posipanja?

- zagotovitev pravih količin posipanja s pravo širino posipanja in nastavitvijo simetrije;
- voznik je zadolžen z vožnjo in je neobremenjen s posipanjem;
- potreba kupcev v Kanadi;
- bodoče potrebe zimske službe v Danski;
- prihodnost je v avtomatizaciji.

GPS-posipanje je sistem za avtomatično nastavitve naslednjih parametrov pri uporabi z upravljanjem funkcij:

- posipanje ON/OFF;
- količina posipanja (g/m_2);
- širina posipanja (m);
- simetrija posipanja-nastavitvev;
- vlaženje (ON/OFF).

Kako posipamo?

- poznamo pozicijo vozila preko GPS;
- naredimo referenčno pot z posipnimi podatki in koordinatami;
- voznik izbere količine iz določene tabele nastavitvev;

Pri odhodu iz baze mora voznik:

- aktivirati tipko GPS-posipanje;
- izbere pot (če je shranjenih več poti);
- izbere številko za količino posipanja.

Nato se odvija posipanje popolnoma avtomatično, ko pride posipalnik na določene točke referenčne poti. Pred sezono je potrebno z simulatorjem ali posipalnikom prevoziti vse poti z GPS-om, z nastavitvami. GPS-koordinate in pripadajoče nastavitve posipalnika shranimo na posebno CPU kartico. Podatke prenesemo preko PCMCIA kartice v PC-Software v nadzorni pisarni.

V PC-ju obdelamo podatke referenčne poti in sicer:

- imenujemo referenčno pot;

- določene točke poti dodelamo (izbrišemo, dodamo količino-širino posipanja itd.);
- lahko uporabimo različne posipne materiale (sol, pesek, tekočina), tako da jih kopiramo in dodelamo.

Priprave pred sezono:

Referenčno pot vnesemo preko PCMCIA kartice in to skupaj s tabelo količin v posipalnik za definiranje posipanja (max. 10 poti na posipalnik). S tem je posipalnik pripravljen za uporabo GPS-posipanja.

Funkcionalnost: Sistem je inteligen in konstantno gleda »naprej« v referenčno pot in pripravlja spremembe v nastavitvah glede na:

- hitrost;
- mehanski reakcijski čas posipalnika je cca. 1s (hitrost 50 km/h = 14 m/s).

Nastavitev simetrije:

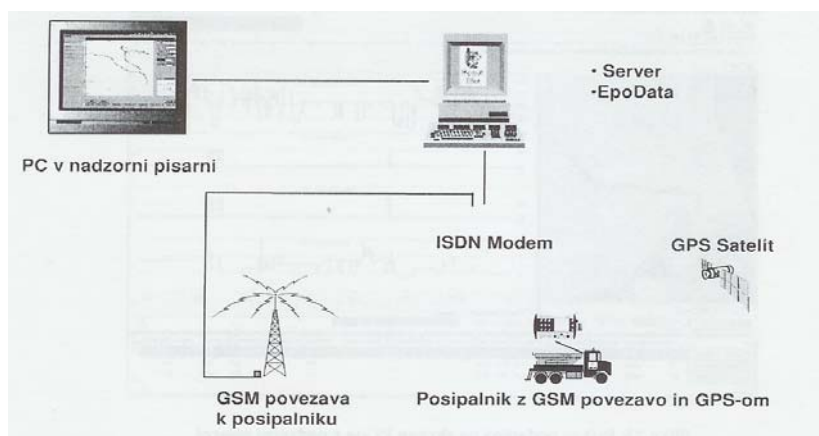
Natančnost GPS-a ni tako točna, da bi lahko določili, po katerem pasu vozimo (95% točke: +/- 5 m), zato mora voznik peljati po vozišču in pasovih, kjer je določena referenčna pot!

Prednosti GPS sistema:

- vedno pravilno posipanje (količina, širina);
- optimalni delovni učinki (bolje kot ročne nastavitve);
- prihranek soli (ekonomično in okolju prijazno);
- voznik je izključen iz dela (povečana varnost).

4.5.1 Spremljanje in beleženje posipanja

Za nadzor posipanja uporabljamo različne sisteme, ki so večinoma izvedeni kot opcija h krmilnim enotam posipalcev. Slika 12 kaže sistem prenosa podatkov preko GSM mreže vključno z pozicijo posipalnika, ki jo spremljamo z GPS sistemom.



Slika 12: GPS posipanje (Vir: Sistem prenosa podatkov posipanja, Riko Ribnica, 2005)

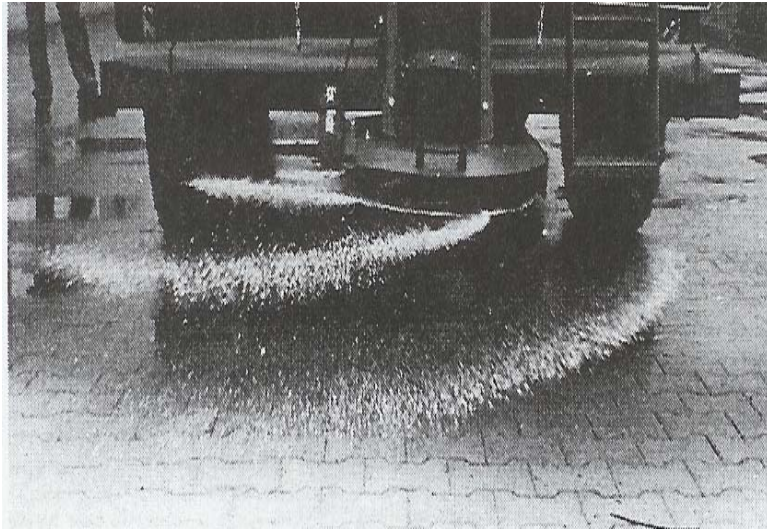
Za prenos podatkov lahko uporabimo:

- prenos podatkov posipanja z kartico z krmilne enote na osebni računalnik (PC);
- prenos podatkov z krmilne enote že pri procesu posipanja na z pomočjo mobilnega telefona z možnostjo vključitve GPS sistema.

Obdelavo prenesenih podatkov zagotovimo z softwarskim programom (npr. EpoVision, Vinterman), ki zagotovi obdelavo prenesenih podatkov GPS sistema.

4.6 POSIPALNIKI

V uporabi so različne vrste posipalnikov. Sodoben posipalnik mora omogočati posipanje (količina posipanja je konstantna ne glede na hitrost vožnje) z navlaževanjem posipnega materiala pri preventivnem posipanju. Posebnost je upravljanje posipanja preko GPS sistema.



Slika 13: Pravilno posipanje soli – prava granulacija (Vir: Riko Ribnica, 2005)

Pri standardnih posipalnikah se spreminja slika posipanja v odvisnosti od uporabnega posipnega materiala. Slika je popolnoma različna glede na uporabo fine morske soli ali grobe kamene soli. Ravno tako se tudi ta spreminja pri uporabi različnih frakcij. Slika 13 prikazuje sliko posipanja pri fino zrnati soli in pri precej enakomerni granulaciji. Slika posipanja je na podlagi enakomerna in simetrična.

Sodobni posipalniki imajo načeloma možnosti nastavitve slike posipanja glede na uporabljeni posipni material. Velik dejavnik za sliko posipanja predstavlja razporeditev in nastavitve kota samih izmetnih lopatic na krožniku.

5 ZAKLJUČEK

Ob analiziranju zimskega vzdrževanja na državnih cestah gorenjske regije, ki ga pokriva CP Kranj d.d. sem ugotovil, da veliko preglavic povzroča pluženje in posipanje ceste na Vršič. Planiran material, ki se porabi za pluženje vršiške ceste je: 4000-5000 ton soli, NaCl in CaCl₂, ter 2000 m³ drobljenca. Največji problem pa predstavljajo plazovita območja. Vse to so razlogi, da v letih z normalnimi zimami cesta ni prevozna tudi do 6 mesecev v letu.



Slika 14: Prelaz Vršič v zimskem času (Vir:VGP projekt d.o.o. Kranj)

5.1 Problematika

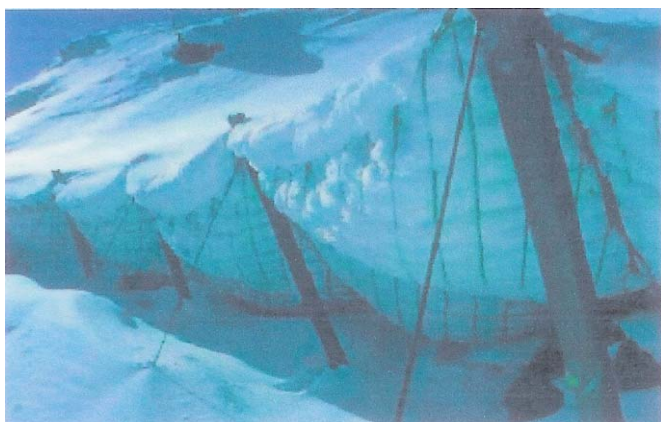
Cesta je zaradi svoje lege, v središču Julijskih Alp, na nadmorski višini 1611 m (višina prelaza), ter obdana z vrhovi med 2000 in 2500 m, predvsem v zimskem času izpostavljena vsem vremenskim nevšečnostim. Poleg debele snežne odeje, ki otežuje redno vzdrževanje in onemogoča stalno prevoznost, je cesta ogrožena tudi zaradi plazov, ki se prožijo s pobočij nad cesto in zaradi katerih v posameznih primerih cesta predstavlja območje odlaganja plazovine. Prav plazovi pa so tudi dejavnik, zaradi katerega je cesta ves čas nevarnosti proženja tudi zaprta.

5.2 Predlog rešitve

Za zavarovanje pred snežnimi plazovi je predlagana postavitev snežnih mrež (območje pod ruskim križem ter ob 22. in 23. serpentini), stružnih plotov (med Mihovim in Cestarskim domom), usmerjevalnih nasipov (območje pod ruskim križem), sistema za nadzorovano proženje plazu - sistem Gaz-ex (nad 17. serpentino), izgradnja galerij (24. serpentina) ter vodilne zgradbe (17. serpentina). Obenem bi bilo potrebno poskrbeti za aktivno zasaditev drevja in podrasti.

5.2.1 Snežne mreže

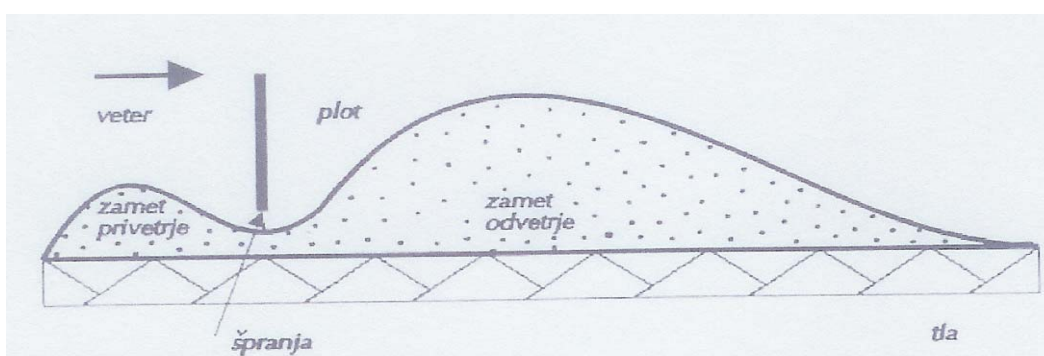
Snežne mreže spadajo pod objekte za preprečevanje proženja snežnih plazov oz. protilavinske snežne objekte. V tujini so tovrstni objekti že dobro uveljavljeni. Snežne mreže dajejo zunanjo oporo snegu in s tem omejujejo možnost sprožitve, zmanjšujejo nastanek razpok in širjenja že nastalega plazu. Mreže so primerne na težko dostopnih skalnatih tleh oz. erozijsko občutljivih mestih. Imajo minimalen vpliv na podobo pokrajine. Prav tako sta transport in vgraditev v primerjavi z ostalimi tipi opornih objektov najenostavnejša in najcenejša, mreže pa so primerne tudi kot zaščita pred padajočim kamenjem. Kljub temu, da so v splošnem stroški postavitve opornih objektov relativno visoki, so stroški vzdrževanja v primerjavi z ostalimi tipi zaščite najnižji.



Slika 15: Snežna mreža (Vir:VGP projekt d.o.o. Kranj)

5.2.2 Stružni plotovi

Stružni plot je prostorsko razporejena ovira, ki vpliva na pretok vetra tako, da se živi sneg odlaga in ustali na vnaprej določenih krajih. Stružni plotovi so lahko trajni (ostanejo na mestu vgraditve do svojega uničenja), občasni (namestitvev in odstranitvev po potrebi), samosučni (samodejno se postavljajo pravokotno na smer vetra) ali rastlinski (vlogo plotu opravlja živa meja). Stružni plot ovira pretok vetra. Manjši zamet nastaja tudi pred plotom. Sneg v zametu je nabit in močno zbit, zato pa ga veter praviloma ne odnaša tudi če spremeni smer.



Slika 16: Način delovanja stružnega plotu (Vir: VGP projekt d.o.o. Kranj)

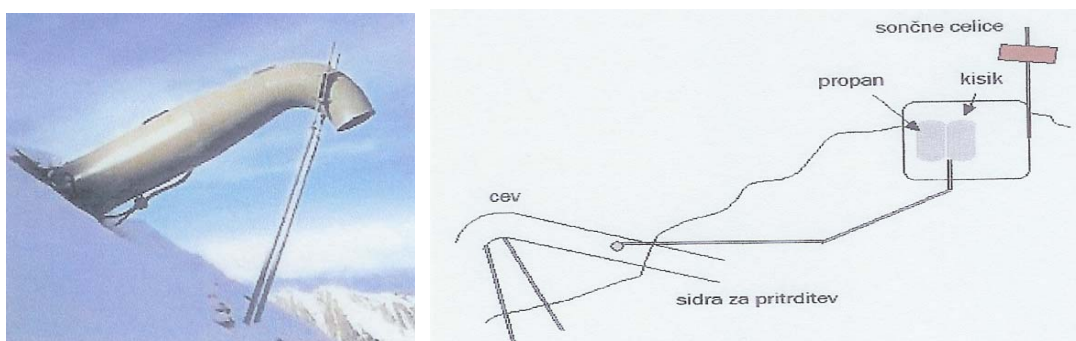
5.2.3 Usmerjevalne zgradbe

Usmerjevalne zgradbe so nasipi in zidovi, ki prestrežejo in preusmerijo tok plazov. Lahko so zgrajeni tudi vzporedno s tokom plazov in ga tako zadržijo na ozkem območju. Večinoma gre za zemljate nasipe na območjih, kjer se lahko uporabi lokalni material, gradijo pa se tudi nasipi oz. zidovi iz utrjene zemlje, gabionov, betona, jekla itd.

5.2.4 Sistemi za nadzorovano proženje plazov Gaz-ex

Sodobni sistemi za nadzorovano proženje plazov delujejo na sunku, ki ga proizvede vžig mešanice gorljivih plinov in oksidanta (sistem Gaz-ex deluje na podlagi eksplozije mešanice kisika in propana), s katerim lahko pravočasno sprožimo snežne plazove, tako da imajo manjšo moč in manjši doseg. Ti sistemi zahtevajo trajno instalacijo tankov, cevi, komore za

mešanje in vžigalnega sistema. Prednost tega sistema je predvsem daljinsko vodenje, tako da lahko deluje na nedostopnih terenih in to v vseh vremenskih in snežnih razmerah. Zaradi daljinskega upravljanja ljudje niso izpostavljeni nevarnostim, poleg tega pa je tudi ekološko bistveno primernejši.

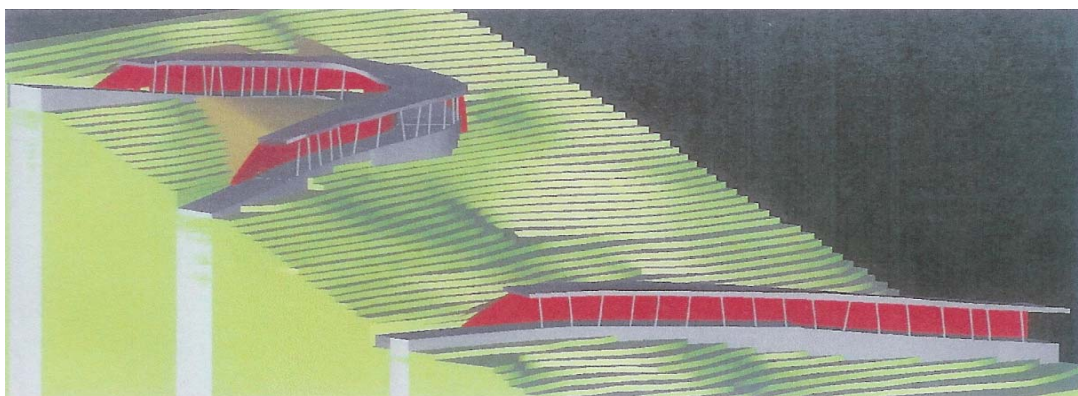


Slika 17: Sistem in shema Gaz-ex (Vir: VGP projekt d.o.o. Kranj)

5.2.5 Galerije

Galerije so oblikovane po kriteriju funkcionalnosti, katera narekuje fizično zaščito cestišča pred naletom snežnega plazju v zimskem času in po kriteriju oblikovne podobe pobočja, ki bo po posegu delovala bolj enotno in usklajeno z obravnavanim občutljivim okoljem.

Objekt bo večinoma zasut, zahteva je minimalizirati poseg v prostor, zato bo v nadaljnjih fazah potrebno poiskati optimalno nivileto ceste, ki bo omogočila minimalne vkope in čim manjša nasutja na zadnji gornji steni galerij. Streha galerije je ozelenjena, podprta z nagnjenimi stebri, s katerimi dosežemo naraven izgled posega v prostor. Lesena varnostna ograja, ki sledi razporeditvi stebrov, povzema alpski značaj visokogorske ceste.



Slika 18: Shema galerije (Vir: VGP projekt d.o.o. Kranj)

Izboljšanje prevoznosti ceste v zimskem času bi omogočilo skladnejši gospodarski razvoj in zaustavilo izseljevanje iz Zgornje Soške doline. Obenem bi omogočili razvoj turizma preko celega leta. Na Vršiču (1600 m n.v.) je povprečno letno trajanje snežne odeje 198 dni, povprečna visokosnežna odeja je 2.2 m, največja opazovana snežna odeja je 4.4 m, kritični pritisk na podlago pa je 16000 N/m^2 .

Vse to so trenutno predlagane rešitve na ravni idejnih rešitev. Potrebno jih je podrobneje preučiti in dopolniti v fazah načrtovanja.

LITERATURA IN VIRI

1. Pravilnik o vrstah vzdrževalnih del na javnih cestah in nivoju rednega vzdrževanja javnih cest, Ur.l. RS 62/98.
2. Uredba o merilih za kategorizacijo javnih cest, Ur.l. RS 29/97.
3. Zakon o javnih cestah, Ur.l. RS 29/97 in Ur.l. RS 18/2002.
4. Odredba o omejitvi prometa na cestah v Republiki Sloveniji, Ur.l. RS 29/2004.
5. Interno gradivo in podatki delniške družbe CP Kranj, Kranj 2005/2006.
6. Zbornik referatov - Strokovno srečanje naročnikov in izvajalcev zimskega vzdrževanja cest, Bled, 11. in 12. oktober 2005.
7. Jesih J.: Spremljanje vozil v zimski službi, oktober 2001 (Strokovno srečanje naročnikov in izvajalcev zimskega vzdrževanja cest, Bled, oktober 2005)
8. Markošek J.: Vremenski pojavi v zimskem času, oktober 2001, Strokovno srečanje naročnikov in izvajalcev zimskega vzdrževanja cest, Bled, oktober 2005)
9. Černivec R.: Izkušnje z uporabo cestno vremenskih postaj na državnih cestah pod upravo DRSC, oktober 2005, Strokovno srečanje naročnikov in izvajalcev zimskega vzdrževanja cest in razstava zimske mehanizacije, Bled, oktober 2001)
10. Britovšek Z.: Izkušnje in rezultati z uporabo merilcev slanosti vozišča, oktober 2005, Strokovno srečanje naročnikov in izvajalcev zimskega vzdrževanja cest, Bled, oktober 2005)
11. Hevka P.: Obračun zimskega vzdrževanja in racionalizacija stroškov zimske službe, oktober 2005
12. Šilc J.: Mehanizacija in tehnologija za pluženje in posipanje 2005-2006, Riko Ribnica, oktober 2005.
13. VGP projekt d.o.o. Kranj: Rekonstrukcija regionalne ceste R1-206/1043 (Erika-Vršič) s sanacijskimi posegi za zagotovitev celotne prevoznosti od km 2+015 do km 9+085, marec 2007.

KAZALO SLIK

Slika 1: Snežni rezkar

Slika 2: Zimske razmere na slovenskih cestah

Slika 3: Potek zimske službe

Slika 4: Zaboje za skladiščenje peska

Slika 5: Sproščanje topnih snovi, vode in drugih netopnih snovi v okolje med tajanjem snega

Slika 6: Vpliv soli na vozišče

Slika 7: CVS postaja Jeprca

Slika 8: CVS postaja Kranj

Slika 9: Senzor LUFT

Slika 10: Merilec slanosti cestišča imenovan SOBO 20

Slika 11: Precizni deli SOBO 20

Slika 12: GPS posipanje

Slika 13: Pravilno posipanje soli - prava granulacija

Slika 14: Prelaz Vršič v zimskem času

Slika 15: Snežna mreža

Slika 16: Način delovanja stružnega plotu

Slika 17: Sistem in shema Gaz-ex

Slika 18: Shema galerije

TABELE

Tabela 1: Zbirka cest glede na kategorizacijo, ki jo vzdržuje cestno podjetje Kranj d.d.

Tabela 2: Dolžina cest po cestno - vzdrževalnih enotah CP Kranj

Tabela 3: Razvrstitev cest po prednostnih razredih CP Kranj

Tabela 4: Poraba materiala

PRILOGA

Priloga 1: Področje gorenjske regije, ki ga vzdržuje CP Kranj d.d.

KRATICE IN AKRONIMI

- CP Kranj d.d. Cestno podjetje Kranj, delniška družba
- DRSC Direkcija Republike Slovenije za ceste
- UKV Ultra kratki radijski valovi
- PLDP Povprečni letni dnevni promet
- DDC Družba za svetovanje in inženiring, d.o.o.
- NaCl Natrijev klorid
- CaCl₂ Kalcijev klorid
- MaCl₂ Magnezijev klorid
- GIS Geografski informacijski sistem
- GPS Global Positioning System (sistem globalnega določanja položaja)
- CVS Cestno-prometne vremenske postaje