

Pasūtītājs: **VAS "Latvijas Valsts ceļi"**
Gogoļa iela 3, Rīga, LV-1050
Reģistrācijas Nr. 90000158490

Izpildītājs: **SIA "Ceļu eksperts"**
Aveņu iela 1, Daugavmala, Tīnūžu
pagasts, Ikšķiles novads, LV-5052
Reģistrācijas Nr. 40003876635

Pamatojums: 03.06.2011. līgums LVC2011/1.10/2/AC

ATSKAITE PAR IZPILDĪTO DARBU

"Grants segu atputekļošana"

SIA "Ceļu eksperts"
Valdes priekšsēdētājs

Aigars Strežs

2011. gada 30. novembrī

Rīga, 2011. gads

Saturs

Saturs	2
1. Vispārēja informācija	3
2. Eksperimentālās daļas izpildes vietas esošā stāvokļa apsekošana un uzmērījumi.....	5
3. Grants seguma paraugu testēšana.....	8
4. Aputeķļošanas materiālu (reaģentu) atlase	10
5. Eksperimentālo darbību izpilde a/c V1435 Līgas - Zentene - Rideļi km 0,05-4,1	11
5.1. Izmantotās iekārtas	12
5.2. Aputeķļošanas eksperimentālās darbības	14
5.2.1. Eksperimentālās darbības 2011. gada 17. un 18. jūnijā.....	14
5.2.2. Eksperimentālās darbības 2011. gada 15. jūlijā.....	17
5.3. Kopsavilkuma secinājumi par aputeķļošanas darbībām.....	18
6. Iespējas novērtēt aputeķļošanas efektivitāti un kvalitāti.....	19
7. Puteķļu daudzuma mērījumi	22
8. Aputeķļotā posma apsekojumi.....	29
9. Ieteikumi grants seguma novērtēšanai un aputeķļošanas reaģenta izvēlei	34
10. Ieteikumi aputeķļošanas darbu veikšanas tehnoloģijai un izmaksu novērtējums	36
Apraksts	38
Aprēķinātā vienības cena LVL/m ²	38
11. Pielikumi	39

1. Vispārēja informācija

03.06.2011. tika noslēgts līgums LVC2011/1.10/2/AC starp VAS "Latvijas Valsts ceļi", kā pasūtītāju, un SIA "Ceļu eksperts", kā izpildītāju, par to, ka SIA "Ceļu eksperts" izstrādā pētniecības darbu *Grants segu atputeķļošana*.

Starpziņojumā ietverta informācija par izpildītiem pētniecības darbiem uz 2011. gada 15. jūliju.

Pētniecības darba izstrādes DARBA UZDEVUMS:

1. Pamatojums

Ceļu pētniecības darba izpilde paredzēta programmas: "Jaunu tehnoloģiju pielietošanas izpēte 2009. – 2011. gadam" ietvaros, lai meklētu, apzinātu un izstrādātu racionālus risinājumus braukšanas apstākļu uzlabošanai vispārējās lietošanas autoceļu tīklā ar nelielu satiksmes intensitāti, paaugstinot satiksmes drošību, lietošanas ērtumu un apkārtējās vides aizsardzību. Darba uzdevums sastādīts pamatojoties uz 2010. gada veiktā pētījuma "Virsmas apstrādes tehnoloģisko risinājumu izpēte, t.sk. grants segas virsmas apstrāde" rekomendācijām.

2. Mērķis

- 2.1. Pētīt iespējas grants segu atputeķļošanai autoceļu tīklā ar nelielu satiksmes intensitāti.
- 2.2. Apzināt iespējamās materiālus un tehnoloģiskos risinājumus grants segu atputeķļošanai.
- 2.3. Pētīt atputeķļošanas efektivitāti, un to ietekmējošos faktoros.

3. Darba saturs

- 3.1. Jāveic pētījumā iekļaujamo atputeķļošanas materiālu (reaģentu) atlase.
- 3.2. Jāveic analīze un novērtējums konkrētajiem apstākļiem un materiāliem svarīgās testējamās un mērķa īpašības.
- 3.3. Jāveic esošā grants seguma materiāla fizikāli-mehānisko īpašību laboratoriskās pārbaudes, tehniskā apsekošana un novērtēšana.
- 3.4. Jāveic eksperimentālā posma grants segas atputeķļošana 4,05 km garumā.
- 3.5. Jāpēta iespējas novērtēt atputeķļošanas efektivitāti un kvalitāti, veicot arī regulārus atputeķļotā posma apsekojumus un gaisa kvalitātes mērījumus visu sezonu.
- 3.6. Balstoties uz veiktajiem pētījumiem, sastāvu un tehnoloģiju projektēšanas, kā arī eksperimentālo darbu izpildes gaitā, jāsniedz:
 - 3.6.1. rekomendācijas grants seguma piemērotības novērtēšanai atputeķļošanai;
 - 3.6.2. rekomendācijas atputeķļošanas reaģenta izvēlei;
 - 3.6.3. rekomendācijas atputeķļošanas darbu veikšanas tehnoloģijai;
 - 3.6.4. jānovērtē izstrādātā tehnoloģiskā risinājuma izmaksas uz 1 km (m²);
 - 3.6.5. Jādokumentē pētījuma izpildes gaita.

4. Metodika

- 4.1. Darba izstrādē pēc iespējas jāievēro spēkā esošo saistošo normatīvo dokumentu un standartu prasības.
- 4.2. Pētījuma nolūkos veiktās atkāpes no spēkā esošo normatīvo dokumentu un standartu prasībām jāidentificē un jādokumentē.
- 4.3. Jāparedz pielietot pēc iespējas Latvijā ražojami vai sagatavojami materiāli.
- 4.4. Pētījuma eksperimentālās daļas izpildes vieta jānosaka pēc saskaņošanas ar pasūtītāju.

5. Prasības būvdarbu kvalitātei

- 5.1. Grants segas atputeķļošana jāveic saskaņā ar Autoceļu specifikāciju sadaļu 5.3. Atputeķļošana.
- 5.2. Ir pieļaujamās atšķirības no specifikācijām, kas saistītas ar eksperimentālo materiālu pielietošanu vai eksperimentālo konstrukciju izbūvi. Šādas atšķirības jādokumentē.

6. Darba izpildes termiņi

- 6.1. Grants segas atputeķļošanas eksperimentālās darbības jāveic ne vēlāk kā līdz 2011. gada 22. jūnijam.
- 6.2. Starpzinojums par pētniecības darba izpildi jāiesniedz ne vēlāk kā līdz 2011. gada 15. jūlijam.
- 6.3. Atskaite par pētniecības darba izpildi jāiesniedz ne vēlāk kā līdz 2011. gada 30. novembrim.

7. Darba noformējums

Izpildītājs iesniedz pētījumu 1 eksemplārā uz A4 formāta lapām un digitālā formātā *MS Word* dokumenta vai savietojamā datu formātā, lietojot *Times New Roman* 12. izmēra fontu.

2. Eksperimentālās daļas izpildes vietas esošā stāvokļa apsekošana un uzmērījumi

Saskaņā ar vienošanos par eksperimentālās daļas izpildes vietu tika noteikts autoceļš V1435 Līgas - Zentene - Rideļi 0,05-4,1 km (Vadības apspriedes protokols no 06.06.2011.). Saskaņā ar darba uzdevumu 08.06.2011. attiecīgi tika veikts a/c V1435 Līgas - Zentene - Rideļi 0,05-4,1 km apsekojums, veicot brauktuves platuma un seguma biezuma uzmērījumus, kā arī noņemot grants seguma materiāla paraugus tālākai granulometriskā sastāva testēšanai.

Apmēram ik pēc 500m tika veikta ceļa brauktuves un klātnes platuma uzmērīšana, kā arī veikta seguma šurfēšana, noņemot paraugus (apmēram 15kg katru, kopā 8 paraugus) granulometriskā sastāva testēšanai. Detāli rezultātus skatīt 08.06.2011. Mērījumu un paraugu noņemšanas protokolā.

Vidējais uzmērītais ceļa brauktuves platums ir 7,13m (no 6,20m līdz 8,30m), un vidējais uzmērītais ceļa klātnes platums ir 9,86m (no 8,90 līdz 10,40m).

Grants segums posmā vērtējams kā viendabīgs (skatīt 1. foto un 2. foto). Atsevišķās vietās (pārsvarā kreisajā brauktuves joslā) novērojams, ka grants segums ir zaudējis nestspēju ("smilšu vannas"), piemēram: km 0,3; km 0,6; km 0,7; km 1,6-1,8 (skatīt 3. foto).

Posmā novērojama ļoti intensīva smagā kravas autotransporta kustība, kura visticamāk ir saistīta ar karjera "Cēres" izstrādi (skatīt foto 4), izņemot ≈ 100 m posmā pieslēgumā uz apdzīvotu vietu - Cēre, kur autotransporta kustības intensitāte ir neliela vai vidēja.



1.foto



2. foto



1. foto
2.



4. foto

Secinājumi

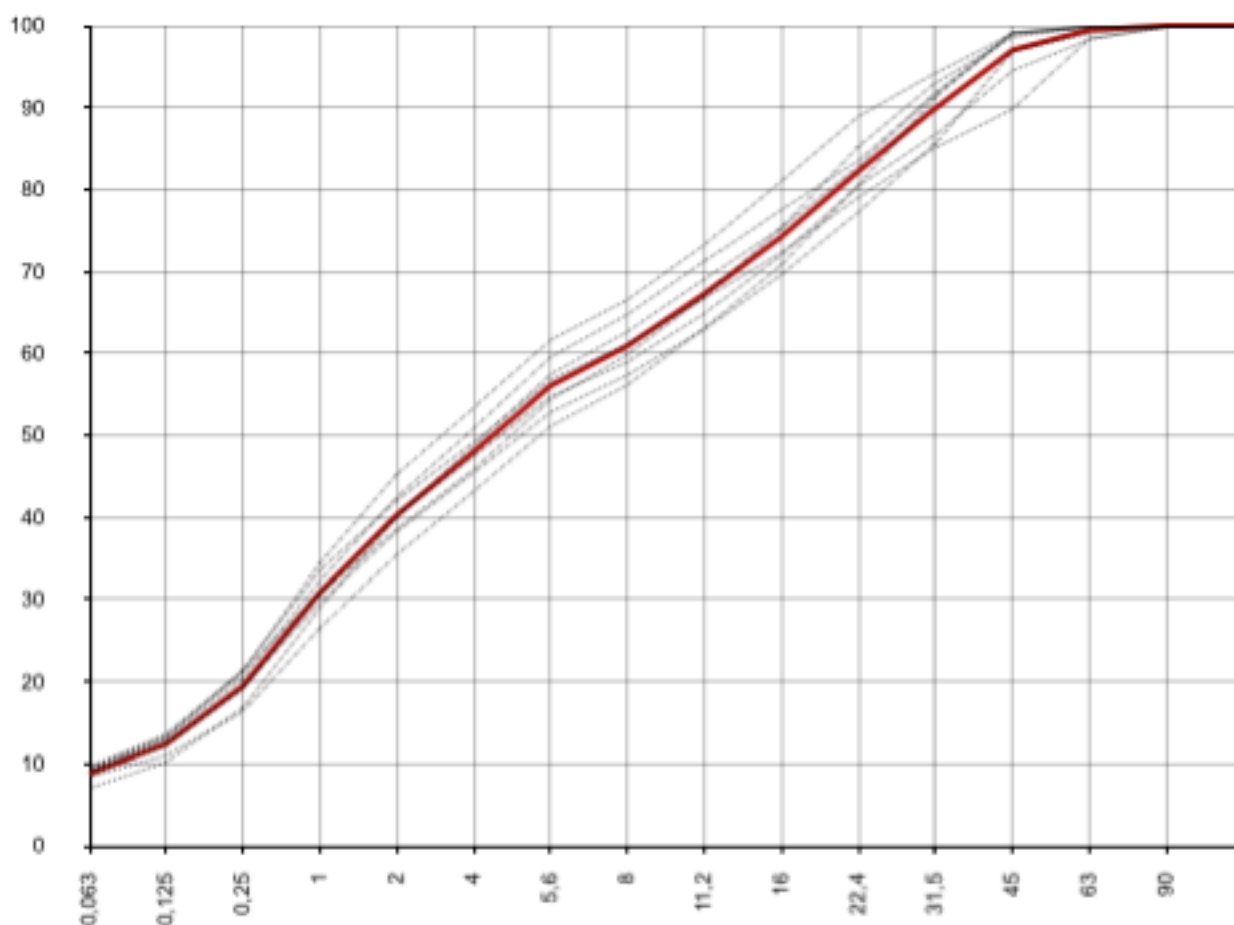
A/c V1435 Līgas - Zentene - Rideļi km 0,05-4,1 posms ir ar lielu smagā transporta noslodzi, īpaši kreisajā brauktuves joslā, pa kuru galvenokārt notiek karjerā "Cēres" uzkrautu kravas automašīnu kustība. Līdz ar to šajā joslā vairākās vietās tika novērtta nepietiekama ceļa segas konstrukcijas nestspēja.

3. Grants seguma paraugu testēšana

No a/c V1435 Līgas - Zentene - Rideļi 0,05-4,1 km noņemto grants seguma paraugu testēšana tika veikta SIA "Ceļu eksperts" Testēšanas laboratorijā. Detaļas skatīt 08.07.2011. Testēšanas pārskatā Nr.486/11.

Grants seguma paraugu granulometriskais sastāvs

siets, mm / parauga Nr., vieta	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	5,6	8	11,2	16	22,4	31,5	45	63	90
1 - 0,2km, LJ	7	10,2	16,8	28,9	40	48,7	57,4	62,6	69	75,3	82,8	91,8	99,2	100	100	100
2 - 0,7km, V	9,2	13	20,4	32,2	42,4	50,8	59,5	64,7	71,2	77,5	83,5	91,6	99	100	100	100
3 - 1,2km, KJ	9,1	13,2	21,4	33,5	42	49,1	56,7	61,1	66,7	72,3	79	85,1	89,8	98,4	100	100
4 - 1,8km, LJ	9,6	13,3	21,2	34,4	45,2	53,3	61,6	66,5	73,2	81	88,9	94,2	99	100	100	100
5 - 2,2km, V	9,5	13,6	21,2	30,8	38,5	45,8	54,3	59,8	66,9	75,3	85,2	93	98,6	100	100	100
6 - 2,7km, KJ	8,4	11	16,3	26,5	35,4	43,1	51,1	56,1	63	70,8	80,5	91,3	99,1	100	100	100
7 - 3,3km, LJ	9	12,6	19,3	29,6	38,2	45,4	52,8	57,3	62,9	69,6	77,2	85,6	96,9	99	100	100
8 - 3,9km, V	8,6	12,2	19,1	30,7	40,2	47,4	54,7	58,9	64,8	72	80,4	86,7	94,5	98,3	100	100
Vidēji:	8,8	12,4	19,5	30,8	40,2	48,0	56,0	60,9	67,2	74,2	82,2	89,9	97,0	99,5	100	100



Citas īpašības

Maksimālais sausais blīvums (Proktora blīvums)	2,273	Mg/m ³
Optimālais mitrums	4,3	%
Esošais mitrums	3,2	%

Secinājumi

A/c V1435 Līgas - Zentene - Rideļi km 0,05-4,1 grants seguma materiāls visā posmā ir samērā vienmērīgs. Novērtējot pēc *Ceļu specifikācijām 2010* tā granulometriskais sastāvs ir tuvs grants segumu maisījuma tipam 0/16 ar nedaudz palielinātu rupjo daļiņu saturu. Skatīt grants seguma paraugu granulometriskā sastāva salīdzinājumu ar 0/16 un 032s tipa maisījumiem pielikumā "Grants seguma granulometriskā sastāva testēšanas rezultātu analīze".

4. Atputekļošanas materiālu (reaģentu) atlase

Novērtējot pēc veiktā apsekojuma un testēšanas rezultātiem a/c V1435 Līgas - Zentene - Rideļi km 0,05-4,1 ir piemērots atputekļošanai ar kalcija hlorīdu.

Novērtējot pēc ekspluatācijas režīma - atputekļošana ar kalcija hlorīdu ir iespējama (vidēji ieteicami). Novērtējot pēc grants seguma granulometriskā sastāva - atputekļošana ar kalcija hlorīdu ir iespējama (vidēji ieteicami).

Ievērtējot arī konkrētu reaģentu pieejamību, kā arī potenciālās šādu reaģentu iestrādes tehnoloģiskās iespējas tuvākajā nākotnē, tad kā atputekļošanas reaģenti eksperimentālo darbību veikšanai tiek izvēlēti:

- CACL2-ROAD-SB Kalcija hlorīds granulās ($\text{CaCl}_2 \approx 77-80\%$) - izplatītājs SIA "Algol Chemicals";
- DUSTOFF (kalcija hlorīds ap 45% šķīdumā) - ražotājs SIA "Vincent's Poliline".

Skatīt arī 06.06.2011. Vadības apspriedes protokolu.

Atputekļošanas sastāvs:

Ievērtējot veikto uzmērījumu rezultātus tika aprēķināti šādi autoceļa V1435 Līgas - Zentene - Rideļi km 0,05-4,1 atputekļošanas sastāvi (brauktuvei vidēji 8m platumā):

- 1/2 objektā (km 0,05-1,55) - atputekļošanas reaģents DUSTOFF - kalcija hlorīda šķīdums ūdenī, paredzot iestrādei ap $0,67 \text{ l/m}^2$ (ap 450 g/m^2 tīrā kalcija hlorīda) - kopā posmā - 8000 l ($\approx 12\,000 \text{ kg}$);
- 1/2 objektā (km 1,55-4,1) - atputekļošanas reaģents CACL2-ROAD-SB - kalcija hlorīds granulās, paredzot iestrādei ap $0,38 \text{ kg/m}^2$ (ap 300 g/m^2 tīrā kalcija hlorīda) - kopā posmā - 7500 kg;

5. Eksperimentālo darbību izpilde a/c V1435 Līgas - Zentene - Rideļi km 0,05-4,1

Eksperimentālās atputeķļošanas darbības a/c V1435 Līgas - Zentene - Rideļi km 0,05-4,1 tika veikti 2011.gada 17. un 18. jūnijā. Kā arī papildus grants seguma apstrāde ar atputeķļošanas reaģentu tika veikta 15. jūlijā.

Grants seguma ekperimentālās atputeķļošanas darbības tika paredzēts veikt esošās ceļa brauktuves platumā, t.i., vidēji 8m platumā (saskaņā ar iepriekš veiktajiem uzmērījumiem brauktuves platums vidēji ir 7,13m, ceļa klātnes platums vidēji ir 9,86m). Skatīt arī 06.06.2011. Vadības apspriedes protokolu.

Eksperimentālo atputeķļošanas darbu izpildei SIA "Ceļu eksperts" piesaistīja apakšuzņēmēju SIA "Viamix".

5.1. Izmantotās iekārtas

Eksperimentālo atputeķļošanas darbu izpildei tika izmantotas šādas iekārtas:

- autogreiders - grants seguma profilēšanai un atputeķļošanas reaģenta iemaisīšanai

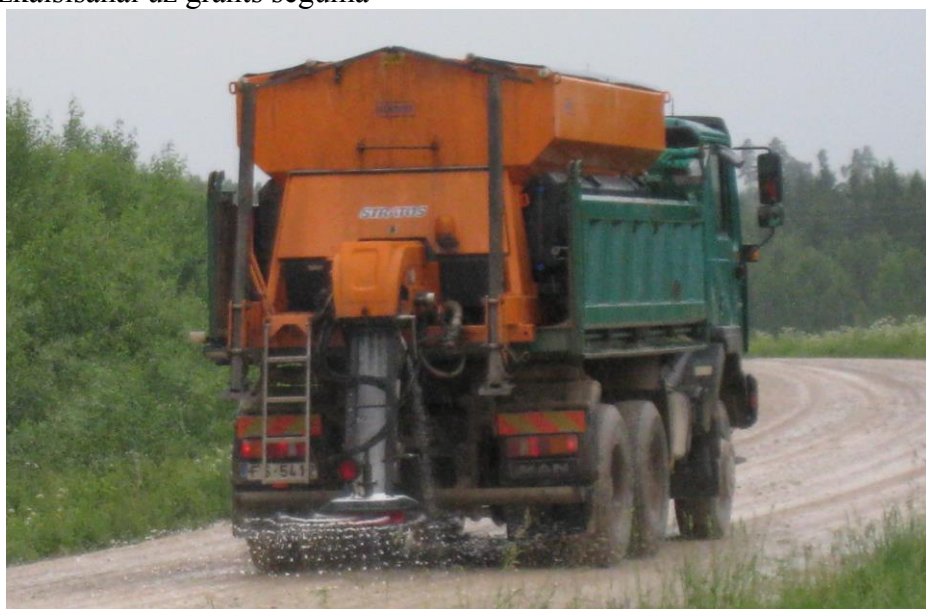


- divas ūdens cisternas - viena grants seguma mitrināšanai, otra - atputeķļošanas reaģenta DUSTOFF piegādei un izliešanai uz grants seguma





- ❶ ziemas dienesta kaisītājs - atputekļošanas reaģenta CACL2-ROAD-SB izkaisīšanai uz grants seguma



- ❷ autotransports reaģentu pievešanai, darbaspēks un tehnika iekraušanai, kā arī darbaspēks un tehnika nepieciešamā satiksmes aprīkojuma uzstādīšanai un novākšanai.

Iepriekš tika paredzēta arī kombinētā veltna izmantošana, bet tā kā intensīvās smagā transporta satiksmes kustības rezultātā grants segums samērā ātri tika pieblīvēts, tad veltnis pie eksperimentālo darbību izpildes netika izmantots.

5.2. Atputeķļošanas eksperimentālās darbības

5.2.1. Eksperimentālās darbības 2011. gada 17. un 18. jūnijā

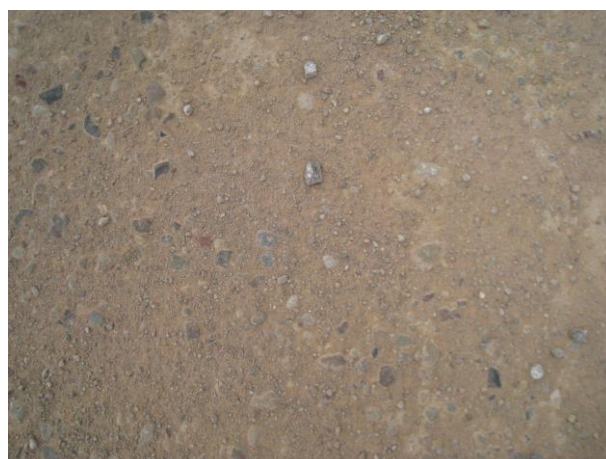
Kā pirmā objektā tika veikta atputeķļošana ar reaģentu DUSTOFF

Tehnoloģiskais process tika organizēts sekojoši:

- grants seguma laistīšana ar ūdeni un noprofilēšana ar autogreideri posmā km 0,05-1,55 (8:30 - 10:30);
- pirmā atputeķļošanas reaģenta DUSTOFF izliešana (1/4 no normas) (10:00);
- pārējā atputeķļošanas reaģenta DUSTOFF izliešana - 3 pārgājienos (10:30-11:00);
- posma pārplanēšana ar autogreideri, veicot arī atputeķļošanas reaģenta iemaisīšanu (11:00 - 12:00);
- posma atkārtota pārplanēšana ar autogreideri, veicot arī atputeķļošanas reaģenta iemaisīšanu nākamajā dienā (08:00 - 12:00).

Novērojumi un secinājumi par atputeķļošanas darbībām:

- iestrādātā atputeķļošanas reaģenta daudzums ap 0,45 kg/m² tīrā kalcija hlorīda uz 1 m² saskaņā ar *Ceļu specifikācijām 2010* ir pietiekams daudzums iestrādei vienā sezonā;
- kalcija hlorīda šķīduma, kāds ir DUSTOFF, lietošana ir praktiski ērta un samērā vienkārši ir iespējams nodrošināt arī tā nepieciešamo dozāciju;
- drīz pēc darba izpildes pabeigšanas, ap plkst. 15:00 sāka līt lietus, kurš turpinājās vairākas stundas;
- arī tuvākās nedēļas laikā ik pa laikam lija, un arī stiprs lietus, kas ir negatīvi ietekmējis iespējamo sasniedzamo atputeķļošanas efektivitāti ar konkrēti izlietotā atputeķļošanas reaģenta daudzumu;
- 06.07.2011., t.i., 3 nedēļas pēc atputeķļošanas darbībām atputeķļošanas efektivitāte vērtējama kā apmierinoša (braucot vieglajam autotransportam puteķļi nav novērojami, braucot smagajam autotransportam neliels puteķļu daudzums ir novērojams)



Ar DUSTOFF atputeķļotais posms 06.07.2011.

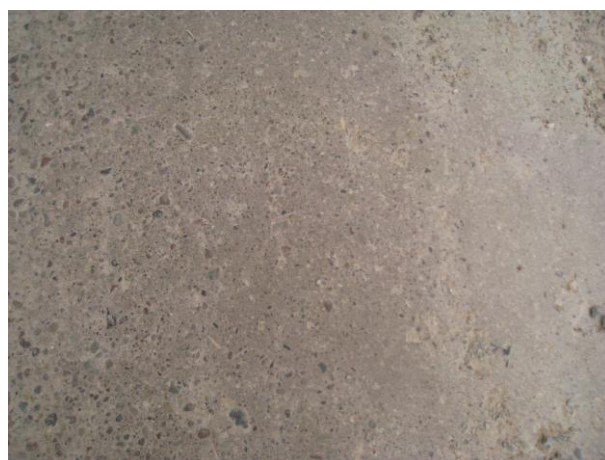
Kā otra objektā tika veikta atputeķļošana ar reaģentu CACL2-ROAD-SB

Tehnoloģiskais process tika organizēts sekojoši:

- grants seguma laistīšana ar ūdeni un noprofilēšana ar autogreideri posmā km 1,55-4,1 (12:00 - 14:00);
- atputeķļošanas reaģenta izkaisīšana, ar kaisītāju veicot 6 pārgājienus (14:30 - 15:30);
- reaģenta izkaisīšanas laikā sāka līt, kā rezultātā profilētā grants seguma virsma strauji pārmitrinājās un pārvērtās dubļos, un tā kā ceļš tika intensīvi izmantots karjera Cēres izstrādei, tad reaģenta iemaisīšana ar autogreideri tūlīt pēc tā iestrādes vairs nebija iespējama;
- posma pārplanēšana ar autogreideri, veicot arī atputeķļošanas reaģenta iemaisīšanu nākamajā dienā (08:00 - 12:00).

Novērojumi un secinājumi par atputeķļošanas darbībām:

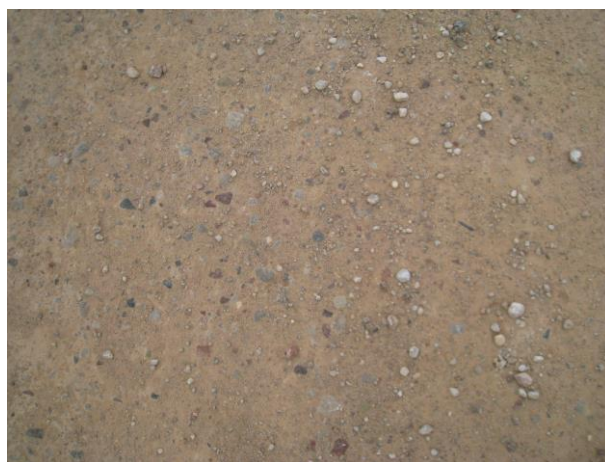
- iestrādātā atputeķļošanas reaģenta daudzums ap 0,3 kg/m² tīrā kalcija hlorīda uz 1 m² saskaņā ar *Ceļu specifkācijas 2010* ir pietiekams daudzums iestrādei vienā sezonā;
- kalcija hlorīda granulu lietošana, kāds ir CACL2-ROAD-SB, lietošanu apgrūtina tā pārkraušanas procedūras nepieciešamība kaisītājā, kā arī tas, ka uzkrāts kaisītājs tajā pašā dienā ir jāizstrādā, jo pretējā gadījumā reaģents, piesaistot gaisa mitrumu sacietē, kas rada tālākas problēmas. Pati granulu izkaisīšanas procedūra ar ziemas dienesta kaisītāju ir ērta un ir iespējams nodrošināt arī pietiekami labu dozāciju;
- darba izpildes laikā, ap plkst. 15:00 sāka līt lietus, kurš turpinājās vairākas stundas;
- arī tuvākās nedēļas laikā ik pa laikam lija, un arī stiprs lietus, kas ļoti negatīvi ietekmēja atputeķļošanas efektivitāti ar smago autotransportu noslogotajā posmā;
- 06.07.2011., t.i., 3 nedēļas pēc atputeķļošanas darbībām atputeķļošanas efektivitāte ar smago autotransportu noslogotajā lielākajā posma daļā, izņemot atsevišķas vietas, vērtējama kā ļoti slikta (braucot autotransportam novērojams samērā liels puteķļu daudzums), savukārt atputeķļošanas efektivitāte no a/c V1435 virzienā uz Cēri, kur nav tik intensīva smagā autotransporta kustība, vērtējama kā ļoti laba (puteķļu veidošanās nav novērojama).



Ar CACL2-ROAD-SB atputeķļotais posms 06.07.2011. - noslogotajā posmā ar labu atputeķļošanas efektivitāti



Ar CACL2-ROAD-SB atputekļotais posms 06.07.2011. - noslogotajā posmā ar sliktu atputekļošanas efektivitāti



Ar CACL2-ROAD-SB atputekļotais posms 06.07.2011. - mazas noslodzes posmā ar ļoti labu atputekļošanas efektivitāti

5.2.2. Eksperimentālās darbības 2011. gada 15. jūlijā

Tika veikta grants seguma papildus apstrāde ar atputeķļošanas ar reaģentu DUSTOFF

Tehnoloģiskais process tika organizēts sekojoši:

- grants seguma planēšana ar autogreideri virzienā uz seguma malām (vaļņi malās);
 - atputeķļošanas reaģenta izliešana veicot 1 gājienu posmā km 0,05 - 1,55 un 3 gājienu posmā km 1,55 - 4,0;
 - turpmāka grants seguma planēšana ar autogreideri virzienā uz seguma vidu;
 - atputeķļošanas reaģenta izliešana veicot 1 gājienu posmā km 4,0 - 0,05 ($\approx$ 300 m posmā, t.i., km 0,05 - 0,3, reaģenta pietrūkst);
 - seguma planēšanas pabeigšana ar autogreideri;
 - atputeķļotā seguma pieblīvēšana ar esošo satiksmes kustību.
- tā kā iepriekšējās dienās lija, kā arī posmā ir samērā intensīva smagā autotransporta kustība, tad papildus seguma laistīšana ar ūdeni, kā arī noplanētā seguma blīvēšana ar veltni, netika veikti.

Atputeķļošanas reaģenta DUSTOFF izlietojuma daudzumi:

- 2000 l ($\approx$ 3000 kg) - posmā km 0,05 - 1,55, t.i., 250 g/m² DUSTOFF vai ap 110 g/m² tīrā kalcija hlorīda, aprēķinot 8m brauktuves platumam;
- 6000 l ($\approx$ 9000 kg) - posmā km 1,55 - 4,0, t.i., 450 g/m² DUSTOFF vai ap 200 g/m² tīrā kalcija hlorīda, aprēķinot 8m brauktuves platumam.

Darbu izpildes laikā, kā arī tuvākajā laikā pēc tam, nekādas negatīvas klimatisko apstākļu ietekmes (kā stiprs lietus, u.tml.) netika novērotas.

5.3. Kopsavilkuma secinājumi par atputeķļošanas darbībām

- izvēlētais a/c V1435 Līgas - Zentene - Rideļi posms 0,05-4,1 km lielākajā tā daļā ir ar ļoti lielu smagā autotransporta noslodzi, turklāt vairākās vietās ir novērojama grants segas nepietiekama nestspēja. Abi šie faktori, kā arī iespējami lietus periodi var negatīvi ietekmēt atputeķļošanas efektivitāti un tās ilglaicību;
- abu atputeķļošanas reaģentu: DUSTOFF un CACL2-ROAD-SB iestrāde ir piemērota grants segumu atputeķļošanai;
- atputeķļošanas efektivitāte ir augstāka nelielas vai vidējas noslodzes ceļu posmos - kā tika novērots, tad lietus līšana reaģenta iestrādes laikā un ar nelieliem pārtraukumiem arī tuvākās nedēļas laikā tūlīt pēc reaģenta iestrādes, nav bijusi par traucējumu labam atputeķļošanas efektam salīdzinoši mazākas noslodzes autoceļa posmā;
- atputeķļošanas efektivitāti ar kalcija hlorīdu tomēr ļoti lielā mērā var negatīvi ietekmēt lietus, īpaši, ja:
 - posmā ir liela smagā autoransporta kustība - vislielākā un nešaubīgi novērotā negatīvā ietekme;
 - sāk līt reaģenta iestrādes laikā - var būt liela negatīva ietekme kombinācijā ar smagā transporta kustību;
 - sāk līt drīz pēc atputeķļošanas reaģenta iestrādes - var būt negatīva ietekme kombinācijā ar smagā transporta kustību;
- ņemot vērā samērā sliktu atputeķļošanas efektivitāti pēc pirmās atputeķļošanas reaģentu iestrādes (attieciģi posmā km 0,05 - 1,55 - 450 g/m² un posmā 1,55 - 4,1 - 300 g/m² tīrā kalcija hlorīda) daļā no objekta, tika veikta grants seguma papildus apstrāde, izmantoģot atputeķļošanas reaģentu DUSTOFF: posmā km 0,05 - 1,55, ap 110 g/m² un posmā km 1,55 - 4,0 ap 200 g/m² tīrā kalcija hlorīda.

Pārrunājot ar uzņēmuma pārstāvjiem, tika noskaidrots, ka putekļu mērīšanai gaisā āra apstākļos varētu būt piemērotas šādas iekārtas:

- Vides putekļu monitoringa pārvietojamā iekārta - GRIMM Environmental Dust Monitor. Iekārta sastāv no portatīva instrumenta nepārtrauktiem cieta daļiņu PM10, PM2.5 un PM1 koncentrāciju mērījumiem un ārtelpas konteīnera ar sildītāju, gaisa plūsmas žāvētāju, kā arī temperatūras, relatīvā gaisa mitruma, vēja ātruma un vēja virziena sensoriem. Iekārtas cena ap 17000 LVL. Iekārtas cena ap 17000 LVL. Iekārtu īslaicīgi var darbināt ar akumulatoriem, bet ilgākai darbībai ir nepieciešams pastāvīgs strāvas pieslēgums.
- Vides putekļu monitoringa iekārta - GRIMM Stand-alone Environmental Dust Monitor. Iekārta sastāv no pilnīgi automātiska instrumenta nepārtrauktiem cieta daļiņu PM10, PM2.5 un PM1 koncentrāciju mērījumiem un ārtelpas konteīnera ar sildītāju, gaisa plūsmas žāvētāju, kā arī temperatūras, relatīvā gaisa mitruma, vēja ātruma un vēja virziena sensoriem. Iekārtas cena ap 25000 LVL. Iekārtas darbināšanai nepieciešams pastāvīgs strāvas pieslēgums.

Iekārtas ir iespējams arī iznomāt. Vienas iekārtas nomas cena ap 615 EUR nedēļā, ap 1400 EUR mēnesī, ap 9000 EUR gadā.

Kā operatīvu portatīvo mēriekārtu putekļu daļiņu mērīšanai gaisā, kas spēj darboties āra apstākļos var minēt "Environmental Devices Corporation" (www.hazdust.com) ražoto iekārtu HAZ-DUST EPAM-5000. Ar šo iekārtu var veikt tiešus putekļu daudzuma mērījumus gaisā, tai nav nepieciešami filtri, līdz ar to nav nepieciešama laboratorija. Iekārtas cena ap 7500 USD.

Cita šī ražotāja iekārta DUST SOL DS-2.5 ir lētāka, tās cena ap 4000 USD, bet tai ir nepieciešami filtri, līdz ar to rezultātu apstrāde ir iespējama tikai laboratorijā.

Zviedrijas Karaliskais tehnoloģiju institūts ir veicis pētījumu: "Evaluation of Dust Suppressants for Gravel Roads: Methods Development and Efficiency Studies" (Atputeķļošanas reaģenti grants ceļiem: metodiku pilnveidošana un efektivitātes izpēte) - 2010. gads.

Šī pētījumā gaitā ir secināts:

- ir relatīvi straujš lineāras funkcijas putekļu daļiņu koncentrācijas samazinājums atkarībā no attāluma no grants ceļa. Rezultāti neliecina par tūlītēju risku, ka varētu tikt pārsniegta maksimāli pieļaujamā PM10 koncentrācija apkārtējā gaisā, saskaņā ar Eiropas Padomes direktīvu, ja $ADT \leq 125$;
- mobilā PM10 paraugu ņemšanas metodika garantē relatīvo putekļu emisijas mērījumus ar labu ticamību, kā arī tas ir ekonomiski. Šādus PM10 mērījumus var izmantot, lai novērtētu smago transportlīdzekļu radīto putekļu intensitāti, kas apgrūtina redzamību uz grants ceļiem. Ar šo metodi var aizstāt tradicionālos vizuālos novērtējumus;
- metodes, kas izstrādātas, lai izvērtētu grants putekļu koncentrācijas gaisā relatīvās atšķirības ir ar pieņemamu atkārtotamību un ticamību;
- kopumā lietotie atputeķļošanas reaģenti, izņemot polisaharīdu un tā produktus, veido trauslu virsmas garozu, t.i., lignosulfonāts un bitumena emulsijas demonstrēja labu atputeķļošanas efektu;
- ar hlorīdiem apstrādātie posmi gan kvantitatīvi, gan kvalitatīvi bija ar vislabāko atputeķļošanas efektu. Ļoti svarīgs ir pietiekams hlorīdu izlietojuma daudzums;
- lielāki atputeķļošanas reaģentu izlietojuma daudzumi nodrošināja labāku atputeķļošanas efektu;
- Kalcija hlorīds ir efektīvāks par cieta magnija hlorīdu pie vienāda izlietojuma daudzuma, tomēr magnija hlorīda šķīdums ir vismaz tikpat efektīvs kā kalcija hlorīda šķīdums, ja koncentrācija ir 32 svara % abiem sāļiem;
- toksiskuma un augšanas inhibīcijas analīzes rāda, ka hlorīdu lietošana atputeķļošanai, tradicionālajos izlietojuma daudzumos, nerada draudus videi;

- izmantojot vai nu magnija hlorīda, vai kalcija hlorīda šķīdumu, nevis cietā veidā, ir iespējams samazināt izlietojuma daudzumu, lai iegūtu apmierinošu atputeķļošanas efektu. Līdz ar to samazinās ķīmikāliju lietošanas daudzums, ietekme uz vidi, kā arī izmaksas. Lietojot šķīdumus, nevis cietā veidā, nodrošina vienmērīgāku reaģenta iemaisīšanos, un līdz ar to arī efektīvāku darbību;
- 32 %-tīgs (no svara) sāls šķīdums, izlietojot 0,8 m³/km ir optimāli atputeķļošanai, vismaz ņemot vērā Ziemeļvalstu grants ceļu stāvokli. Šī koncentrācija atbilst izlietojuma daudzuma samazinājumam un izmaksu ietaupījumam aptuveni par 50 procentiem, jeb apmēram 15 MSEK gadā Zviedrijas valsts grants ceļu tīklā tikai salīdzinot ar tradicionālo cietā sāls izlietojuma daudzumu. 50 procentu ķīmisko vielu daudzuma samazinājums vidē ir ievērojams arguments par labu videi, lai to ieviestu;
- gan hlorīdi un lignosulfonāts ir ļoti labi šķīst ūdenī, līdz ar to koncentrācija līdz ar nokrišņiem samazinās. Un tas nozīmē, ka gan ar hlorīdiem, gan lignosulfonātu vismaz reizi gadā nepieciešama atkārtota apstrāde. Tomēr, hlorīdi, šķiet, paliek uz ceļa, un tādēļ to atputeķļošanas efektivitāte saglabājas ilgāku laiku, salīdzinot ar lignosulfonātu. Hlorīdi ir spējīgi migrēt uz augšu caur grunti ar kapilāriem spēkiem;
- ir būtiski, ka, ja izmanto lignosulfonātu, smalko daļiņu saturam jābūt aptuveni 15 procenti no svara. Tas samazinās izskalošanas iespējas. Ja izmanto hlorīdus, optimālais smalko daļiņu saturs, minimālam hlorīdu izlietojuma daudzumam, ir intervālā no 10 līdz 16 svara %;
- sāls joni, šķiet, iniciē māla minerālu flokulāciju, kas, savukārt, šķiet, pasargā māla daļiņu zudumus no izskalošanas.

Izanalizējot pieejamās iekārtas, kā arī Zviedrijas Karaliskā tehnoloģiju institūta pētījumu, tika secināts, ka rūpniecisku iekārtu izmaksas, ar kurām iespējams operatīvi mērīt puteķļu daudzumu gaisā āra apstākļos ir relatīvi augstas. Nākotnē, protams, var turpināt pētījumus izskatot iespējas izmantot arī kādas no šeit iepriekš minētajām iekārtām, bet pētījuma autori kā aktuālāko identificēja nepieciešamību iegūt izmērāmus rezultātus, lai būtu iespējams ar salīdzinoši vienkāršu un ne dārgu mērījumu palīdzību novērtēt vai salīdzināt atputeķļotu vai arī neatputeķļotu grants ceļu puteķļainību.

Detaļas par piedāvāto grants ceļu puteķļainības mērīšanas metodiku, kā arī veiktos grants ceļu puteķļainības mērījumus skatīt 7. punktā "Puteķļu daudzuma mērījumi".

7. Putekļu daudzuma mērījumi

Darba ietvaros tika apskatīts, kādas ir iespējas atputeļošanas efektivitātes un kvalitātes novērtēšanai. T.i., tika meklētas iespējas kādu konkrētu testu vai mērījumu veikšanai, lai ar konkrētiem mērījumu rezultātiem raksturotu atputeļošanas efektivitāti, un iespējams, līdz ar to arī kvalitāti.

Lai nomērītu putekļu veidošanās intensitāti pa grants segumu braucot automašīnai, tika izmantots putekļu sūcējs, kuru novietojot automašīnas piekabē, ir iespējams braucot iesūkt putekļus, kas veidojas aiz automašīnas, un pēc tam nosvērt un konstatēt šādi iesūkto putekļu daudzumu.



Nokomplektēta putekļu daudzuma mērīšanas iekārta a/m piekabē (putekļu sūcējs, generators, putekļu iesūkšanas atvere)

Mērījumu veikšanai tika izvēlēts šāds putekļu iesūkšanas režīms: tiek uzlikts tīrs filtrs (par filtru tika izmantoti gan oriģinālie putekļu sūcēja filtri, gan arī par filtru izmantojot agroplēvi), tad tiek uzņemts ātrums līdz 60 km/h, tad ieslēgts putekļu sūcējs uz 1 min., turpinot braukt ar 60 km/h, pēc tam putekļu sūcējs tiek izslēgts, un filtrs ar iesūktajiem putekļiem tiek noņemts.



Agroplēve kā filtrs putekļu sūcējā



Filtrs putekļu sūcējā



Putekļu sūcēja ieslēgšanas slēdzis



Putekļu iesūkšanas atvere

Putekļu daudzuma mērījumi tika veikti vairākos grants seguma ceļu posmos:

- Rīgas apvedceļš - Ķekava;
- Baldone - Ķegums;
- Misiņi - Kranciems;
- Kranciems - Tīnūži.

Putekļu daudzuma mērījumi 25.08.2011.

Laika apstākļi: saulains, + 24 °C

a/c Rīgas apvedceļš - Ķekava

Grants seguma vizuālais vērtējums: Brauktuves virsma blīva, bez bedrēm, necīgs nepiesaistītā materiāla daudzums, gar brauktuves malām nepiesaistītas lielāko frakciju šķembas, putekļainība no pārbraucošā transporta vērtējama kā vidēja.

Ar agroplēvi (dubultā) kā filtru:

Nr.	Tīra masa kopā, g	Masa ar putekļiem kopā, g	Putekļi, g	Mērījumu veikšanas virziens
1	5,20	8,75	3,55	Ķekava -> apvedceļš
2	5,80	8,75	2,95	apvedceļš -> Ķekava
3	5,60	8,90	3,30	Ķekava -> apvedceļš
4	5,55	8,90	3,35	apvedceļš -> Ķekava
5	5,65	17,25	5,80	Ķekava -> apvedceļš
6	5,80			

* - mērījumu izpildes laiks 14:30 - 15:00

Ar putekļu sūcēja oriģinālo papīra filtru:

Nr.	Tīra masa kopā, g	Masa ar putekļiem kopā, g	Putekļi, g	Mērījumu veikšanas virziens
1	64,80	75,35	10,55	apvedceļš -> Ķekava
2	64,25	73,95	9,70	Ķekava -> apvedceļš
3	64,25	73,95	9,70	apvedceļš -> Ķekava

* - mērījumu izpildes laiks 16:30 - 16:45

Piezīmes:

- Filtrs ielikts plāna plastikāta maisiņā un tad tika svērts, iegūstot kopējo masu, tāpat svēršana veikta kopā filtram ar iesūktajiem putekļiem, kurš ievietots tajā pašā plastikāta maisiņā (novērojums - sarežģīti nosvērt).
- Putekļu sūcēja iesūkšanas sprausla ≈ 15cm no zemes.

Secinājumi:

- Agroplēve, kaut arī kvalitatīva nav derīga izmantošanai kā filtra alternatīva, jo nav savākta lielākā daļa putekļu, salīdzinot ar oriģinālo putekļu sūcēja papīra filtru.
- Līdz ar to eksperimentālie mērījumi tiek turpināti tikai ar oriģinālajiem putekļu sūcēja filtriem.

Putekļu daudzuma mērījumi 26.08.2011.

Laika apstākļi: saulains, + 25 °C

a/c Rīgas apvedceļš - Ķekava (11:40 - 12:10)

Grants seguma vizuālais vērtējums: Identisks 25.08.2011. vērtējumam.

Mērījumu rezultāti

Nr.	Tīra masa kopā, g	Masa ar putekļiem kopā, g	Putekļi, g	Mērījumu veikšanas virziens
1*, ***	71,85	80,35	8,55	apvedceļš -> Ķekava
2**, ***	67,65	75,80	8,20	Ķekava -> apvedceļš
4*	62,40	72,05	9,70	apvedceļš -> Ķekava
5**	62,75	71,65	8,95	Ķekava -> apvedceļš

* - ar ieliktni iesūcēja sprauslā

** - bez ieliktna iesūcēja sprauslā (turpmākajos 26.08.2011. objektos iesūcēja sprauslai ieliktnis nav lietots).

*** - filtrs tiek izmantots otreiz.

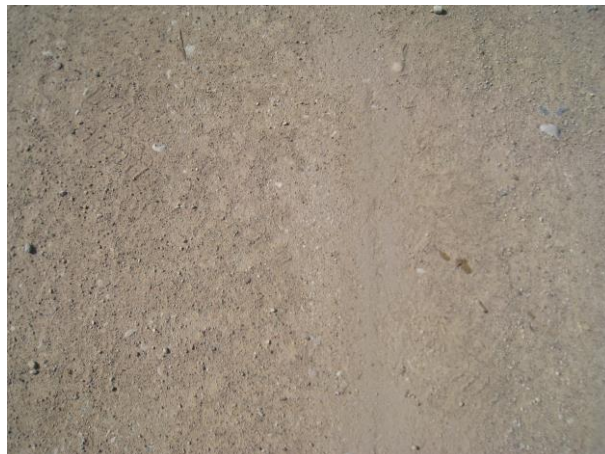
a/c Baldone - Ķegums**(12:30 - 12:45) - pie baltās c.z. "Baldone"**

Grants seguma vizuālais vērtējums: Posms mežā, virsma blīva, bez bedrēm, praktiski neput.

Mērījumu rezultāti

Nr.	Tīra masa kopā, g	Masa ar putekļiem kopā, g	Putekļi, g	Mērījumu veikšanas virziens
6	60,15	61,55	1,40	Ķegums -> Baldone
7	60,30	61,85	1,55	Baldone -> Ķegums

(12:55 - 13:05) - pie zilās c.z. "Ķeguma novads"



Grants seguma vizuālais vērtējums: Posms pārsvarā atklāts, virsma blīva, bez bedrēm, uz virsmas neliela apjoma nepiesaistīts materiāls, normāli put.

Mērījumu rezultāti

Nr.	Tīra masa kopā, g	Masa ar putekļiem kopā, g	Putekļi, g	Mērījumu veikšanas virziens
3*	68,50	78,60	10,15	Ķegums -> Baldone
8	60,35	71,95	11,65	Baldone -> Ķegums

* - Filtrs tiek izmantots otreiz.

a/c Misiņi - Kranciems (13:45 - 13:55)

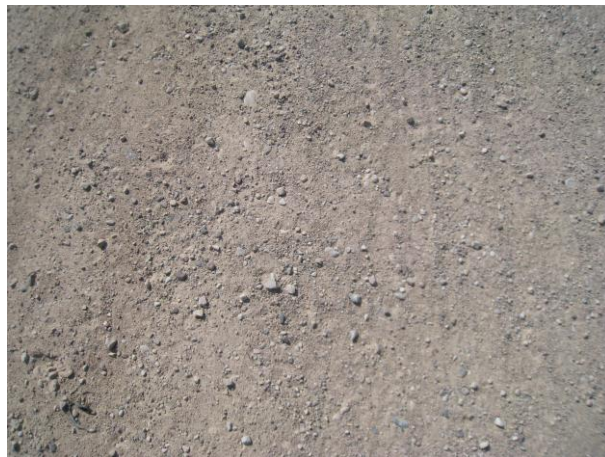
Grants seguma vizuālais vērtējums: Posms atklātā vietā, virsma blīva, bez bedrēm, uz seguma virsmas nepiesaistīts minerālmateriāls, labi put.

Mērījumu rezultāti

Nr.	Tīra masa kopā, g	Masa ar putekļiem kopā, g	Putekļi, g	Mērījumu veikšanas virziens
9*	60,35	69,85	9,55	Kranciems -> Misiņi
10**	60,15	76,75	16,65	Misiņi -> Kranciems

* - braukšanas ātrums 50 km/h

** - pirmās 10s $\approx$ 50 km/h, pārējā posmā 60 km/h

a/c Kranciems - Tīnūži (14:00 - 14:10)

Grants seguma vizuālais vērtējums: Posms atklātā vietā, virsma bez bedrēm, uz seguma virsmas nepiesaistīts minerālmateriāls, labi put.

Mērījumu rezultāti

Nr.	Tīra masa kopā, g	Masa ar putekļiem kopā, g	Putekļi, g	Mērījumu veikšanas virziens
11	64,10	77,35	13,30	Tīnūži -> Kranciems
12	61,90	70,15	8,30	Kranciems -> Tīnūži

Šeit novērojama salīdzinoši liela paralēli veikto mērījumu rezultātu atšķirība. Citviet novērotas ievērojami mazākas rezultātu atšķirības. Iespējams, mērījumus (visticamāk mērījumu Nr.12) ir ietekmējuši kādi neidentificēti blakusapstākļi.

Piezīmes:

- Filtri svērti vieni paši, bez to ievietošanas plastikāta maisiņā, līdz ar to ievērojami uzlabojas svēršanas precizitāte (filtru ievieto plastikāta maisiņā pēc tā piesūkšanas ar putekļiem, bet pirms nosvēršanas - izņem no tā).
- Putekļu sūcēja iesūkšanas sprausla $\approx 25\text{cm}$ no zemes
- Tukša, tīra plastikāta maisiņa svars ir 2,60 g, bet maisiņa svars pēc putekļu sūcēja filtra ar iesūktajiem putekļiem izņemšanas ir 2,65 g, t.i., + 0,05 g, kuri ir pieskaitīti rezultātam, izņemot Nr.6 un Nr.7, kur maisiņa svars nemainījās.

Secinājumi:

- iesūkto putekļu daudzums ir atkarīgs no konkrētā ceļa putekļainības;
- ceļa putekļainību un līdz ar to arī iesūkto putekļu daudzumu ļoti ietekmē ātrums ar kādu pārvietojas testa automašīna;
- **realizētā putekļu daudzuma mērīšanas metodika varētu būt praktiski lietojama grants ceļu putekļainības līmeņa novērtēšanai, kā arī atputeķlotu ceļu kvalitātes vērtēšanai. Lai būtu iespējams izvērtēt šīs metodikas pielietojamību, nākotnē ir jāturpina testēšana, piemēram, veicot mērījumus vismaz vienas vasaras sezonas garumā, identificējot būtiskos mērījumus ietekmējošos faktorus, kā arī nosakot mērīšanas metodoloģiju:**
 - identificējot putekļu iesūkšanas daudzumu ietekmējošos faktorus: kustības ātrums putekļu iesūkšanas laikā, iesūkšanas sprauslas novietojums, a/m tips, apriepojums, putekļu sūcēja jauda, atkārtota filtru izmantošana u. tml.;
 - nosakot klimatiskos nosacījumus, kad mērījumi var tikt veikti, vai kādos klimatiskajos apstākļos veikti mērījumi ir salīdzināmi vai interpretējami, u. tml.;
 - veicot vairāku grants ceļu posmu vai maršrutu putekļainības mērījumus, kā arī novērtējot putēšanu vizuāli;
 - galarezultātā izstrādājot un nosakot precīzu mērījumu veikšanas metodoloģiju, ja, protams, tas izrādās iespējams.

8. Atputekļotā posma apsekojumi

Sistemātiski sezonas laikā tika veikti atputekļotā posma vizuāli apsekojumi, lai konstatētu atputekļošanas efektivitāti un ceļa tehnisko stāvokli.

Apsekojums 06.07.2011.

Skatīt sadaļā "5. Eksperimentālo darbību izpilde".

Apsekojums 29.08.2011.

Atputekļotais posms labā tehniskā kārtībā. Atputekļošanas efektivitāte lielākajā objekta daļā ir teicama. Seguma virsma ir blīva, labi sasaistīta un neput (attēli 1, 2, 5, 6). Posms objekta sākumā, kā arī atsevišķi līkumi objektā tālāk (kopumā $\approx 10-15\%$ no objekta kopgaruma) ir ar uz virsmas nepiesaistītu minerālo materiālu (attēli 3, 4). Līdz ar to šajos posmos novērojama arī putēšana.



1. attēls



2. attēls



3. attēls



4. attēls



5. attēls



6. attēls

Apsekojums 01.11.2011.

Atputekļotais posms labā tehniskā kārtībā. Klimatiskais periods - slapjš. Seguma virsma visā objektā ir blīva, labi sasaistīta, nedaudz mitra, bet nav slapja, un, protams, arī neput (attēls 7). Apskatot atputeķlotajam objektam pieslēdzošos ceļa posmu konstatēts, ka tā virsma ir pārmirkusi un viegli "dublaina", arī ar nepiesaistītu minerālo materiālu (attēls 8), līdz ar to braukšanas komforts šajā neatputeķlotajā posmā ir ievērojami zemāks.



7. attēls



8. attēls

Apsekojums 15.11.2011.

Atputekļotais posms labā tehniskā kārtībā. Klimatiskais periods - mitrs. Seguma virsma visā objektā ir blīva, sasaistīta, praktiski sausa, neput (attēli 9 - 14), pamazām novērojama šķembu atsegšanās (attēli 10, 12). Apskatot atputeķlotajam objektam pieslēdzošos ceļa posmu konstatēts, ka tā virsma atsevišķos (zemākajos) posmos ir slapja (attēli 18, 19, 20), citviet sausākos posmos uz seguma virsmas novērojams nepiesaistīts minerālais materiāls (attēli 15, 16, 17).



9. attēls



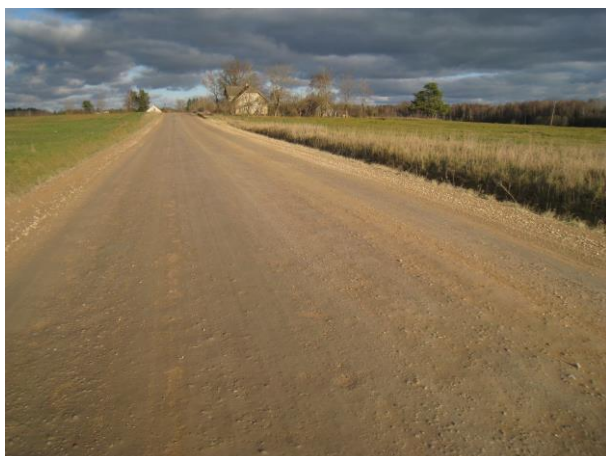
10. attēls



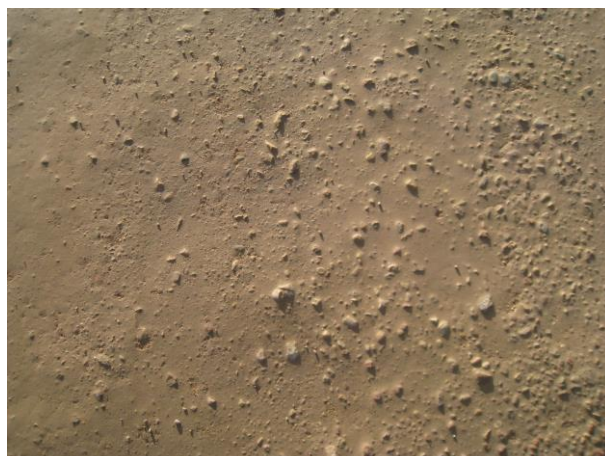
11. attēls



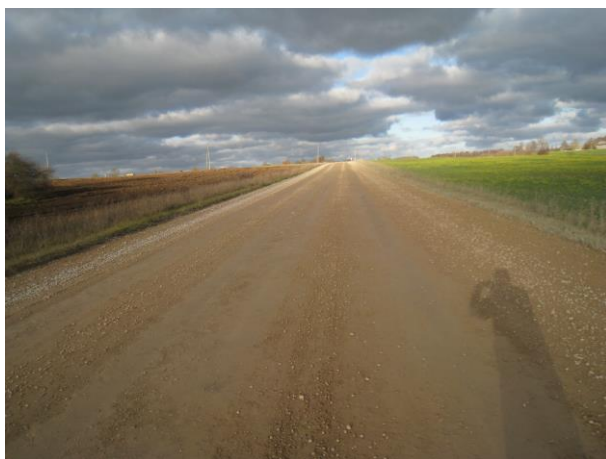
12. attēls



13. attēls



14. attēls



15. attēls



16. attēls



17. attēls



18. attēls



19. attēls



20. attēls

Secinājumi:

- atputeķļošanas efektivitāte ar kalcija hlorīdu pētniecības ietvaros atputeķļotajā augstas kustības intensitātes ceļa posmā (pievadceļš grants karjeram) kopumā vērtējama kā laba;
- daudz drošāk labu atputeķļošanas efektu var iegūt lietot kalcija hlorīda šķīdumu;
- dinamiski noslogotās vietās pie intensīvas satiksmes kustības atputeķļošanas efektivitāte ir zemāka, jo no seguma virsmas transporta kustības ietekmē tiek izrautas minerālā materiāla daļiņas, kuras provocē putēšanu;

- jo uz grants seguma virsmas ir mazāk brīva nepiesaistīta minerālā materiāla, jo seguma putēšanas intensitāte ir mazāka (to pamato veiktie novērojumi un mērījumi gan atputekļotajā, gan neatputekļotajos ceļu posmos);
- ar kalcija hlorīdu atputekļots posms arī rudens periodā, kad klimatiskie apstākļi ir slapji vai mitri, ir tehniski salīdzinoši labākā stāvoklī par neatputekļotu posmu, atputekļotais posms ir sausāks, ar vienmērīgāku blīvu virsmu, līdz ar to arī labāku līdzenumu un saķeres koeficientu, kas nodrošina komfortablākus un arī ievērojami drošākus satiksmes kustības apstākļus arī rudens periodā.

9. Ieteikumi grants seguma novērtēšanai un atputeķļošanas reaģenta izvēlei

Pētniecības ietvaros tika apskatīts un lietots grants seguma atputeķļošanai potenciāli lietojams materiāls kalcija hlorīds, kurš ir spējīgs absorbēt apkārtējā gaisa mitrumu, tādējādi ar šo mitrumu piesaistot puteķļu daļiņas:

- kalcija hlorīda šķīdums DUSTOFF ($\approx 45\%$ CaCl_2 koncentrācija);
- kalcija hlorīds granulās ($\approx 77\%$ CaCl_2)

Novērtējot šo produktu sniegumu gan eksperimentālo darbu izpildes laikā, gan arī pēc vienas sezonas novērojumiem ekspluatācijas apstākļos autoceļa posmā ar intensīvu smagā autotransporta satiksmi, var secināt, ka, lietojot atputeķļošanai DUSTOFF, var iegūt ļoti labu grants seguma atputeķļošanas efektu arī salīdzinoši nelabvēlīgos klimatiskajos apstākļos. Savukārt kalcija hlorīda granulās lietošana neuzrādīja salīdzinoši tik labus rezultātus, kas arī vislielākajā mērā ir saistīts ar nelabvēlīgajiem klimatiskajiem apstākļiem šajā sezonā, t.i., bieži un samērā intensīvi lija, kā arī ielija pirmajā atputeķļošanas reaģentu iestrādes dienā. Šādos nelabvēlīgos apstākļos jau pēc 3 nedēļām ar kalcija hlorīda granulām atputeķļotajā augsti noslogotajā posmā atputeķļošanas efektivitāte vizuāli bija vērtējama kā ļoti slikta, salīdzinot ar DUSTOFF posmu, kur atputeķļošanas efektivitāte bija apmierinoša.

Lietojot kalcija hlorīdu granulās jāreķķinās, ka papildus apgrūtinājumus var radīt granulu iekraušana kaisītājā, kā arī granulu uzglabāšana, kā arī jāreķķinās, ka granulu iestrādi nedrīkst veikt, ja grants segums ir sauss, jo šādā gadījumā atputeķļošanas efektu var neiegūt, tāpat arī lielāks risks neiegūt cerēto atputeķļošanas efektu ar granulām ir, ja sezona salīdzinoši lietaina, vai, ja ielīst reģenta iestrādes laikā, turklāt, ja vēl liela satiksmes intensitāte.

Pētniecības ietvaros tika lietots kalcija hlorīda šķīdums un kalcija hlorīds granulās, bet vēl varētu tikt lietots pulverveida kalcija hlorīds. Pulverveida kalcija hlorīda lietošana gan nav ieteicama, ja netiek izmantota speciāla iekārta, kas būtu piemērota tā izkliedēšanai, jo pretējā gadījumā iestrādes process ir visai puteķļains un dozācija nenoteikta.

Kalcija hlorīda iestrādi nav ieteicams veikt, ja ir pārlietu liels mitrums vai arī līst.

Kalcija hlorīda šķīduma DUSTOFF lietošana ir visieteicamākā, jo salīdzinoši vienkārša ir tā iestrāde (izliešana). Ja nepieciešama īslaicīga atputeķļošana, to var, piemēram, arī tikai izliet uz grants seguma virsmas neiemaisot. Kā arī daudz mazāka ir iespējamo kļūdu iespēja, ja segums ir izžuvis vai pārmitrināts, jo zināmu ūdens daudzumu jebkurā gadījumā satur jau pats atputeķļošanas produkts. Kā arī DUSTOFF ir daudz inertāks pret konkrēta tehnoloģiskā risinājuma ietekmi vai kādām tā nepilnībām.

Lietojot kalcija hlorīdu atputeķļošanai jāievēro sekojošais:

- kalcija hlorīdu ieteicamāk lietot mazas un vidējas noslodzes grants segumu atputeķļošanai;
- grants seguma māla un puteķļu daļiņu saturam būtu jābūt $\geq 5\%$;
- kalcija hlorīdu nav ieteicams iestrādāt slapjā vai lietainā laikā (īpaši, ja ir arī liela satiksmes intensitāte, kuru nevar ierobeķķot vai pārtraukt), kā arī sausā grants segumā;
- iekārtām kalcija hlorīda iestrādei jābūt piemērotām konkrētā kalcija hlorīda konsistences (šķīdums, granulās vai puteķļveida) efektīvai iestrādei;
- atputeķļota grants seguma ekspluatācijas laikā, kad līst vai ir slapjš, seguma virsma var kļūt nedaudz slidena.

Kalcija hlorīds pēc būtības ir videi nekaitīgs produkts, ja tā iestrādi veic atbilstoši. Ir veikta pētniecība par kalcija hlorīda migrāciju gruntsūdeņos un ir konstatēts, ka tā koncentrācija ir tieši atkarīga no attāluma no ceļa. Kalcija hlorīdam ir tendence palikt tur kur tas ir iestrādāts ceļu stabilizējot un nav indikāciju, ka varētu tikt izraisīta negatīva ietekme uz vidi ceļu atputeķļojot. Tomēr ir konstatēts, ka kalcija hlorīdu nevajadzētu lietot apvidos, kur ir novērojams ilgi stāvošs augsts gruntsūdens līmenis. Lai nepieļautu kalcija hlorīda migrāciju gruntsūdeņos, kalcija hlorīdu nedrīkstētu iestrādāt, ja tiek prognozēts stiprs lietus un tuvāko 36 h laikā pēc tam. Kalcija hlorīda klātbūtne dzeramajā ūdenī nav uzskatāma par riskantu veselībai, bet var ietekmēt tā garšu. Avots: [ANSWERS TO FREQUENTLY ASKED QUESTIONS ABOUT GRAVEL ROADS Franklin Regional Council of Governments William B. Allen, Chair; Franklin Regional Council of Governments Executive Committee Ann Banash, Chair; Franklin Regional Planning Board Lois Stearns, Chair; Franklin Regional Council of Governments Staff: Maureen Mullaney, Transportation and GIS Program Manager; Keith Wilson, Transportation Planning Engineer; James Toth, PE, Regional Engineer. September 2001]

Izvērtējot citu atputeķļošanas reaģentu, kas nav tikuši izmantoti konkrēti šī pētījuma ietvaros, lietošanu, ieteicams izmantot šādu ārvalstu pieredzi atputeķļošanas reaģentu lietošanai (avots - DUST PALLIATIVE SELECTION AND APPLICATION GUIDE, United States Department of Agriculture Forest Service, Technology & Development Program 7700 - Transportation System, 2500 - Watershed and Air Management, November 1999, 9977 1207 - SDTDC):

Reaģents	Vidējā diennakts satiksmes intensitāte			Seguma materiāls								Eksploataācijas klimatiskie apstākļi		
	maza < 100	vidēja 100 - 250	liela > 250 (1)	Plasticitātes indekss			Daļiņas < 0,075mm (%)					slapjš un/vai lietains	drēgns līdz saus	saus (2)
				< 3	3 - 8	> 8	< 5	5 - 10	10 - 20	20 - 30	> 30			
Kalcija hlorīds	✓✓	✓✓	✓	X	✓	✓✓	X	✓	✓✓	✓	X (3)	X (3; 4)	✓✓	X
Magnija hlorīds	✓✓	✓✓	✓	X	✓	✓✓	X	✓	✓✓	✓	X (3)	X (3; 4)	✓✓	✓
Petroleja	✓	✓	✓	✓✓	✓	X	✓	✓	✓	X	X	✓ (3)	✓✓	✓
Lignīns	✓✓	✓✓	✓	X	✓	✓✓ (5)	X	✓	✓✓	✓✓	✓ (3; 5)	X (4)	✓✓	✓✓
Taļeļas	✓✓	✓	X	✓✓	✓	X	X	✓	✓✓ (5)	✓ (5)	X	✓	✓✓	✓✓
Augu eļļas	✓	X	X	✓	✓	✓	X	✓	✓	X	X	X	✓	✓
Elektroķīmiskas vielas	✓✓	✓	✓	X	✓	✓✓	X	✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓ (3; 4)	✓	✓
Sintētiskie polimēri	✓✓	✓	X	✓✓	✓	X	X	✓✓	✓✓ (5)	X	X	✓	✓✓	✓✓
Māla piedevas	✓✓	✓	X	✓✓	✓✓	✓	✓✓	✓	✓	X	X	X (3)	✓	✓✓

Apzīmējumi:

✓✓ - labi piemērots

✓ - vidēji piemērots

x - nav piemērots

Piezīmes:

(1) - var būt nepieciešamas paaugstinātas izlietojuma normas, īpaši, ja liela satiksmes intensitāte

(2) - vairāk kā 20 dienas relatīvais gaisa mitrums ir zemāks par 40%

(3) - segums slapjā laikā var kļūt slidens

(4) - tikai ar tīriem atvērtas granulometrijas materiāliem

(5) - labākam rezultātam jāiemaisa segumā

10. Ieteikumi atputeķļošanas darbu veikšanas tehnoloģijai un izmaksu novērtējums

Ieteikumi grants segumu atputeķļošanai izstrādāti gadījumam, ja kā atputeķļošanas reaģents tiek lietots kalcija hlorīda šķīdums vai kalcija hlorīds granulās, to iestrādājot grants segumā ar autogreideri.

Ieteicamās kalcija hlorīda izlietojuma normas (mazākās normas, ja neliela satiksme, lielākās, ja satiksmes kustība intensīvāka):

- ap 200-300 g/m² (tīrā CaCl₂) veicot pirmo iestrādi pavasarī vai vasaras sākumā;
- ap 100-150 g/m² (tīrā CaCl₂) veicot otro iestrādi sezonā, vai, ja nepieciešams atputeķļot īslaicīgam periodam, vai atputeķļojot posmus arniecīgu satiksmes intensitāti.

Atputeķļošanas darbu izpildei nepieciešama šāda tehnika un iekārtas:

- autogreiders, vismaz 14 t, vislabāk, ja aprīkots ar rotējošiem zobu nažiem;
- vismaz divas ūdens cisternas (≈ 8 - 14t) (ja atputeķļojamā posma garums ir neliels, protams, var iztikt arī ar vienu ūdens cisternu) - ūdens cisternām, ja nepieciešams, ir jāspēj nodrošināt pietiekami ātru un operatīvu ūdens vai kalcija hlorīda šķīduma iesūkņēšanu vai pārsūkņēšanu, bet ir jāreķinās arī ar to cik liels daudzums CaCl₂ šķīduma ir jāpiegādā un kāds ir piegādes attālums, līdz ar to, iespējams, ir nepieciešamas vairākas ūdens cisternas vai to ietilpībai ir jābūt lielākai;
- vismaz vienai ūdens cisternai ir jābūt aprīkoti ar piemērotu iekārtu kalcija hlorīda šķīduma izsmidzināšanai, ja tiek lietots kalcija hlorīda šķīdums;



- piemērota iekārta kalcija hlorīda granulu izkaisīšanai, piemēram, var lietot ziemas dienesta kaisītāju (jārēķinās, ka atkarībā no granulu veida var būt jāveic kaisītāja kalibrācija), ja tiek lietots kalcija hlorīds granulās;



- veltnis, vismaz 6 t, vai arī viena no ūdens cisternām var būt aprīkota ar paplašinātām, nesapārotām riepiem, ar pazeminātu protektoru (ja posmā ir liela satiksmes intensitāte, kuru nav iespējams ierobežot vai pārtraukt, pietiekamu sablīvējumu nodrošina arī pāri braucošā

satiksme, šādā gadījumā var nelietot veltni, bet tad darbu izpilde jāieplāno tā, lai atputeķļošanas darbus pabeigtu pirms apsīkst satiksmes kustība konkrētajā dienā).

Darbu izpilde ir jāveic pie pozitīvām apkārtējā gaisa temperatūrām. Atputeķļošanas reaģenta iestrādes laikā, ja iespējams, ieteicams pārtraukt vai ierobežot transporta kustību šajā posmā. Kalcija hlorīdu (īpaši CaCl_2 granulas) nav ieteicams iestrādāt slapjā vai lietainā laikā, kā arī sausā grants segumā.

Grants segumam jābūt ar labu, pēc iespējas *Ceļu specifikāciju 2010* prasībām atbilstošu, granulometrisko sastāvu. Māla un puteķļu daļiņu saturs ieteicams $\geq 5\%$, bet ne lielāks par 30% . Jābūt labai un efektīvai ūdens atvadei gan no brauktuves virsmas, gan nomalēm, gan arī ceļa zemes klātnes.

Iepriekš jāveic konkrēto kalcija hlorīda iestrādei izmantot paredzēto iekārtu kalibrācija. Atkarībā no paredzētā izlietojuma, jāaprēķina kalcija hlorīda iestrādes režīms, kā arī ceļa posma garums tā apstrādei vienā tvērienā. Ir jāapzina arī iespējamās ūdens ņemšanas vietas.

Ja nepieciešams, vispirms objektā ir jāveic esošā grants seguma profilēšana. Ieteicamais ceļa šķērskritums ap $3 - 4\%$. Jebkurā gadījumā ir jāveic esošā seguma uzirdināšana ap $2-4\text{cm}$ biezumā, planējot.

Ir jāparedz arī seguma laistīšana ar ūdeni pirms un profilēšanas/planēšanas/uzirdināšanas laikā. Ir jānovērtē grants seguma mitruma stāvoklis. Ieteicams testēt grants seguma mitruma saturu, un izlejama ūdens (un CaCl_2 šķīduma) daudzumu aprēķināt $\approx$ līdz grants optimālajam mitrumam. Ja, iepriekšējā periodā nav lijis, segums ir sauss, tad jāplāno liela apjoma laistīšana. Ja seguma mitrums ir liels (agrā pavasarī, iepriekšējā periodā bijušas ievērojamas lietavas), papildus laistīšana ar ūdeni, iespējams, nav nepieciešama (arī jāatzīmē, ka dabīgi pietiekams grants seguma mitrums, īpaši vasaras periodā, būs tikai retos gadījumos, arī ja iepriekšējā dienā ir stipri lijis, nākamajā dienā grants seguma mitrums jau var būt nepietiekams).

Ja grants segums ir sauss, tad izlejamo atputeķļošanas šķīdumu ieteicams sagatavot pēc iespējas ar zemāku kalcija hlorīda koncentrāciju (piemēram, veicot atšķaidīšanu ar ūdeni objektā), un izliešanu veicot pēc iespējas vairāk gājienos. Ja grants segums ir pietiekami mitrs, tad kalcija hlorīda šķīdumu var iestrādāt arī tā lielākajā koncentrācijā.

Ja satiksmes kustību iespējams ierobežot vai pārtraukt:

- jāveic grants seguma planēšana/profilēšana ar autogreideri;
- noprofilētā/noplanētā seguma uzirdinātais materiāls jāizklieš vienmērīgā biezumā pa visu ceļa virsmu to nepieblīvējot ar veltni vai autotransportu līdz kalcija hlorīda iestrādei;
- tūlīt pēc tam jāveic pirmā kalcija hlorīda iestrāde (vienā vai vairākos gājienos) ap $50-70\%$ no paredzētā izlietojuma daudzuma;
- tad jāveic uzirdinātā seguma pārmaisīšana ar izlieto vai izbērtu kalcija hlorīdu, izpildot grants materiāla pārvietošanu ar autogreideri vismaz 2 reizes, beigās atkal izkliešējot uzirdināto materiālu vienmērīgā biezumā pa visu ceļa virsmu to nepieblīvējot ar veltni vai autotransportu līdz kalcija hlorīda 2. iestrādei;
- tūlīt pēc tam tiek veikta kalcija hlorīda otrā iestrāde, iestrādājot (vienā vai vairākos gājienos) atlikušos $30-50\%$ atputeķļošanas reaģenta;
- tad tiek veikta sablīvēšana ar pneimoriteņu veltni vai ar speciāli aprīkotu automašīnu, piemēram, ūdensvedēju ar paplatinātām, nesapārotām riepām, ar pazeminātu protektoru;
- ja lieto kalcija hlorīda šķīdumu, var arī neveikt iemaisīšanas procedūru, īpaši, ja ir paredzēts iestrādāt nelielu kalcija hlorīda daudzumu, vai pie atkārtotas kalcija hlorīda iestrādes sezonas

laikā, kalcija hlorīda iestrāde var tikt veikta arī vienā paņēmienā, izlejot 100% visu paredzēto kalcija hlorīda daudzumu uz uzirdinātā grants seguma virsmas un pēc tam uzreiz pieblīvējot.

Ja satiksmes kustību nav iespējams ierobežot vai pārtraukt:

- jāveic autogreidera planēšanas/profilēšanas darba gājieni virzienā no ceļa vidus uz malām;
- pēc tam jāveic pirmā kalcija hlorīda iestrāde (vienā vai vairākos gājienos) ap 40-50% no paredzētā izlietojuma daudzuma, tad jāveic autogreidera planēšanas/profilēšanas darba gājieni virzienā no ceļa malām uz vidu;
- sekojoši autogreidera darbībai jāveic kalcija hlorīda iestrāde (vienā vai vairākos gājienos) vēl vismaz 2 tvērienos, pa $\approx 25-30\%$ katrā;
- jānovērtē vai satiksmes kustība ir nodrošinājusi pietiekamu grants seguma pieblīvēšanu, ja nepieciešams, jāblīvē papildus ar velti vai citu piemērotu iekārtu.

Darba ietvaros izstrādāti arī izmaksu kalkulāciju piemēri pieņemtam objektam 10 km garumā, kurā jāveic esošā grants seguma atputeķošana ar 40% kalcija hlorīda šķīdumu vai kalcija hlorīda granulām (77%), aprēķinot dažādu lietotā atputeķošanas reaģenta daudzumu:

- ar CaCl_2 šķīduma patēriņu 300 g/m^2 tīrā kalcija hlorīda, ietverot nepieciešamo testēšanu un mērījumus grants seguma materiāla novērtēšanai;
- ar CaCl_2 šķīduma patēriņu 150 g/m^2 tīrā kalcija hlorīda, piemēram, veicot atkārtotu vai papildus apstrādi, vai paredzot īsākam periodam, vai atputeķojot nelielas intensitātes ceļa posmus;
- ar CaCl_2 granulu patēriņu 300 g/m^2 tīrā kalcija hlorīda, ietverot nepieciešamo testēšanu un mērījumus grants seguma materiāla novērtēšanai;
- ar CaCl_2 granulu patēriņu 150 g/m^2 tīrā kalcija hlorīda, piemēram, veicot atkārtotu vai papildus apstrādi, vai paredzot īsākam periodam, vai atputeķojot nelielas intensitātes ceļa posmus

Atputeķošanas reaģenta iemaisīšanu ceļa segumā, kā arī ceļa profilēšanu paredzot veikt ar autogreideri.

Kalkulāciju detaļas skatīt pielikumā. Šeit izmaksu kalkulāciju kopsavilkums:

Apraksts	Aprēķinātā vienības cena LVL/m ²
Atputeķošana ar CaCl_2 šķīdumu , 300 g/m^2 tīrā kalcija hlorīda	0,19
Atputeķošana ar CaCl_2 šķīdumu , 150 g/m^2 tīrā kalcija hlorīda	0,11
Atputeķošana ar CaCl_2 granulām , 300 g/m^2 tīrā kalcija hlorīda	0,22
Atputeķošana ar CaCl_2 granulām , 150 g/m^2 tīrā kalcija hlorīda	0,13

11. Pielikumi

06.06.2011. Vadības apspriedes protokols - 1 lapa

Mērījumu un paraugu ņemšanas protokols - 1 lapa

Testēšanas pārskats Nr. 486/11 - 2 lapas

Grants seguma granulometriskā sastāva testēšanas rezultātu analīze - 2 lapas

Būves vietas nodošanas - pieņemšanas akts - 1 lapa

SIA Vincents Polyline atbilstības deklarācija - 1 lapa

SIA Algol Chemicals produkta datu lapa - 1 lapa

Darbu pabeigšanas akts - 1 lapa

Atputekļošanas izmaksu kalkulācijas - 8 lapas

Evaluation of Dust Suppressants for Gravel Roads: Methods Development and Efficiency Studies, Karin Edvardsson, Doctoral Thesis, Department of Civil and Architectural Engineering, Division of Highway and Railway Engineering, Royal Institute of Technology (KTH), SE-100 44 STOCKHOLM, SWEDEN - 70 lapas (elektroniskā formātā)