

**METODINIAI NURODYMAI**

**KELIŲ SU ŽVYRO DANGA DULKĖJIMO MAŽINIMAS**

Lietuvos automobilių kelių direkcija prie Susisiekimo ministerijos

VILNIUS

2004

1. **Parengė** Lietuvos automobilių kelių direkcija prie Susisiekimo ministerijos, valstybės įmonė „Problematika“, Vilniaus Gedimino technikos universiteto Kelių katedra
2. **Patvirtino** Lietuvos automobilių kelių direkcijos prie Susisiekimo ministerijos generalinis direktorius 2004 m. gruodžio 20 d. įsakymu Nr. V-303

## IVADAS

Lietuvos valstybinių kelių tinklas visiškai susiformavęs ir šiuo metu pagal kelių tankį atitinka vartotojų poreikius. Tačiau gana didelė automobilių kelių dalis (daugiau kaip 40 %) yra žvyrkeliai, kuriuose automobilių važiavimo greitis 0,55–0,80 karto mažesnis, o transporto eksploatacinės išlaidos būna 1,35–1,90 karto didesnės, negu važiuojant keliais su asfaltbetonio danga. Vien dėl automobilių greičio sumažėjimo nuvažiavus 100 km žvyrkeliais, transporto darbo laiko nuostoliai siekia 0,25–0,82 val. [1].

Šiuo metu eismo intensyvumas žvyrkeliuose svyruoja nuo 50 iki 250 aut./parą. Daugiau kaip 70 % žvyrkelių eismo intensyvumas neviršija 200 aut./parą [2]. Eisme vyrauja lengvasis transportas, kuris vidutiniškai sudaro 70 %. Pagal bendrą žvyrkelių ilgį, vidutinį transporto eismo intensyvumą ir sudėtį, žvyrkelių techninę ir eksploatacinę būklę apskaičiuota, kad vien darbo laiko nuostoliai dėl greičio sumažėjimo sudaro iki 13 mln. Lt per metus. Vertinant nuostolius dėl transporto priemonių dėvėjimosi, aplinkos užteršimo dulkėmis, automobilių variklių išmetamosiomis dujomis, eismo nelaimės, skaičiuojamieji nuostoliai padidėtų keletą kartų [1].

Transporto eksploatacinės išlaidos yra mažesnės žvyrkeliuose, kurių būklė vertinama teigiamai (defektyvumo balas mažas) arba kai eksploatacinėmis priemonėmis užtikrinamas gana aukštas priežiūros lygis. Žvyrkelių būklę galima pagerinti ne tik juos tobulinant, įrengiant tobulesnę dangą, bet ir naudojant technologijas, reikalingas žvyrkelių eksploatacinėms charakteristikoms, turinčioms įtaką eismui, gerinti. Naudojant įvairias priemones ir technologijas žvyrkelių dulkejimui mažinti gerėja eismo sąlygos, eismo saugumas ir žmonių, gyvenančių kelio apsaugos zonoje, gyvenimo kokybė, žvyrkeliai tampa tvaresni.

Iki šiol nėra parengta metodinių nurodymų kelių su žvyro danga dulkejimo mažinimo darbams, naudojant įvairias priemones, atlikti.

## TURINYS

<b>I SKYRIUS. BENDROSIOS NUOSTATOS</b> .....	1
<b>II SKYRIUS. NUORODOS</b> .....	1
<b>III SKYRIUS. ŽVYRKELIŲ DULKĖJIMAS</b> .....	2
<b>IV SKYRIUS. ŽVYRKELIŲ DULKĖJIMO MAŽINIMO PRIEMONĖS</b> .....	4
I SKIRSNIS. HIGROSKOPIŠKŲ DRUSKŲ NAUDOJIMAS.....	4
II SKIRSNIS. KALCIO LIGNOSULFONATO NAUDOJIMAS.....	6
III SKIRSNIS. BITUMINIŲ EMULSIJŲ NAUDOJIMAS.....	6
<b>V SKYRIUS. ŽVYRKELIŲ DULKĖJIMO MAŽINIMO DARBAI IR JŲ     ATLIKIMAS, KONTROLĖ IR VERTINIMAS</b> .....	7
I SKIRSNIS. ŽVYRKELIŲ RUOŽŲ, KURIUOSE PLANUOJAMA NAUDOTI DULKĖJIMUI MAŽINTI PRIEMONES, PARINKIMAS IR JŲ PARUOŠIMAS.....	7
II SKIRSNIS. MEDŽIAGŲ (REAGENTŲ) DULKĖJIMUI MAŽINTI PASIRINKIMAS.....	8
III SKIRSNIS. DULKĖJIMO MAŽINIMO PARUOŠIAMIEJI DARBAI IR JŲ ATLIKIMAS.....	10
IV SKIRSNIS. TECHNOLOGINIAI PROCESAI APDOROJANT ŽVYRO DANGĄ KALCIO CHLORIDU.....	11
V SKIRSNIS. TECHNOLOGINIAI PROCESAI ŽVYRO DANGĄ APDOROJANT KALCIO LIGNOSULFONATU.....	13
VI SKIRSNIS. TECHNOLOGINIAI PROCESAI ŽVYRO DANGĄ APDOROJANT BITUMINĖMIS EMULSIJOMIS.....	14
<b>VI SKYRIUS. ŽVYRO DANGŲ DULKĖJIMO MAŽINIMO DARBŲ     KONTROLINIAI BANDYMAI</b> .....	15
<b>VII SKYRIUS. ŽVYRO DANGŲ DULKĖJIMO MAŽINIMO DARBŲ KAINOS     SUDĖTIS</b> .....	16
<b>LITERATŪRA</b> .....	17

## I SKYRIUS. BENDROSIOS NUOSTATOS

1. Šie metodiniai nurodymai taikomi kelių su žvyro dangą (žvyrkelių) dulskėjimo mažinimo, naudojant įvairius reagentus, medžiagas, metodus ir technologijas keliuose, kuriuos prižiūri valstybės įmonių kelių tarnybos, darbams planuoti, atlikti, kontroliuoti ir vertinti.

2. Keliam su žvyro dangą priskiriami žvyrkeliai, kurių dangą įrengta iš karjerinio žvyro arba iš žvyro ir smėlio mišinių, atitinkančių nurodytus „Techninių reikalavimų reglamente STR 2.06.03:2001. Automobilių keliai“ ir „Statybos rekomendacijose R 35-01. Automobilių kelių asfaltbetonio ir žvyro dangos“ [3, 4].

3. Paprastai žvyro dangą turi žemo eismo intensyvumo (vidutinis metinis paros eismo intensyvumas (VMPEI) < 250 aut./parą) IV ir V kategorijos keliai.

4. Nustatytu tarpremontiniu laikotarpiu esant vidutiniam priežiūros lygiui, žvyrkeliai turi būti geros techninės būklės ir užtikrinti patogų, saugų eismą ištisus metus, važiuojant nustatytais arba leistinaisiais greičiais. Žvyrkeliuose, prižiūrimuose pagal žemą priežiūros lygį, turi būti užtikrintas eismo saugumas ir kelių tinkamumas naudoti. Šiuo atveju galimi eismo sutrikimai pavasario polaidžio metu [5].

5. Žvyrkelių konstrukcijos stiprį ir ilgaamžiškumą garantuoja ne tik konstrukcijos ir eismo atitikimas, bet ir vandens nuleidimo sistemos (vandens nuleidimo griovių, dangos ir žemės sankasos viršaus skersinių nuolydžių, šlaitų statumo, dangos konstrukcijos drenažo) būklė kelyje bei reikiama žemės sankasos kokybė, atitinkanti statybos techninio reglamento automobilių keliam ir statybos rekomendacijų reikalavimus [3, 6].

6. Žvyrkelių darbui ir tinkamumui naudoti užtikrinti, eismo sąlygoms pagerinti, eismo saugumui padidinti ir aplinkos taršai sumažinti tikslinga viršutinį (profiluojamą) žvyro dangos sluoksnį apdoroti dulskėjimą mažinančiais reagentais.

## II SKYRIUS. NUORODOS

7. LR aplinkos ministerija, LR susisiekimo ministerija. Statybos techniniai reglamentai. Techninių reikalavimų reglamentas. STR 2.06.03:2001. Automobilių keliai. Pirmasis leidimas. Vilnius, 2001, 80 p.

8. Lietuvos automobilių kelių direkcija prie Susisiekimo ministerijos. Statybos rekomendacijos R 35-01. Automobilių kelių asfaltbetonio ir žvyro dangos. Vilnius, 2001, 117 p.

9. LR susisiekimo ministerija. Kelių priežiūros vadovas (KPV) I dalis. Automobilių kelių priežiūros normatyvai. PN-01. Kaunas, 2001, 49 p.

10. Lietuvos automobilių kelių direkcija prie Susisiekimo ministerijos. Statybos rekomendacijos R 33-01. Automobilių kelių žemės sankasa. Vilnius, 2001, 108 p.

11. LST 1448:1996. Katijoninės bituminės emulsijos. Techniniai reikalavimai. Vilnius, Lietuvos standartizacijos departamentas, 1996. 4 p.

12. LST EN 933-1:2002. Užpildų geometrinių savybių nustatymo metodai. 1 d. Granulimetrinės sudėties nustatymas. Sijojimo metodas. Vilnius, 2002, 11 p.

13. LST 1331:2002. Automobilių kelių gruntai. Klasifikacija. Vilnius, Lietuvos standartizacijos departamentas, 2001. 14 p.

14. Lietuvos automobilių kelių direkcija prie susisiekimo ministerijos. Cheminių medžiagų naudojimas automobilių kelių priežiūrai žiemą. Rekomendacijos (reikalavimai, naudojimas, bandymo metodai). Vilnius, 1999. 90 p.

15. VĮ „Transporto ir kelių tyrimo institutas“. Pagrindo sluoksnių įrengimo iš buriųjų medžiagų instrukcija. Kaunas, 1997. 13 p.

PASTABA. Šiame skyriuje nurodyti dokumentai, į kuriuos pateiktos nuorodos pagal literatūros sąrašo numeraciją.

### **III SKYRIUS. ŽVYRKELIŲ DULKĖJIMAS**

16. Žvyro ir smėlio medžiagų, skirtų žvyrkelių dangos konstrukcijai, gavyba ir sodrinimas, žvyro dangos įrengimo ir žvyrkelių eksploatacijos procesai yra dulkių susidarymo šaltiniai.

17. Didžiausią neigiamą įtaką aplinkai, eismo saugumui ir žmonių gyvenimo kokybei daro žvyrkeliai dėl jų dulkėjimo ir dulkių sklaidos keliuose bei pakelės zonose.

18. Žvyrkelių, kurie labai svarbūs šalies regioniniu mastu, naudojimas sudaro sunkumų kaimo vietovių ir gyvenviečių bendruomenių socialinei integracijai. Žvyrkeliai turi neigiamą įtaką vietinio verslo plėtrai, didina transporto eksploatacines išlaidas, blogina eismo saugumą [7].

19. Žvyrkelių priežiūros lygio pagal transporto eismą tinkamu parinkimu galima vos minimaliai apsaugoti aplinką. Laiku atnaujinus nusidėvėjusį viršutinį profiliuojamą žvyro dangos sluoksnį, esant sutvarkytai vandens nuleidimo sistemai ir tinkamai parinktam žvyrkelių priežiūros lygiui, galima pagerinti aplinkos apsaugos būklę. Žvyrkelio dulkėjimo mažinimo priemonės sudaro galimybių pasiekti gerą aplinkos apsaugos lygį. Tai greičiausiai įvyksta išasfaltavus žvyrkelius.

20. Žvyrkeliuose dulkės susidaro dėl žvyro dangos dėvėjimosi, veikiant klimato veiksniams ir transportui. Apytikriai žvyro dangos dėvėjimąsi galima apskaičiuoti pagal formulę [8]:

$$h = \left( a + 0,85b \frac{VMPEI}{1000} \right) \times 0,5, \quad (1)$$

čia  $h$  – žvyro dangos nusidėvėjimas vasaros sezono (koeficientas 0,5) metu, mm,  
 $a$  – koeficientas, kurio dydis priklauso nuo klimato sąlygų ir žvyro dalelių atsparumo dėvėjimuisi (skaičiuoti imama  $a = 5$ ),  
 $b$  – koeficientas, kurio reikšmė priklauso nuo žvyro dalelių atsparumo dėvėjimuisi, drėkinimo laipsnio, transporto važiavimo greičio (skaičiuoti imama  $b = 26$ ),  
 $VMPEI$  – vidutinis metinis paros eismo intensyvumas, aut./para,  
0,85 – koeficientas, kurio dydis priklauso nuo kelio pločio. Kai kelias platesnis negu 7 m, jo reikšmė lygi 0,85, o jeigu siauresnis negu 6 m – 1,15. 6–7 m pločio kelio šio koeficiento reikšmė lygi 1.

21. 1 km žvyrkelių ruože dėl transporto poveikio mažo eismo intensyvumo keliuose ( $VMPEI < 50$  aut./para) žvyro išdulka apie  $30 \text{ m}^3$ , vidutinio eismo intensyvumo ( $VMPEI 51\text{--}150$  aut./para) – nuo  $30 \text{ m}^3$  iki  $91 \text{ m}^3$ , o intensyvaus eismo ( $VMPEI 151\text{--}250$  aut./para) – nuo  $91 \text{ m}^3$  iki  $151 \text{ m}^3$  žvyro per vieną vasaros sezoną [9].

22. Smulkiosios žvyro dėvėjimosi dalelės paviršiaus vandens nuplaunamos ant šlaitų, į kelio juostą, kartu su vandeniu patenka į žvyrkelio konstrukciją, užteršia jos apatinį (pagrindo) sluoksnį pablogindamos šio sluoksnio filtracines savybes.

23. Žvyro dangų dulкėjimo mažinimo priemonėmis stabilizuojamos esančios ir žvyro dėvėjimosi procese atsiradusios smulkiosios dalelės. Dėl to jos nepatenka į aplinką, o lieka profiliuojamame dangos sluoksnyje. Pasiliekančios dangoje smulkiosios dalelės dėl higroskopinių dulкėjimui mažinimo priemonių drėkinamos. Dėl molio bei dulkių dalelių išbrinkimo (tūrio padidėjimo) profiliuojamo sluoksnio žvyro ir smėlio mišinys sutankėja ir todėl esant lietingam orui vanduo negali skverbtis į dangą, o dėl dalelių hidrofiliųjų savybių dangos stabilumas išsaugomas sausu oru.

24. Pagrindinis žvyrkelių dulкėjimo mažinimo uždavinys ir tikslas yra neleisti susidaryti dulkių debesiai iš žvyro dangoje esančių ir dangos dėvėjimo procese atsirandančių smulkiųjų dalelių. Kelio dulkių debesis – tai rupūs dispersiniai aerozoliai, kuriuose dulkių dalelės paprastai būna nuo 1 iki  $100 \mu\text{m}$ , o kartais ir dar daugiau. Šios dalelės pakyla iš po pravažiuojančių automobilių ratų ir, oro sūkurių veikiamos, sudaro nuo 10 iki 200 m ilgio vėjo nešamą debesį, iš kurio dulkių dalelės pamažu iškrenta. Dulkių koncentracija tokiame debesyje, kai nenaudojamos jokios priemonės dulкėjimui mažinti, sudaro nuo 50 iki  $100 \text{ mg/m}^3$  [10].

## IV SKYRIUS. ŽVYRKELIŲ DULKĖJIMO MAŽINIMO PRIEMONĖS

### I SKIRSNIS. HIGROSKOPIŠKŲ DRUSKŲ NAUDOJIMAS

25. Žvyro dangų dulkėjimui mažinti naudojamos higroskopiškos druskos, sugeriančios iš oro drėgmę esant net ir žemam santykinio oro drėgnio dydžiui. Dėl drėgmėtraukos savybių traukti į save drėgmę, kelyje esančios druskos, absorbuodamos vandens garus iš aplinkos, sulaiko drėgmę.

26. Natrio chlorido druskos poveikis dulkėjimui mažinti yra trumpalaikis, o jo naudojimas kaip dulkėjimą mažinanti priemonė yra mažiausiai efektyvi dėl palyginti nedidelio higroskopiškumo. Natrio chloridas +25°C temperatūroje pradeda absorbuoti vandenį, kai santykinis oro drėgnis didesnis kaip 76 %. Esant mažesniam santykiniam oro drėgniui natrio chloridas beveik netrukdo vandeniui garuoti, todėl sumažėja smulkiųjų dalelių rišlumas ir dangos paviršiuje atsiranda palaidų žvyro grūdelių, važiuojant automobiliams padidėja dulkėjimas. Be to, natrio chloridas labiau už kitas druskas neigiamai veikia augmeniją, teršia gruntinius vandenis [11]. Dėl šių priežasčių natrio chloridas žvyrkelių dulkėjimui mažinti naudojamas retai.

27. Žvyrkelių dulkėjimo mažinimo tikslams dažniausiai naudojamas kalcio chloridas ( $\text{CaCl}_2$ ). Dėl gerų higroskopiškumo savybių jis žvyro dangose sulaiko drėgmę net ir ilgiau trunkančios sausros laikotarpiu, nes sugeba absorbuoti drėgmę iš aplinkos esant labai mažam santykiniam oro drėgniui.  $\text{CaCl}_2$  +25°C temperatūroje absorbuoja ore esančius garus ir visiškai ištirpsta, kai jo santykinis drėgnis yra didesnis kaip 30 %. Kai oro temperatūra +10°C, absorbcijos ir  $\text{CaCl}_2$  tirpstantumo procesas vyksta esant didesniam kaip 38 % oro santykiniam drėgniui [11]. Absorbuoti iš oro vandens garai žvyro dangoje, apdorotoje kalcio chloridu, kondensuojasi, drėkina ją. Žvyro dangoje sudrėkusios smulkiosios dalelės didina tūrį, mažina žvyro dangos poringumą, įgauna rišamųjų savybių ir suriša mineralines daleles, stabilizuoja dangą, neišdulka. Žvyro dangos dėvėjimosi procese atsiradusios smulkiosios dalelės taip pat greitai sudrėksta ir beveik nepadidina dulkėjimo. Kalcio chloridas, įterptas į profiliuojamą žvyro dangos sluoksnį, taip pat atlieka stabilizuojamosios priemonės, neleidžiančios atsirasti dangos paviršiuje palaidai medžiagai, vaidmenį.  $\text{CaCl}_2$  yra efektyvus esant plačiam aplinkos temperatūros diapazonui, santykiniam oro drėgniui ir eisimo intensyvumui.

28. Kalcio chlorido, naudojamo žvyro dangų dulkėjimui mažinti, yra dvi rūšys: pirmoji, kai granulėse kalcio chlorido yra 77 %, ir antroji, kai šios druskos granulėse, yra ne mažiau kaip 94 %. Kalcio chlorido druska privalo atitikti nustatytus reikalavimus: druskoje dalelių, stambesnių už 5 mm, neturi būti daugiau kaip 5 %. Kartu turi galioti sąlyga, kad dalelių, stambesnių nei 5 mm ir smulkesnių nei 0,16 mm, kartu paėmus taip pat nebus daugiau kaip 5 %. Be to, vandenyje netirpių medžiagų neturi būti daugiau kaip 3 % [11].



29. Kalcio chloridu apdorotos žvyro dangos dulkejimas sumažėja 70–90 %. Dulkejimo mažinimo efektas kinta bėgant laikui: po 3 mėnesių veikimo rezultatas sumažėja maždaug ¼, o po 5 mėnesių – beveik 2 kartus, t. y. žvyro dangos, apdorotos CaCl<sub>2</sub> dulkejimas bus 35–45 % mažesnis už dangos, neapdorotos mažinančiais dulkejimą reagentais [2,12].

30. Kalcio chloridas gali būti įterpiamas į žvyro dangą kristalų pavidalu naudojant „šlapių druskų“ paskleidimo technologiją arba tirpalo pavidalu, išpurškiant paruoštą tirpalą laistymo mašina. Didžiausia tirpalo koncentracija gali siekti 37–41 %. Laistyti naudojamo druskos tirpalo koncentracija turi būti ne mažesnė kaip 20 % [13]. Skirtingo tankio koncentracijos kalcio chlorido tirpalus galima gauti ištirpinus tam tikrą druskos kiekį vandenyje (1 lentelė) [11].

**1 lentelė. Įvairaus tankio ir koncentracijos CaCl<sub>2</sub> tirpalas**

CaCl <sub>2</sub> kiekis (g/1l vandens)	25	50	89	102	126	153	180	206	236	263
Tirpalo koncentracija	2,5	4,8	8,3	9,4	11,5	13,7	15,8	17,8	19,9	21,9
Tirpalo tankis +20°C temperatūroje (g/cm <sup>3</sup> )	1,02	1,04	1,06	1,08	1,10	1,12	1,14	1,16	1,18	1,20

CaCl <sub>2</sub> kiekis (g/1l vandens)	290	319	346	383	409	463	466	496	526	563
Tirpalo koncentracija	23,8	25,7	27,5	29,9	31,5	33,1	34,8	36,5	38,1	40,2
Tirpalo tankis +20°C temperatūroje (g/cm <sup>3</sup> )	1,22	1,24	1,26	1,28	1,30	1,32	1,34	1,36	1,38	1,40

Pagal densimetru (aerometru) išmatuotą tirpalo tankį, naudojantis 1 lentele, galima gana tiksliai nustatyti tirpalo koncentraciją ir tirpale ištirpusių druskų kiekį.

Atliekant darbus, susijusius su CaCl<sub>2</sub> naudojimu, būtina naudoti individualias apsaugos priemones: guminius batus, pirštines, impregnuotus specialios paskirties drabužius ir veido apsaugos priemones. Ši druska, patekusi ant odos, gali dirginti ją, pakenkti nosies gleivinę, akis.

31. Žvyro dangų dulkejimui mažinti gali būti naudojamas CaCl<sub>2</sub> ir NaCl mišinys. Kalcio chloridas sulaiko dulkes, o natrio chloridas geriau stabilizuoja žvyrą. Panaudojus kalcio chlorido ir natrio chlorido mišinį, paruoštą santykiu 4:1, dulkejimas padidėja apie 5 %, o kaina sumažėja apie 20 %, palyginti su tuo, jei būtų naudojamas vien CaCl<sub>2</sub> [12]. Druskų mišinių naudojimo efektyvumas dar nėra išsamiai ištirtas.

32. Heksahidratinis magnio chlorido (MgCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O) gali būti naudojamas žvyro dangų dulkejimui mažinti. Jo poveikis yra panašus į kalcio chlorido, bet higroskopiškumas truputį mažesnis. Šis reagentas padeda absorbuoti vandens garus iš aplinkos esant 32 % santykiniam oro drėgnumui (+25°C temperatūroje). Norint gauti vienodą dulkejimo mažinimo efektą, MgCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O reikia sunaudoti apie 18 % daugiau negu CaCl<sub>2</sub> [9].

Heksahidratinis magnio chloridas yra efektyvus cheminis stabilizatorius, kurį siūloma naudoti žvyrkeliams sauso ir pusiau sauso klimato zonose stabilizuoti. Šio cheminio stabilizatoriaus efektyvumui patvirtinti būtina vykdyti tyrimus kelerius metus [7].

## **II SKIRSNIS. KALCIO LIGNOSULFONATO NAUDOJIMAS**

33. Kalcio lignosulfonatas – tai natūrali rudos spalvos medžiaga, paruošiama celiuliozės gamybos įmonėse. Kalcio lignosulfonatas gali būti tiekiamas skystas ir milteliais.

34. Kalcio lignosulfonatas žmonių sveikatai nekenksmingas, nenuodingas. Jis nekenkia, jeigu pakliūna ant odos, tačiau jeigu pakliūva į akis – jas būtina plauti vandeniu. Patekęs į vandenį kalcio lignosulfonatas pakeičia jo skonį, tačiau dėl to vanduo netampa kenksmingas sveikatai.

35. Kalcio lignosulfonatas dėl savo gamtinės kilmės aplinkosaugos požiūriu yra nekenksmingas.

36. Žvyrkelių dulkėjimui mažinti naudojamas kalcio lignosulfonato tirpalas.

37. Dėl kalcio lignosulfonato gebėjimo įsiskverbti į išpurentą drėgną žvyro dangą lignosulfonato tirpalas be papildomo mechaninio maišymo laminariniu tekėjimu sudrėkina išpurentos dangos mineralines daleles, o tirpale esantis rišiklis jas suriša. Išpurentą ir tirpalu sudrėkintą žvyro dangos sluoksnį sutankinus, esant optimaliam drėgnumui, danga tampa gana tvirta ir atsparesnė dėvėjimuisi, mažiau dulka.

38. Kadangi išpylus kalcio lignosulfonato tirpalo nustatytą normą stabilizuojamas žvyro dangos sluoksnis nepermaišomas, todėl svarbu, kad tirpalas būtų paskleistas tolygiai. Tam tikslui naudojami laistytuvai, galintys išpildamą tirpalą dozuoti mažais kiekiais.

39. Kalcio lignosulfonato naudojimo norma priklauso nuo žvyro dangos mineralinės medžiagos granulimetrinės sudėties, transporto eismo intensyvumo, naudojimo tikslo (trumpalaikis dulkėjimo mažinimas ar dulkėjimo prevencija sezono metu).

## **III SKIRSNIS. BITUMINIŲ EMULSIJŲ NAUDOJIMAS**

40. Privalumu laikoma emulsijų rišlumo kitimo savybė, kuri taikoma žvyrkelių dulkėjimo mažinimo tikslams. Bituminės emulsijos turi būti gana skystos, kai maišomos su išpurento žvyro dangos sluoksniu, ir įgauti rišamųjų savybių paskleidus bei sutankinus žvyro dangos sluoksnį iš sumaišyto mišinio.

41. Žvyrkelių dulkėjimo mažinimo tikslams tinkamiausios perpus mažesnės koncentracijos negu paviršiui apdoroti naudojamos vidutiniu greičiu arba lėtai susiskaidančios katijoninės bituminės emulsijos.

42. Žvyrkelių dangos dulkėjimo sumažėjimas priklauso nuo žvyro dangos mineralinių dalelių padengimo bitumu vienodumo. Bitumu padengtos mineralinės dalelės vandeniui yra atsparios, tačiau dėl nedidelio bitumo kiekio jų tarpusavio ryšiai būna silpni.

Bituminėmis emulsijomis apdorojant išpurentą žvyro dangos sluoksnį ir vėliau formuojant sluoksnio struktūrą tankinimo būdu sudaromas atsparesnis dėvėjimuisi ir dulkėjimui žvyro dangos sluoksnis. Eksploatacijos metu keičiantis drėkinimo ir džiovinimo periodams vyksta sudėtingi ir įvairūs adsorbciniai procesai, mažinantys bitumu padengtų paviršių atsparumą vandens poveikiui, dėvėjimuisi ir didinantys dulkėjimą. Žvyrkelių atsparumui dulkėjimui atkurti reikia pakartotinai naudoti apie pusę naudotos normos bitumo.

43. Naudojant bitumines emulsijas labai svarbi jų sumaišymo su mineralinėmis medžiagomis kokybė. Siekiant emulsijas sumaišyti vienodai, būtina mišinį maišyti tol, kol jame neliks emulsija nepadengtų medžiagos dalelių, o mišinys neįgaus vienodos spalvos.

44. Žvyrkelių dulkėjimui mažinti naudojamos vidutiniu greičiu arba lėtai susiskaidančios katijoninės bituminės emulsijos (EKV 65, EKV 60 arba EKL 65, EKL 60), atitinkančios LST 1448:1996 reikalavimus [14].

## **V SKYRIUS. ŽVYRKELIŲ DULKĖJIMO MAŽINIMO DARBAI IR JŲ ATLIKIMAS, KONTROLĖ IR VERTINIMAS**

### **I SKIRSNIS. ŽVYRKELIŲ RUOŽŲ, KURIOSE PLANUOJAMA NAUDOTI DULKĖJIMUI MAŽINTI PRIEMONES, PARINKIMAS IR JŲ PARUOŠIMAS**

45. Kadangi žvyrkelių dulkėjimo problema siejama su neigiamu dulkių poveikiu žmonėms, augmenijai, eismo saugumui ir transportui, todėl kelių tarnyboms, parenkančioms ruožus, skirtus dulkėjimo mažinimo priemonėmis įgyvendinti, siūloma siekti didžiausio efektyvumo: dulkėjimo mažinimo priemonės naudoti gyvenvietėse, kuriose vyksta intensyvus eismas, jas taikyti kelio ruožuose, pavojinguose eismui.

Nepatartina dulkėjimui mažinti naudoti druskų ar lignosulfonato žvyrkeliuose, kurie artimiausiais metais bus asfaltuojami, nes paruoštas apdoroti žvyro dangos dėvimasis (profiluojamasis) sluoksnis bus netinkamas asfaltuojamo žvyrkelio pagrindui dėl pernelyg didelio smulkmės kiekio jame.

46. Žvyrkelių dangos konstrukcija privalo atlaikyti apkrovas, sukeltas transporto eismo. Kelių, kuriuose planuojama taikyti žvyro dangų dulkėjimui mažinti priemonės, dangos konstrukcijos viršuje deformacijos moduliai turi būti ne mažesni už rekomenduojamus. Jie nurodyti 2 lentelėje.

**2 lentelė. Minimalios žvyro dangos konstrukcijos deformacijos modulio reikšmės pagal transporto eismą**

Kelių grupė pagal eismą	Transporto eismas (VMPEI), aut./parą	Mažiausia deformacijos modulio reikšmė žvyrkelio dangos konstrukcijos viršuje, MPa
I	< 50	65
II	51–150	80
III	150–250	100
IV	> 251	120

Jei žvyrkelio ruožo, kuriame planuojama atlikti dulkėjimo mažinimo darbus, dangos konstrukcijos stipris neatitinka eismo ir yra mažesnis negu nurodyta lentelėje, tuomet dangos konstrukciją būtina stiprinti.

47. Iš apdoroti pasirinkto žvyrkelio ruožo kiekvieno kilometro atsitiktinių vietų rekomenduojama paimti po 3 bandinius ir laboratorijoje nustatyti žvyro granulimetrinę sudėtį [15].

48. Žvyrkelio dangos sluoksnio medžiaga apibūdinama iš bandymo rezultatų apskaičiuota granulimetrine sudėtimi. Vertinama smulkmės (frakcija < 0,063), smėlio (frakcija 0/2) ir žvyro (frakcija 2/22) nustatytą kiekį sugretinus su profiliuojamojo (viršutinio) sluoksnio iš mišinio 0/22 (išimtinai 0/32) granulimetrinės sudėties sritimi, apibrėžta statybos rekomendacijose R 35-01 [4]. Profiliuojamajame sluoksnyje reikalavimų neatitinkantį žvyro ir smėlio mišinį reikia pagerinti papildomai pridėdant arba smulkmės, arba smėlio, žvyro dalelių, atsižvelgiant į vertinimo rezultatus. Pridėti papildomai smulkmės nebūtina, jeigu jos žvyre yra daugiau kaip 5 %. Apdorojamame sluoksnyje smulkmės neturi būti daugiau kaip 15 % [4, 16].

49. Žvyrkeliai, kuriuose planuojami dulkėjimo mažinimo darbai, turi būti atitinkamai paruošti: sutvarkyti vandens nuleidimo grioviai ir kelio šlaitai, neleidžiant susikaupti vandeniui kelio juostos zonoje. Baigiantis išalimui žvyro dangos paviršius suprofiluojamas, suteikiant jam 3–4 % skersinį nuolydį.

50. Išmatuojamas kelio konstrukcijos deformacijos modulis ir įsitikinama, ar ši konstrukcija atitinka nustatytą arba žinomą transporto eismą. Prireikus stiprinama žvyrkelio dangos konstrukcija įrengiant papildomą apatinį dangos ir profiliuojamąjį (viršutinį) sluoksnius arba tik profiliuojamojo sluoksnio storį padidinant iki reikalingo.

## **II SKIRSNIS. MEDŽIAGŲ (REAGENTŲ) DULKĖJIMUI MAŽINTI PASIRINKIMAS**

51. Dulkių sulaikymo medžiaga (reagentas) pasirenkama naudojantis sistema, pagal kurią geras rezultatas vertinamas 2 balais, patenkinamas – 1, o blogas – 0 balu (3 lentelė) [12,17].

### 3 lentelė. Efektyviausių dulskėjimo mažinimo medžiagų parinkimas pagal kriterijus

Kriterijai ir jų Me- džiaga (reagentas)	VMPEI*-, aut./para			Kelio sankasos gruntas			Klimatas			Smulkmės kiekis žvyre,%			Poveikis gamtai
	< 100	100–200	> 200	molis, dulks	molingrėji arba dulkingrėji smėliai	smėlis	lietingas	normalus	sausas	< 5	5–10	10–20	
Kalcio chloridas (CaCl <sub>2</sub> )	2	2	1	2	1	0	0	2	0	0	1	2	1
Lignosulfonatas	2	1	0	2	1	0	1	2	2	0	1	2	1
Bituminės emulsijos	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1

Pastaba: \* – vidutinis metinis paros eismo intensyvumas

52. Dulskėjimo mažinimo medžiagos tinkamumą rodo balų suma, apskaičiuota pagal tiriamo konkretaus kelio sąlygas. Jeigu kuri nors medžiaga gauna 2 ar daugiau nulių, tai iš gautos balų sumos reikia atimti dar 2 balus. Efektyvesnė dulkių sulaikymo medžiaga yra ta, kurios balų suma didesnė [12,17].

53. Dulskėjimo mažinimo medžiagų poreikis per sezoną nustatomas kiekvienu konkrečiu atveju, atsižvelgiant į žvyro medžiagos granulimetrinę sudėtį, eismo intensyvumą ir jo sudėtį, klimato sąlygas. Šį poreikį galima apskaičiuoti pagal formulę:

$$DMM = k(g + N_K g_K) \times bL, \quad (2)$$

čia  $DMM$  – reagento žvyro dangos dulskėjimui mažinti poreikis per sezoną, kg (l),

$k$  – atsargos koeficientas (imama  $k = 1,1$ ),

$g$  – reagento, skirto žvyrkelių dulskėjimui mažinti, pirmojo įterpimo norma  $1 \text{ m}^2$ , kg (l),

$g_K$  – reagento norma  $1 \text{ m}^2$  sezono metu pakartotinai apdorojamo žvyro dangos paviršiaus plotui ( $g_K = 0,5g$ ), kg (l),

$N_K$  – kartotinių žvyro dangos apdorojimų reagentais skaičius per sezoną ( $N_K = N - 1$ ), vnt.,

$N$  – žvyro dangos apdorojimo reagentais per sezoną skaičius, apskaičiuojamas pagal 3 formulę (54 p.),

$b$  – važiuojamosios dalies plotis, kuriame įterpiamas dulskėjimui mažinimo reagentas, m,

$L$  – kelio ruožo, kuriam skaičiuojamas reagento poreikis ilgis, m.

54. Kiek kartų dulkėjimo mažinimo reagentais turi būti apdorojama žvyro danga, priklauso nuo šilto periodo, kai kelyje susidaro dulkės, trukmės, lietingų dienų skaičiaus ir reagento veikimo, mažinant dulkėjimą, trukmės:

$$N = \frac{T_S - T_L}{T_V}, \quad (3)$$

čia  $T_S$  – šilto periodo, kurio metu susidaro dulkės žvyrkeliuose, dienų skaičius, dienos (imama vidutiniškai 120),

$T_L$  – lietingų dienų skaičius vietovėje šiltu periodu, imamas pagal daugiametį arba praėjusių metų lietingų dienų skaičių, nustatytą vietai meteorologinėse stotyse, dienos,

$T_V$  – dulkėjimo mažinimo reagento efektyvaus veikimo trukmė, dienos.

55. Dulkėjimo mažinimo darbai gali būti vykdomi po pavasario polaidžio, kai nusistovėjusi paros oro vidutinė temperatūra pasiekia +5°C. Darbų vykdymo metu oro temperatūra neturi būti žemesnė kaip +10°C.

### **III SKIRSNIS. DULKĖJIMO MAŽINIMO PARUOŠIAMIEJI DARBAI IR JŲ ATLIKIMAS**

56. Atšilus orams ir išėjus pašalui, žvyrkelio ruožas, kuriame bus vykdomi dulkėjimo mažinimo darbai naudojant kalcio chloridą, yra greideriuojamas ir profiliuojamas, suteikiant dangai 3–4 % skersinį nuolydį. Išvalomi ir pagilinami vandens nuleidimo grioviai, išvalomos pralaidos.

57. Jeigu žvyrkelio, kuriame bus vykdomi dulkėjimo mažinimo darbai, danga yra labai sausa, tai prieš pradėdant darbus išpilama 2–8 l vandens į 1 m<sup>2</sup> dangos dalimis per 2–5 kartus. Paskui patikrinamas ir sutvarkomas dangos skersinis nuolydis.

58. Kitas etapas – žvyro dangos paruošimas dulkėjimo mažinimo medžiagai įterpti. Pirmiausia nustatomas žvyro drėgnis ir apskaičiuojama, kiek papildomai turi būti išpilta vandens, kad formuojant dangą žvyro drėgnumas būtų optimalus. Naudojantis granulimetrinės sudėties tyrimų duomenimis, žvyro optimalaus drėgnio dydį apytikriai galima apskaičiuoti pagal empirinę formulę [18]:

$$W_{opt} = 2,57 + 9,23(1 - a_K), \quad (4)$$

čia  $W_{opt}$  – žvyro ir smėlio mišinio optimalusis drėgnis, %,

$a_K$  – grūdelių, stambesnių nei 2 mm, dalis mišinyje, vieneto dalimis.

Papildomam 1 000 m<sup>2</sup> žvyro dangos drėkinimui mišinio vandens poreikis apskaičiuojamas taip:

$$VP = 1000h_{sl} \frac{W_{opt} - W_f}{100} \gamma_{zv} = 10h_{sl} (W_{opt} - W_f) \gamma_{zv}, \quad (5)$$

čia  $VP$  – vandens poreikis 1 000 m<sup>2</sup> žvyro dangos papildomam drėkinimui iki optimalaus drėgnio ( $W_{opt}$ ), t,

$h_{sl}$  – drėkinamo sluoksnio storis, m,

$W_f$  – faktinis žvyro dangos drėgnis, %,

$\gamma_{zv}$  – sutankinto drėgno žvyro ir smėlio mišinio tankis, t/m<sup>3</sup>.

#### **IV SKIRSNIS. TECHNOLOGINIAI PROCESAI APDOROJANT ŽVYRO DANGĄ KALCIO CHLORIDU**

59. Likus 2–3 dienoms iki darbų vykdymo pradžios žvyro danga dar kartą profiliuojama suteikiant jai tą patį 3–4 % skersinį nuolydį. Jeigu iki tol nebuvo gerinama žvyro granulometrija, tai šiuo etapu prireikus į žvyro dangą įmaišomi priedai (smulkmė dulkingo smėlio pavidalu, trūkstanta frakcija). Tuo tikslu autogreideriu nuo žvyrkelio briaunos į kelio vidurį apie 4 cm storio žvyro dangos sluoksnis perstumiamas į volelį, kuris paskleidžiamas 1–1,5 m pločiu. Pridedami priedai ir 3–4 autogreiderio ėjimais permaišomas volelyje esantis žvyras su priedais ir paskleidžiamas, kontroliuojant skersinio nuolydžio dydį. Paskui šios operacijos kartojamos kitoje eismo juostoje.

60. Žvyrkelių dulkėjimui mažinti gali būti naudojamas kalcio chloridas arba druska granulių pavidalu, arba šios druskos tirpalai, paruošiami prieš pat pradėdant darbus. Atitinkamos koncentracijos kalcio chlorido tirpalai paruošiami ištirpinant 1 lentelėje nurodytą CaCl<sub>2</sub> druskos kiekį vandenyje.

61. Rekomenduojamos kalcio chlorido druskos išbėrimo normos ir jo efektyvaus veikimo trukmė pateikta 4 lentelėje.

**4 lentelė. Rekomenduojamos kalcio chlorido orientacinės išbėrimo normos ir jo efektyvaus veikimo trukmė**

Reagentas ir jo charakteristika	VMPEI, aut./paraą	Orientacinė medžiagų sunaudojimo norma 1 m <sup>2</sup> žvyro dangos		Efektyvaus veikimo trukmė, dienos
		mato vnt.	kiekis	
Kalcio chloridas (77 %) miltelių (granulių) pavidalu	> 200	kg	0,38	30–50
	100–200	kg	0,32	
	<100	kg	0,28	

Pastabos: 1. Orientacinės kalcio chlorido išpylimo normos nurodytos pirmajam įterpimui.

2. Pakartotiniam įterpimui kalcio chlorido sunaudojama perpus mažiau.

3. Naudojant 94 % kalcio chloridą, normą reikia mažinti 1,6 karto.

4. Naudojant kalcio chloridą tirpalo pavidalu jo išpilama tiek, kad susidarytų 4 lentelėje nurodytas druskos kiekis granulių pavidalu.

5. Pirmaisiais metais patenkinamam rezultatui pasiekti pakanka kalcio chloridą įterpti du kartus per sezoną, vėliau (kasmet po vieną arba du kartus) atsižvelgiant į oro sąlygas, mažinant druskos naudojimo normą.

62. Darbų vykdymo dieną apie 4 cm storio žvyro dangos sluoksnis pjaunamas autogreideriu ir nuo kelio briaunos į vidurį perstumiamas į volelį. Po to šis volelis, esantis kelio viduryje, paskleidžiamas pločiu, šiek tiek didesniu už laistymo cisternos išpurškimo sijos plotį arba druskos skleidimo barstytuvu plotį.

63. Į paskleistą žvyrą kalcio chloridas granulėmis išberiamas per vieną kartą, o volelyje esantis žvyras su išberta kalcio chlorido druska drėkinamas iki optimalaus drėgnio.

64. Norminis tirpalo kiekis išpilamas per du kartus: pusė jo kiekio išpilama važiuojant pirmyn, o tirpalui susigėrus, važiuojant atgal išpilama ir kita tirpalo dalis. Paskui volelyje esantis žvyras papildomai drėkinamas tiek, kad įskaitant išpiltą tirpalo kiekį, žvyras būtų optimalaus drėgnio. Išpilant tirpalus mašinos greitis turi būti ne didesnis kaip 12 km/h [13].

65. Optimalaus drėgnio žvyras su išberta druska arba išpiltu tirpalu permaišomas 5–6 autogreiderio ėjimais ir paskleidžiamas sudarant 3–4 % dangos skersinį nuolydį. Permaišyti rekomenduojama greideriais su freziniais peiliais.

66. Sumaišytas ir paskleistas žvyras yra tankinamas savaeigių arba prikabinamuoju pneumatiniu volu. Pneumatinio volo vilkikas taip pat turi būti su pneumatiniais ratais. Volo važiavimo greitis – iki 2,0 km/h, o važiavimo viena vieta skaičius gali svyruoti nuo 3 iki 6 kartų. Pataisius ir įsitikinus, kad dangos profilis atitinka keliamus reikalavimus, žvyro danga galutinai sutankinama, kai volas važiuoja pradžioje iki 5 km/h, o pabaigoje – iki 15 km/h greičiu. Tankinimo metu reikia sekti



tankinamo žvyro sluoksnio drėgnį. Šis sluoksnis turi būti papildomai drėkinamas. Pritankinta žvyro danga gali būti palikta, kad galutinai ją sutankintų transporto eismas.

67. Tokios pat operacijos atliekamos ir kitoje žvyrkelio eismo juostoje.

## **V SKIRSNIS. TECHNOLOGINIAI PROCESAI ŽVYRO DANGĄ APDOROJANT KALCIO LIGNOSULFONATU**

68. Kelio ruožai, kuriuose žvyro dangų dulкėjimui mažinti naudojamas kalcio lignosulfonatas, turi būti paruošiami taip pat kaip ir naudojant kalcio chloridą. Pirmiausia atliekamos paruošiamųjų darbų operacijos, nurodytos III skirsnio 56–58 punktuose.

69. Žvyro dangų dulкėjimui mažinti naudojamas kalcio lignosulfonato tirpalas. Lignosulfonato 19 % koncentracijos tirpalas paruošiamas 25 kg rišiklio ištirpinant 100 l vandens. Lignosulfonato tirpalui paruošti reikia turėti specialią įrangą. Mažas tirpalo kiekis gali būti paruoštas 5–10 m<sup>3</sup> talpoje, kurioje galima siurbliu vykdyti priverstinę vandens cirkuliaciją. Šiuo atveju lignosulfonato milteliai nedidele, vienoda srovele pilami po vandens cirkuliacine srove į talpyklą, pripildytą iki 60% reikalingo vandens kiekio. Svarbu, kad nesusidarytų gumuliukų. Ištirpinus reikiamą lignosulfonato miltelių kiekį į talpyklą supilamas likęs vandens kiekis. Ruošiant lignosulfonato tirpalą geriau naudoti šiltą (+20°C) vandenį. Rekomenduojamos kalcio lignosulfonato orientacinės naudojimo normos ir jo efektyvaus veikimo trukmė pateikta 5 lentelėje.

### **5 lentelė. Rekomenduojamos kalcio lignosulfonato orientacinės sunaudojimo normos ir jo efektyvaus veikimo trukmė**

Reagentas ir jo pavidalas	VMPEI, aut./parą	Orientacinė kalcio lignosulfonato sunaudojimo norma 1 m <sup>2</sup> žvyro dangos	Efektyvaus veikimo trukmė, dienos
Kalcio lignosulfonato tiekiamo milteliais 19 % tirpalas (25 kg reagento miltelių 100 litrų vandens)	> 200	1,8	30–50
	150–200	1,5	
	100–150	1,4	
	50–100	1,3	
	< 50	1,0	

70. Darbų vykdymo dieną, taip pat kaip naudojant ir kalcio chloridą, apie 4 cm storio vienos eismo juostos žvyro dangos sluoksnis pjaunamas autogreideriu ir nuo kelio briaunos perstumiamas į volelį kelio viduryje. Volelis, esantis kelio viduryje, paskleidžiamas visu eismo juostos pločiu, sudarant reikalingą 3–4 %

71. Paskleistas žvyras drėkinamas tiek, kad įskaitant kalcio lignosulfonato tirpalo išpiltą kiekį, žvyras būtų optimalaus drėgnio.

72. Kalcio lignosulfonato tirpalas išpilamas lygiomis dalimis per 2 kartus. Antroji tirpalo porcija išpilama po to, kai pirmoji būna susigėrusi. Išpilant tirpalą važiavimo greitis turi būti ne didesnis kaip 12 km/h [13]. Dėl gero lignosulfonato skvarbumo, išpylus tirpalą, apdorojamo sluoksnio permaišyti nebūtina.

73. Žvyro dangos paviršius lengvai greideriuojamas ir pritankinamas savaeigiu arba prikabinamuoju pneumatiniu volu. Prikabinamojo volo vilkikas taip pat turi būti su pneumatiniiais ratais. Volo važiavimo greitis iki 2,0 km/h, o važiavimo viena vieta skaičius gali svyruoti nuo 3 iki 6 kartų.

Pritankinta žvyro danga gali būti palikta, kad ją galutinai sutankintų transporto eismas.

74. Tokios pat operacijos atliekamos ir kitoje žvyrkelio eismo juostoje.

## **VI SKIRSNIS. TECHNOLOGINIAI PROCESAI ŽVYRO DANGĄ APDOROJANT BITUMINĖMIS EMULSIJOMIS**

75. Kelio ruožai, kuriuose žvyro dangų dulkėjimui mažinti naudojamos bituminės emulsijos, turi būti paruošiami taip pat kaip ir naudojant kalcio chloridą. Pirmiausia atliekamos pasiruošimo operacijos, nurodytos III skirsnio 56–58 punktuose.

76. Žvyrkelių dulkėjimui mažinti naudojamos vidutiniu greičiu arba lėtai susiskaidančios katijoninės bituminės emulsijos (EKV 65, EKV 60 arba EKL 65, EKL 60), kurioms gaminti naudojamas skystasis bitumas V 3000.

77. Pagaminta emulsija yra paruošiama naudoti ne anksčiau kaip prieš 4–5 valandas, atskiedžiant ją vandeniu proporcija 1:1. Bituminė emulsija naudojama, kai nusistovėjusi paros oro vidutinės temperatūra ne žemesnė kaip +5°C.

78. Žvyro dangų dulkėjimo mažinimo darbai atliekami esant sausam, šiltam orui. Naudojant katijonines bitumines emulsijas oro temperatūra turi būti ne žemesnė kaip +10°C.

Darbai vykdomi vienoje eismo juostoje, ir leidžiama važiuoti transporto priemonėms kita juosta.

79. Darbų vykdymo dieną apie 4 cm storio vienos eismo juostos žvyro dangos sluoksnis pjaunamas autogreideriu ir perstumiamas nuo kelio briaunos į volelį kelio viduryje. Paskui volelyje esantis žvyras kelio viduryje paskleidžiamas truputį didesniu plotiu už išpurškimo sijos plotį ir papildomai drėkinamas tiek, kad išpylus bituminę emulsiją, žvyras būtų optimalaus drėgnio.

80. Į paskleistą žvyrą pirmą kartą išpilama 2 l/m<sup>2</sup> naudoti skirtos bituminės emulsijos. Jeigu volelyje sukaupiamas žvyras iš didesnio kaip 4 cm storio dangos sluoksnio, tai išpilamos bituminės emulsijos kiekis padidinamas proporcingai padidėjusiam sluoksnio storiui.

Tą patį žvyrkelio ruožą apdorojant vėlesniais metais, bituminės emulsijos išpilama perpus mažiau.

81. Žvyras su išpilta emulsija maišomas kelių frezomis, autogreideriu su freziniais peiliais tol, kol mišinys pasidarys vienalytis ir paskleidžiamas eismo juostoje sudarant 3–4 % dangos skersinį nuolydį.

82. Sumaišytas su bitumine emulsija ir paskleistas žvyras tankinamas pneumatiniu volu. Volo važiavimo greitis – iki 2,0 km/h, o važiavimo viena vieta skaičius gali svyruoti nuo 3 iki 6 kartų. Žvyro dangos sluoksnis galutinai sutankinamas, kai volas važiuoja viena vieta iki 5 km/h, o pabaigoje – iki 15 km/h. Prireikus tankinama apdorota bitumine emulsija danga gali būti papildomai drėkinama.

Pirmosiomis dienomis žvyro danga su įterpta bitumine emulsija yra kruopščiai prižiūrima ir, jeigu reikia, taisomi nelygumai, skersinis profilis.

83. Tokios pat operacijos atliekamos ir priešingoje žvyrkelio eismo juostoje.

## **VI SKYRIUS. ŽVYRO DANGŲ DULKĖJIMO MAŽINIMO DARBŲ KONTROLINIAI BANDYMAI**

84. Atliekant žvyro dangų dulķėjimo mažinimo darbus būtina vykdyti kontrolinius bandymus. Bandymų tikslas – užtikrinti atliekamų darbų kokybę ir norminių dokumentų rekomendacijų laikymąsi darbų atlikimo metu.

85. Kelių tarnybos, vykdančios žvyro dangų dulķėjimo mažinimo darbus, atlieka tokios apimties savikontrolės bandymus:

- kelio pločiai – ne mažiau kaip 5 matavimai viename kilometre;
- skersiniai nuolydžiai – ne mažiau kaip 5 matavimai viename kilometre;
- žvyro dangos medžiagos granulimetrinė sudėtis – ne mažiau kaip 3 pavyzdžiai iš kiekvieno kilometro;
- išpurenato žvyro dangos sluoksnio storis – ne mažiau kaip 5 matavimai viename kilometre;
- žvyro dangos medžiagos su reagentais drėgnis – ne mažiau kaip 3 pavyzdžiai iš kiekvieno kilometro;
- sunaudotų reagentų žvyrkelio dulķėjimui mažinti kiekis – ne mažiau kaip 3 pavyzdžiai iš kiekvieno kilometro.

86. Užsakovas atlieka tokios apimties užbaigtų darbų kontrolinius matavimus:

- skersiniai nuolydžiai – užsakovo nuožiūra;
- granulimetrinė sudėtis – ne mažiau kaip 3 pavyzdžiai iš kiekvieno kilometro;
- žvyro dangos stiprinamo sluoksnio storis – ne mažiau kaip 3 matavimai kiekviename kilometre;

- lygumas – užsakovo nuožiūra;
- dulkėtumo lygis (vertinamas dulkių kiekiu  $\text{mg}/\text{m}^3$  ir nustatomas aspiraciniu prietaisu arba specialiu dulkių koncentracijos matuokliu) – užsakovo nuožiūra.

## **VII SKYRIUS. ŽVYRO DANGŲ DULKĖJIMO MAŽINIMO DARBŲ KAINOS SUDĖTIS**

87. Žvyro dangų dulkėjimo mažinimo kainą sudaro kelio ruožo paruošimo, žvyrkelių profiliuojamo sluoksnio atkūrimo ir žvyro dangos apdorojimo dulkėjimą mažinančiais reagentais darbų kaina.

88. Kelio ruožo, skirto dulkėjimo priemonėms naudoti, paruošimo išlaidos kiekvienu atveju nustatomos atskirai ir labai skiriasi dėl kelio sankasos platinimo ar siaurinimo, žemės sankasos sutvarkymo, vandens nuleidimo griovių, nuovažų įrengimo, nevienodų kelio konstrukcijos stiprinimo darbų apimčių. Šių darbų kaina pagrindžiama sąmatiniais skaičiavimais.

## LITERATŪRA

1. Laurinavičius, A.; Žilionienė, D. Lithuanian State Road Network and Its Modernization. *Transportas*, XVI t., Nr. 6. Vilnius: Technika, 2001, p. 208–214.
2. Jurkuvėnas, H.; Perveneckas, Z. Žvyrkelių dulkejimo mažinimas. *Lietuvos keliai*, 2003/2, p. 49–51.
3. LR aplinkos ministerija, LR susisiekimo ministerija. Statybos techniniai reglamentai. Techninių reikalavimų reglamentas. STR 2.06.03:2001. Automobilių keliai. Pirmasis leidimas. Vilnius, 2001, 80 p.
4. Lietuvos automobilių kelių direkcija prie Susisiekimo ministerijos. Statybos rekomendacijos R 35-01. Automobilių kelių asfaltbetonio ir žvyro dangos. Vilnius, 2001, 117 p.
5. LR susisiekimo ministerija. Kelių priežiūros vadovas (KPV), I dalis. Automobilių kelių priežiūros normatyvai. PN-01. Kaunas, 2001, 49 p.
6. Lietuvos automobilių kelių direkcija prie Susisiekimo ministerijos. Statybos rekomendacijos R 33-01. Automobilių kelių žemės sankasa. Vilnius, 2001, 108 p.
7. Thenoux, G. and Vera, S. Evaluation of Hexahydrated Magnesium Chloride Performance as Chemical Stabilizer of Granular Road Surfaces. *Transportation Research Record*, Vol 2, No 1819. Washington, D. C., 2003, p. 44–51.
8. Справочник инженера дорожника. Содержание и ремонт автомобильных дорог. Под ред. Алексеева, А. П. Москва, 1974. 397 с.
9. Dust Control on Unpaved Roads. Department of Transport Minnesota in Corporation with the Local Road Research Board. St. Paul, 1992. 30 p.
10. Немчинов, М. В., Шабуров, С. С и др. Экологические проблемы строительства и эксплуатации автомобильных дорог. Часть II. Воздействие автомобильных дорог на окружающую среду. Москва–Иркутск, 1997. 232 с.
11. Lietuvos automobilių kelių direkcija prie Susisiekimo ministerijos. Cheminių medžiagų naudojimas automobilių kelių priežiūrai žiemą. Rekomendacijos (reikalavimai, naudojimas, bandymo metodai). Vilnius, 1999. 90 p.
12. Gendvilas, V. Dulketumo mažinimo Panevėžio regiono keliuose tyrimai. Baigiamasis magistro darbas. Vilnius, 1999. 90 p.
13. Указания по строительству, ремонту и содержанию гравийных покрытий. ВСН 7-89. Москва, 1990. 33 с.
14. LST 14448:1996. Katijoninės bituminės emulsijos. Techniniai reikalavimai. Vilnius: Lietuvos standartizacijos departamentas, 1996. 4 p.

15. LST EN 933-1:2002. Užpildų geometrinių savybių nustatymo metodai, 1 d. Granulimetrinės sudėties nustatymas. Sijojimo metodas. Vilnius, 2002, 11 p.
16. LST 1331:2002. Automobilių kelių gruntai. Klasifikacija. Vilnius: Lietuvos standartizacijos departamentas, 2001. 14 p.
17. Gendvilas, V.; Juzėnas, A. Automobilių kelių dulkėtumas ir būdai jį mažinti. *Lietuvos keliai*, 2002/1, p. 36–39.
18. VĮ „Transporto ir kelių tyrimo institutas“. Pagrindo sluoksnių įrengimo iš biriųjų medžiagų instrukcija. Kaunas, 1997. 13 p.



Reikšminiai žodžiai: žvyrkeliai, žvyrkelių dulkėjimas, dulkėjimo mažinimas, dulkėjimo mažinimo darbai