

## ŽVYRKELIO DULKĖJIMO IR APLINKOS SĄLYGŲ SĄRYŠIO STATISTINIS ĮVERTINIMAS, DULKĖJIMUI MAŽINTI NAUDOJANT TIRPALĄ MELASOS PAGRINDU

Jolita Bradulienė<sup>1</sup>, Saulius Vasarevičius<sup>2</sup>

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

El. paštas: <sup>1</sup>jolita.braduliene@vgtu.lt; <sup>2</sup>saulius.vasarevicius@vgtu.lt

**Santrauka.** Žvyrkelių dulkėtumo problema yra gana aktuali. Norint kuo mažiau kenkti aplinkos komponentams, dulkėtumo mažinimo tyrimams buvo pasirinkta medžiaga melasos pagrindu. Naudojant Lietuvos rinkoje gana naują melasos pagrindu pagamintą medžiagą (tirpalą „Safecote“) gauti dulkėtumo rezultatai parodė kietųjų dalelių ore mažėjimą. Tyrimų metu žvyrkelis buvo apdorotas skirtingomis tirpalo „Safecote“ koncentracijomis (10 %, 20 %, 30 %), automobiliai važiavo 30 km/h greičiu. Dulkėtumas matuotas skirtingais atstumais nuo kelio (0 m, 1 m, 2 m, 3 m). Atliekant tyrimus, pastebėta, kad kietųjų dalelių koncentracija kito, kintant oro sąlygoms (oro temperatūrai, oro drėgmei, vėjo greičiui, atmosferos slėgiui). Atliekant statistinę gautų duomenų analizę nustatyta, kad dulkėtumas tolstant kuo kelio su temperatūra mažai susijęs (temperatūros koreliacijos koeficientas svyravo nuo 0,12 iki 0,67), drėgmės koreliacijos koeficientas buvo neigiamas, o tolstant nuo kelio atvirkštinė koreliacija smarkėjo (koreliacijos koeficientas svyravo nuo –0,02 iki –0,85), tolstant nuo kelio vėjo greičiu neigiama koreliacija mažėjo (nuo –0,72 iki –0,06), o slėgio koreliacinis ryšys buvo nepastovus (nuo –0,44 iki 0,44).

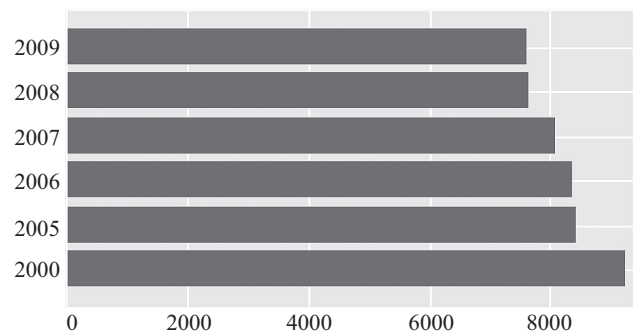
**Reikšminiai žodžiai:** aplinkos sąlygos, dulkėtumas, statistinis įvertinimas, žvyrkeliai.

### Įvadas

Lietuvoje kelių su žvyro danga kasmet vis mažėja. Lietuvos automobilių kelių direkcijos prie Susisiekimo ministerijos (Lietuvos keliai 2011) ir Lietuvos statistikos departamento (2009) duomenimis, 2000 m. valstybinės reikšmės kelių su žvyro danga buvo 9231 km (43,3 % visų valstybinės reikšmės automobilių kelių), 2005 m. – 8416 km (39,5 %), 2006 m. – 8360 km (39,2 %), 2007 m. – 8092 km (37,9 %), 2008 m. – 7653 km (35,9 %), 2009 m. – 7604 km (35,7 %) (1 pav.).

Aplinkos sąlygų parametru (temperatūros, drėgmės, vėjo greičio, atmosferos slėgio) ryšiai su įvairiais parametrais nagrinėti ne kartą. Pavyzdžiui, aplinkos sąlygų įtaką augalijai tyrinėjo E. Ozkan ir kt. (2009), A. Povilaitis ir E. P. Querner (2008), B. Okonski (2007), J. Sendžikaitė ir R. Pakalnis (2006), turizmui – M. Burinskienė ir V. Rudzkiene (2008), lakiųjų organinių junginių sklaidai – T. Laškova ir kt. (2007), atmosferos teršalų pasiskirstymui – V. Bimbaitė ir R. Girgždienė (2007), M. A. Lokoshchenko ir N. F. Elansky (2006), P. A. Tanner ir P. Law (2002), R. Šimaitis ir P. Baltrėnas (2002), M. Shangedova ir kt. (1998), J. F. Powley (1991).

Kietųjų dalelių (KD) sklaidą tyrė R. Girgždienė ir R. Rameikytė (2007), P. Baltrėnas ir kt. (2007; 2008), P. Baltrėnas ir J. Morkūnienė (2006), P. Baltrėnas ir



**1 pav.** Valstybinės reikšmės kelių su žvyro danga ilgio kaita 2000–2009 m. (Lietuvos keliai 2011; Lietuvos statistikos departamentas 2009)

**Fig. 1.** Changes in the length of national gravel roads in 2000–2009 (Lietuvos keliai 2011; Lietuvos statistikos departamentas 2009)

M. Kvasauskas (2005), D. Žilionienė ir kt. (2003; 2005a, b), V. Gintalas ir kt. (2008), S. Skrinskas ir A. Domantas (2006).

Melasos pagrindu pagaminta (tirpalas „Safecote“) medžiaga yra nauja, ją galima naudoti žvyrkelių dulkėtumui mažinti (Bradulienė, Vasarevičius 2010; Zaveckytė, Vasarevičius 2008). Ši medžiaga nekenksminga aplinkai ir nekoroduoja metalų (Petkuvienė, Paliulis 2009).

Atliktų tyrimų tikslas – įvertinti kietųjų dalelių (KD) koncentracijos ir aplinkos sąlygų tarpusavio ryšį tolstant nuo žvyrkelio, kai žvyrkelių dulkelėjimui mažinti naudojami skirtingų koncentracijų tirpalai melasos pagrindu.

### Tyrimo metodika

Aplinkos oro parametrai (temperatūra, oro drėgmė ir vėjo greitis) matuoti mikroklimato parametrų analizatoriumi *TESTO-400*, kurio matavimo ribos yra nuo  $-20$  iki  $+70$  °C,  $0-100$  %,  $0-10$  m/s, matavimo paklaidos  $\pm 0,5$  °C,  $\pm 2$  %,  $\pm 0,03$  m/s. Atmosferos slėgis matuotas barometru, kurio matavimo ribos  $79,5-106,5$  kPa, paklaida  $\pm 0,005$  kPa.

Kietųjų dalelių koncentracijos aplinkos ore matavimai buvo atliekami kietųjų dalelių koncentracijos analizatoriumi *MicroDust pro*, kurio matavimo riba  $0,01-25,0$  mg/m<sup>3</sup> ir paklaida  $\pm 0,01$  mg/m<sup>3</sup>. Matuota buvo kelkraštyje (0 m, 1 m, 2 m ir 3 m atstumu nuo žvyrkelio). Dviejuose ruožuose 3 m atstumu dėl kliūčių nebuvo galimybės pamatuoti KD koncentracijos.

Šiame straipsnyje pateikiami duomenys, kai automobilis važiavo vidutiniškai 30 km/h greičiu.

Iš viso žvyrkelyje parinktos 4 atkarpos: kontrolinė ir trys ruožai, apdoroti skirtingomis tirpalų koncentracijomis.

Tiriamieji žvyrkelio ruožai buvo padengti skirtingų tirpalo „Safecote“ koncentracijų (10 %, 20 %, 30 %) mišiniais. Tirpalas „Safecote“ sumaišytas su vandeniu. Bendras tirpalo tūris buvo 10 l. Taigi, tirpalai žvyrkelių dulkelėjimo tyrimams buvo paruošti tokie:

- 10 % (1 l „Safecote“ ir 9 l vandens);
- 20 % (2 l „Safecote“ ir 8 l vandens);
- 30 % (3 l „Safecote“ ir 7 l vandens).

Paruošti tirpalai purkštuvu išpurkšti ant žvyrkelio atkarpos per du kartus:

- buvo purškama pusė kiekio (5 l) paruošto tirpalo ir leista šiek tiek susigerti;
- po 5 min. buvo purškiamas likęs tirpalo kiekis.

Matavimo taškų pusė ir vieta (pasvirimo kampas nuo atkarpos centro) priklausė nuo vėjo krypties, t. y. matavimo metu stovėta pavėjui, kad būtų užfiksuota kuo didesnė kietųjų dalelių koncentracija.

Kietųjų dalelių koncentracijos aplinkos ore matavimų nebuvo atliekama, jei:

- 1) vėjo kryptis buvo daugiau nei 30° nuo kelio vertikalės;
- 2) lijo;
- 3) nuo paskutinio matavimo praėjus 24 valandoms buvo pastebėta kritulių.

Koncentracijos matavimo taškuose analizatorius lai-

kytas 1 m nuo pagrindo aukštyje. Oro mėginys imtas dvi minutes (kol dulkių debesis nusėdavo vizualiai). Matavimo taške buvo užrašoma maksimali kietųjų dalelių koncentracija.

Tirpalo ir tiriamojo ruožo paruošimo bei kiti matavimo ypatumai taip pat pateikti J. Bradulienės ir S. Vasarevičiaus (2010) straipsniuose.

Statistiniam ryšiui įvertinti taikytas koreliacijos koeficientas, kurio reikšmių skalė tokia:

- a) statistinis ryšys tarp duomenų labai stiprus, kai koreliacijos koeficientas yra  $-1$  ir  $+1$ ;
- b) statistinis ryšys tarp duomenų stiprus, kai koreliacijos koeficientas yra nuo  $-1$  iki  $-0,7$  ir nuo  $+0,7$  iki  $+1$ ;
- c) statistinis ryšys tarp duomenų vidutinis, kai koreliacijos koeficientas yra nuo  $-0,7$  iki  $-0,5$  ir nuo  $+0,5$  iki  $+0,7$ ;
- d) statistinis ryšys tarp duomenų silpnas, kai koreliacijos koeficientas yra nuo  $-0,5$  iki  $-0,2$  ir nuo  $+0,2$  iki  $+0,5$ ;
- e) statistinis ryšys tarp duomenų labai silpnas, kai koreliacijos koeficientas yra nuo  $-0,2$  iki  $-0$  ir nuo  $+0$  iki  $+0,2$ ;
- f) statistinio ryšio tarp duomenų nėra, kai koreliacijos koeficientas 0.

### Rezultatai ir jų analizė

Statistiniam įvertinimui naudoti dulketumo duomenys, gauti atliekant eksperimentą, ir eksperimento metu vyravusių aplinkos sąlygų parametrai.

Statistiniai ryšiai tarp aplinkos parametrų ir KD koncentracijų įvairiais atstumais nuo žvyrkelio pateikti 2–5 paveiksluose.

Kaip matyti iš 2 pav., kelkraštyje didėjant temperatūrai, KD koncentracija taip pat didėjo. Šių parametrų koreliacijos koeficientas kontroliniame ruože yra 0,4, vadinasi, statistinis ryšys silpnas, o ruože, apdorotame 10 % „Safecote“ koncentracijos tirpalu, koreliacijos koeficientas lygus 0,2 (statistinis ryšys silpnas), 20 % „Safecote“ – lygus 0,4 (statistinis ryšys silpnas), 30 % „Safecote“ – lygus 0,6 (statistinis ryšys vidutinis). Vadinasi, ruožus apdorojant didesnės „Safecote“ koncentracijos tirpalu koreliacinis ryšys tarp KD koncentracijos ir temperatūros stiprėjo nuo silpnos iki vidutinio.

Didėjant drėgmei, KD koncentracija taip pat didėjo kontroliniame ruože ir ruože, apdorotame 20 % „Safecote“ koncentracijos tirpalu, o kituose ruožuose (apdorotuose 10 % ir 30 % koncentracijos tirpalu) mažėjo. Šių parametrų koreliacijos koeficientas kontroliniame ruože lygus

0,3, vadinasi, statistinis ryšys silpnas, o ruože, apdorotame su 10 % „Safecote“, – lygus  $-0,02$  (statistinis ryšys labai silpnas), su 20 % „Safecote“ – lygus  $0,3$  (statistinis ryšys silpnas), su 30 % „Safecote“ tirpalu – lygus  $-0,05$  (statistinis ryšys labai silpnas). Vadinasi, ruožus apdorojant didesne tirpalo „Safecote“ koncentracija koreliacinis ryšys tarp KD koncentracijos ir drėgmės būna įvairius: teigiamas silpnas ir neigiamas labai silpnas (2 pav.).

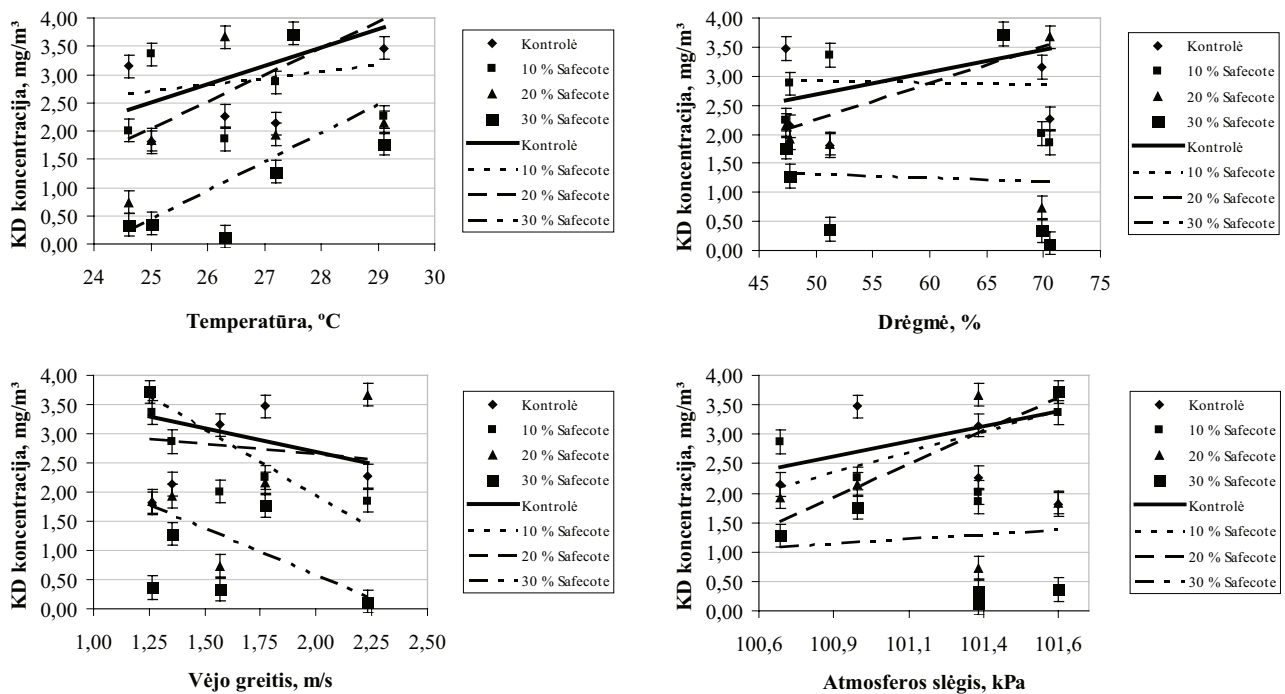
Vėjo greičiui didėjant, KD koncentracija mažėjo. Koreliacijos koeficientas kontroliniame ruože lygus  $-0,2$ , vadinasi, statistinis ryšys silpnas. O ruože, apdorotame su 10 % „Safecote“ koncentracijos tirpalu, koreliacijos koeficientas lygus  $-0,7$  (statistinis ryšys stiprus), su 20 % „Safecote“ – lygus  $-0,1$  (statistinis ryšys labai silpnas), su 30 % „Safecote“ – lygus  $-0,4$  (statistinis ryšys silpnas). Vadinasi, ruožus apdorojant didesnės koncentracijos „Safecote“ tirpalu, koreliacinis ryšys tarp KD koncentracijos ir vėjo greičio buvo neigiamas ir kito nuo stipraus iki silpno (2 pav.).

Atmosferos slėgiui didėjant, KD koncentracija didėjo, koreliacijos koeficientas kontroliniame ruože lygus  $0,3$ , statistinis ryšys silpnas, o ruože, apdorotame 10 % „Safecote“ tirpalu, koreliacijos koeficientas lygus  $0,4$  (statistinis ryšys silpnas), su 20 % „Safecote“ – lygus  $0,4$  (statistinis ryšys silpnas), su 30 % „Safecote“ – lygus  $0,1$  (statistinis ryšys

labai silpnas). Vadinasi, ruožus apdorojant didesnės koncentracijos „Safecote“ tirpalu koreliacinis ryšys tarp KD koncentracijos ir atmosferos slėgio silpnėja (2 pav.).

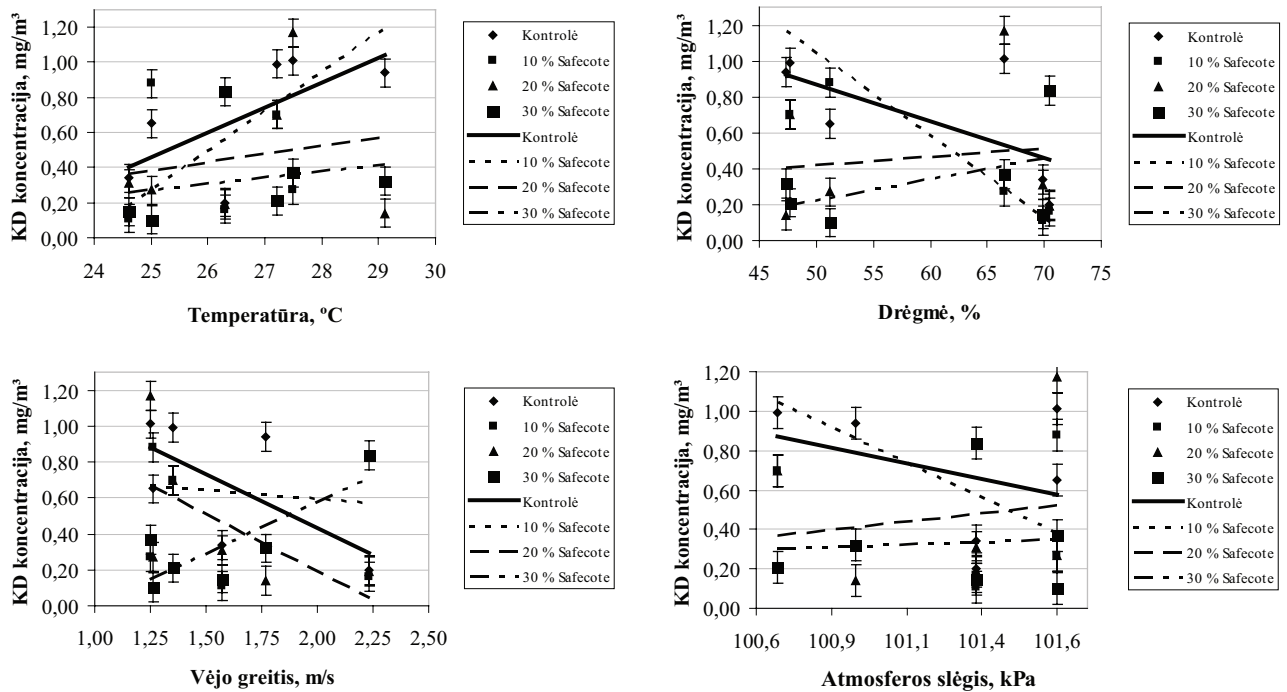
Kaip matyti iš 3 paveikslo, 1 m atstumu nuo žvyrkelio didėjant temperatūrai, KD koncentracija taip pat didėjo. Šių parametų koreliacijos koeficientas kontroliniame ruože buvo  $0,3$  (statistinis ryšys silpnas), o ruože, apdorotame su 10 % „Safecote“ tirpalu, koreliacijos koeficientas lygus  $0,1$  (statistinis ryšys labai silpnas), su 20 % „Safecote“ – lygus  $0,5$  (statistinis ryšys silpnas), su 30 % „Safecote“ – lygus  $0,7$  (statistinis ryšys stiprus). Vadinasi, ruožus apdorojant didesnės koncentracijos „Safecote“ tirpalu koreliacinis ryšys tarp KD koncentracijos ir temperatūros stiprėja nuo labai silpno iki stipraus.

Didėjant drėgmei, KD koncentracija taip pat didėjo, išskyrus ruože, apdorotame 10 % „Safecote“ koncentracijos tirpalu. Šių parametų koreliacijos koeficientas kontroliniame ruože buvo  $0,2$ , vadinasi, statistinis ryšys silpnas, o ruože, apdorotame su 10 % „Safecote“ tirpalu, koreliacijos koeficientas lygus  $-0,6$  (statistinis ryšys vidutinis), su 20 % „Safecote“ – lygus  $0,4$  (statistinis ryšys silpnas), su 30 % „Safecote“ tirpalu – lygus  $0,2$  (statistinis ryšys silpnas). Vadinasi, ruožus apdorojant didesne tirpalo „Safecote“ koncentracija koreliacinis ryšys tarp KD koncentracijos ir drėgmės silpnėja (3 pav.).



2 pav. Statistinis aplinkos sąlygų ir kietųjų dalelių koncentracijos įvertinimas kelkraštyje

Fig. 2. A statistical evaluation of environmental conditions and particulate matter concentration on the roadside



3 pav. Statistinis aplinkos sąlygų ir kietųjų dalelių koncentracijos įvertinimas 1 m atstumu nuo žvyrkelio

Fig. 3. A statistical evaluation of environmental conditions and particulate matter concentration at a distance of 1 m from the gravel road

Vėjo greičiui didėjant, KD koncentracija mažėjo kontroliniame ruože ir ruože, apdorotame 10 % koncentracijos „Safecote“ tirpalu, kituose ruožuose KD koncentracija didėjo. Koreliacijos koeficientas kontroliniame ruože lygus  $-0,5$ , statistinis ryšys vidutinis, o ruože, apdorotame su 10 % „Safecote“ tirpalu, koreliacijos koeficientas lygus  $-0,1$  (statistinis ryšys labai silpnas), su 20 % „Safecote“ – lygus  $0,01$  (statistinis ryšys labai silpnas), su 30 % „Safecote“ – lygus  $0,1$  (statistinis ryšys labai silpnas). Vadinasi, ruožus apdorojant didesnės koncentracijos „Safecote“ tirpalu koreliacinis ryšys tarp KD koncentracijos ir vėjo greičio išliko labai silpnas (3 pav.).

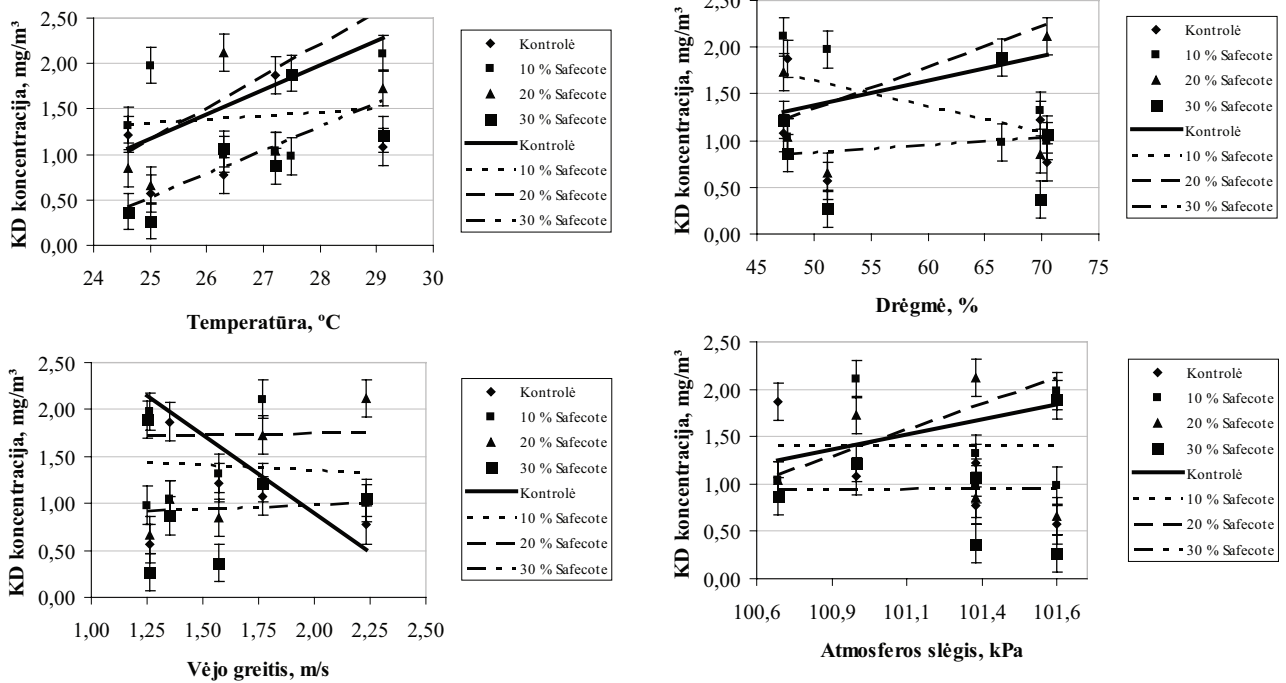
Atmosferos slėgiui didėjant, KD koncentracija didėjo, išskyrus ruože, apdorotame 10 % koncentracijos „Safecote“ tirpalu. Koreliacijos koeficientas kontroliniame ruože lygus  $0,2$  (statistinis ryšys labai silpnas), o ruože, apdorotame su 10 % „Safecote“ tirpalu, koreliacijos koeficientas lygus  $-0,0006$  (statistinio ryšio nėra), su 20 % „Safecote“ – lygus  $0,3$  (statistinis ryšys labai silpnas), su 30 % „Safecote“ – lygus  $0,01$  (statistinis ryšys labai silpnas). Vadinasi, ruožus apdorojant didesnės koncentracijos „Safecote“ tirpalu koreliacinis ryšys tarp KD koncentracijos ir atmosferos slėgio išlieka labai silpnas (3 pav.).

Kaip matyti iš 4 pav., 2 m atstumu nuo žvyrkelio didėjant temperatūrai, KD koncentracija taip pat didėjo. Šių parametrų koreliacijos koeficientas kontroliniame ruože lygus  $0,7$ , vadinasi, statistinis ryšys vidutinis, o ruože, apdorotame su 10 % „Safecote“ tirpalu, koreliacijos koeficientas lygus

$0,6$  (statistinis ryšys vidutinis), su 20 % „Safecote“ – lygus  $0,2$  (statistinis ryšys labai silpnas), su 30 % „Safecote“ – lygus  $0,2$  (statistinis ryšys labai silpnas). Vadinasi, ruožus apdorojant didesnės koncentracijos „Safecote“ tirpalu koreliacinis ryšys tarp KD koncentracijos ir temperatūros silpnėja nuo vidutinio iki labai silpno.

Didėjant drėgmei, KD koncentracija mažėjo kontroliniame ruože ir ruože, padengtame 10 % koncentracijos tirpalu „Safecote“, o kituose ruožuose didėjo. Šių parametrų koreliacijos koeficientas kontroliniame ruože lygus  $-0,7$  (statistinis ryšys vidutinis), o ruože, apdorotame su 10 % „Safecote“ tirpalu, koreliacijos koeficientas lygus  $0,9$  (statistinis ryšys stiprus), su 20 % „Safecote“ – lygus  $0,1$  (statistinis ryšys labai silpnas), su 30 % „Safecote“ – lygus  $0,5$  (statistinis ryšys silpnas). Vadinasi, ruožus apdorojant mišiniu su didesnės koncentracijos „Safecote“ tirpalu koreliacinis ryšys tarp KD koncentracijos ir drėgmės nuo neigiamo stipraus pereina į teigiamą silpną (4 pav.).

Vėjo greičiui didėjant, KD koncentracija mažėjo, išskyrus ruože, apdorotame 30 % „Safecote“ koncentracijos tirpalu. Koreliacijos koeficientas kontroliniame ruože lygus  $-0,6$  (statistinis ryšys vidutinis), o ruože, apdorotame su 10 % koncentracijos „Safecote“ tirpalu, koreliacijos koeficientas lygus  $-0,1$  (statistinis ryšys labai silpnas), su 20 % „Safecote“ – lygus  $-0,6$  (statistinis ryšys vidutinis), su 30 % „Safecote“ – lygus  $0,8$  (statistinis ryšys stiprus). Vadinasi, ruožus apdorojant su didesnės tirpalo „Safecote“ koncentracijos mišiniu koreliacinis ryšys tarp KD koncentracijos



4 pav. Statistinis aplinkos sąlygų ir kietųjų dalelių koncentracijos įvertinimas 2 m atstumu nuo žvyrkelio

Fig. 4. A statistical evaluation of environmental conditions and particulate matter concentration at a distance of 2 m from the gravel road

tracijos ir vėjo greičio stiprėja nuo neigiamo labai silpno iki teigiamo stipraus (4 pav.).

Atmosferos slėgiui didėjant, KD koncentracija mažėjo kontroliniame ruože ir ruože, apdorotame 10 % koncentracijos tirpalu „Safecote“, o kituose – didėjo. Koreliacijos koeficientas kontroliniame ruože lygus  $-0,3$ , statistinis ryšys silpnas, o ruože, apdorotame su 10 % koncentracijos „Safecote“ koreliacijos tirpalu, koeficientas lygus  $-0,4$  (statistinis ryšys silpnas), su 20 % „Safecote“ – lygus  $0,2$  (statistinis ryšys silpnas), su 30 % „Safecote“ – lygus  $0,1$  (statistinis ryšys labai silpnas). Vadinas, ruožus apdorojant didesne tirpalo „Safecote“ koncentracija koreliacinis ryšys tarp KD koncentracijos ir atmosferos slėgio būna neigiamas ir silpnėja (4 pav.).

Kaip matyti iš 5 paveikslu, 3 m atstumu nuo kelio, didėjant temperatūrai, KD koncentracija taip pat didėjo kontroliniame ruože, o ruože, apdorotame 20 % koncentracijos tirpalu „Safecote“, mažėjo. Šių parametrų koreliacijos koeficientas kontroliniame ruože lygus  $0,5$ , vadinas, statistinis ryšys silpnas, o ruože, apdorotame su 20 % „Safecote“, koreliacijos koeficientas lygus  $-0,6$  (statistinis ryšys vidutinis). Taigi, ruožus apdorojant tirpalu „Safecote“ koreliacinis ryšys tarp KD koncentracijos ir temperatūros iš teigiamo silpno keičiasi į neigiamą vidutinį.

Didėjant drėgmei, KD koncentracija kontroliniame ruože mažėjo, o ruože, apdorotame 20 % koncentracijos tirpalu „Safecote“, didėjo. Šių parametrų koreliacijos koeficientas kontroliniame ruože lygus  $-0,8$ , vadinas, statistinis

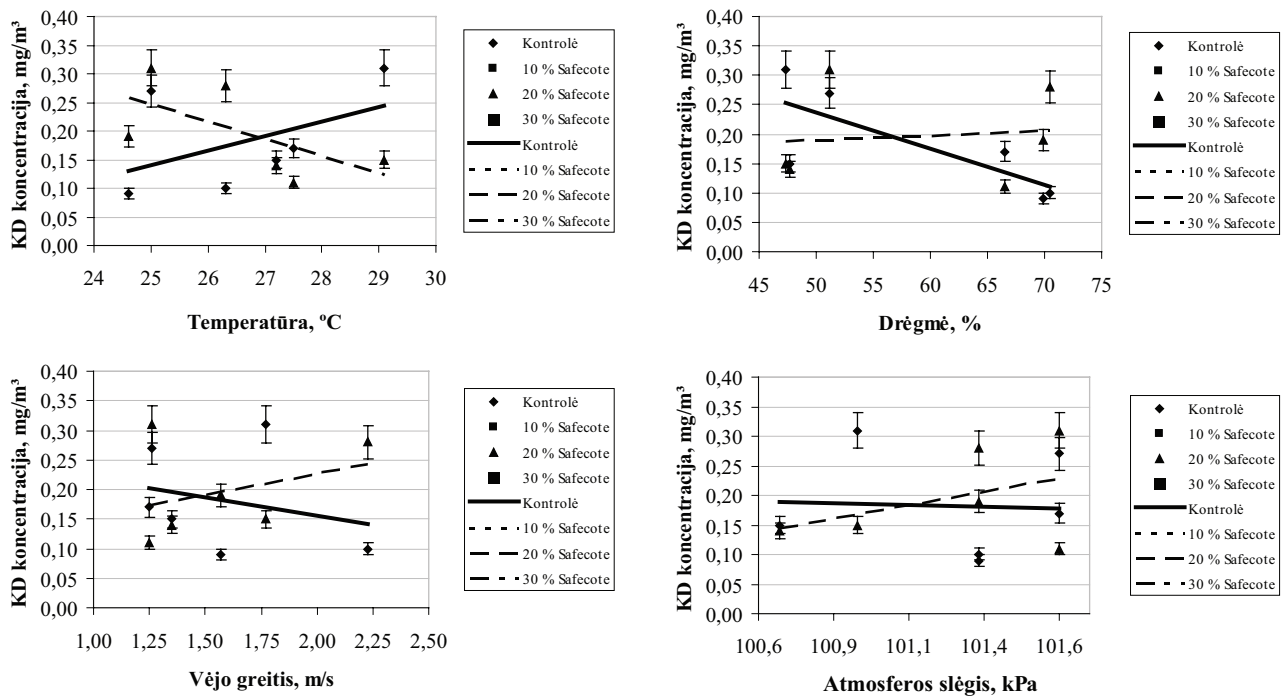
ryšys stiprus, o ruože, apdorotame su 20 % „Safecote“ tirpalu, koreliacijos koeficientas lygus  $0,1$  (statistinis ryšys labai silpnas). Taigi, ruožus apdorojant tirpalu „Safecote“ koreliacinis ryšys tarp KD koncentracijos ir drėgmės silpnėja ir iš neigiamo stipraus keičiasi į teigiamą labai silpną (5 pav.).

Vėjo greičiui didėjant, KD koncentracija kontroliniame ruože mažėjo, o ruože, apdorotame 20 % koncentracijos tirpalu „Safecote“, didėjo. Koreliacijos koeficientas kontroliniame ruože lygus  $-0,3$  (statistinis ryšys silpnas), o ruože, apdorotame su 20 % „Safecote“ – lygus  $0,3$  (statistinis ryšys silpnas). Vadinas, ruožus apdorojant tirpalu „Safecote“ koreliacinis ryšys tarp KD koncentracijos ir vėjo greičio iš neigiamo keičiasi į teigiamą silpną (5 pav.).

Atmosferos slėgiui didėjant, KD koncentracija kontroliniame ruože mažėjo, o ruože, apdorotame 20 % koncentracijos tirpalu „Safecote“, didėjo. Koreliacijos koeficientas kontroliniame ruože lygus  $-0,1$ , statistinis ryšys labai silpnas, o ruože, apdorotame su 20 % „Safecote“, koreliacijos koeficientas lygus  $0,4$  (statistinis ryšys silpnas). Vadinas, ruožus apdorojant tirpalu „Safecote“ koreliacinis ryšys tarp KD koncentracijos ir atmosferos slėgio iš neigiamo labai silpno pasikeitė į teigiamą silpną.

Apibendrinant galima teigti, kad automobiliui važiuojant vidutiniškai 30 km/h greičiu ruožuose, apdorotuose vien tirpalu „Safecote“, KD koncentracijos ir temperatūros koreliacijos koeficientai svyruoja nuo  $0,1$  iki  $0,7$ , t. y. statistinis ryšys labai silpnas ir vidutinis, KD koncentracijos ir drėgmės koreliacijos koeficientai svyruoja nuo  $-0,9$  (ryšys





5 pav. Statistinis aplinkos sąlygų ir kietųjų dalelių koncentracijos įvertinimas 3 m atstumu nuo žvyrkelio

Fig. 5. A statistical evaluation of environmental conditions and particulate matter concentration at a distance of 3 m from the gravel road

stiprus) iki 0,2 (ryšys silpnas), KD koncentracijos ir vėjo greičio koreliacijos koeficientai svyruoja nuo 0,8 (ryšys stiprus) iki -0,1 (ryšys labai silpnas), KD koncentracijos ir atmosferos slėgio koreliacijos koeficientai svyruoja nuo -0,0006 (statistinio ryšio nėra) iki 0,4 (statistinis ryšys silpnas).

## Išvados

1. Ruožuose, apdorotuose įvairių koncentracijų (10 %, 20 %, 30 %) tirpalu „Safecote“, kai automobilio važiavimo greitis 30 km/h, pagal koreliacijos koeficientus, esant didesnei temperatūrai, KD koncentracija užfiksuota didesnė. Esant didesnei drėgmei, KD koncentracija daugeliu atvejų buvo mažesnė, tai ypač pastebėta tolstant nuo žvyrkelio. Esant didesniam vėjo greičiui, KD koncentracija daugeliu atvejų mažesnė, tai labiausiai pastebima kelkraštyje. Esant didesniam atmosferos slėgiui KD koncentracija kontroliniame ruože mažėjo, o ruože, apdorotame tirpalu „Safecote“, didėjo.
2. Stipriausias koreliacinis ryšys (koreliacijos koeficientas 0,9) gautas tarp KD koncentracijos ir drėgmės, KD koncentracijos ryšys su temperatūra buvo pastoviausias ir daugeliu atvejų stiprus, KD koncentracijos ryšys su vėjo greičiu kito nuo silpno iki stipraus ir išryškėjo tai kelkraštyje, tai tolstant nuo kelio, t. y. vienodos tendencijos mažėti arba didėti nenustatyta, KD koncentracijos ryšys su atmosferos slėgiu tai stiprėjo, tai silpnėjo ir buvo neigiamas.

## Literatūra

- Baltrėnas, P.; Fröhner, K. D.; Pranskevičius, M. 2007. Investigation of seaport air dustiness and dust spread, *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management* 15(1): 15–23. doi:10.1080/16486897.2007.9636903
- Baltrėnas, P.; Kvasauskas, M. 2005. Experimental investigation of particle concentration using mass and optical methods, *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management* 13(2): 57–64. doi:10.1080/16486897.2005.9636847
- Baltrėnas, P.; Morkūnienė, J. 2006. Investigation of particulate matter concentration in the air of Žvėrynas district of Vilnius, *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management* 14(1): 23–30. doi:10.1080/16486897.2006.9636875
- Baltrėnas, P.; Morkūnienė, J.; Vaitiekūnas, P. 2008. Mathematical simulation of solid particle dispersion in the air of Vilnius city, *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management* 16(1): 15–22. doi:10.3846/1648-6897.2008.16.15-22
- Bimbaitė, V.; Girgždienė, R. 2007. Evaluation of Lithuanian air quality monitoring data applying synoptical analysis, *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management* 15(3): 173–181. doi:10.1080/16486897.2007.9636926
- Bradulienė, J.; Vasarevičius, S. 2010. Žvyrkelių dulkingumo mažinimo tirpalu „Safecote“ ir jo mišiniu su CaCl<sub>2</sub> eksperimentiniai tyrimai, *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management* 18(2): 145–153. doi:10.3846/jeelm.2010.17
- Burinskienė, M.; Rudzkiene, V. 2008. Modeling and forecasting of country tourism development in Lithuania, *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management* 13(3): 116–120. doi:10.1080/16486897.2005.9636858

- Gintalas, V.; Žilionienė, D.; Dimaitis, M.; Vitkienė, J.; Lukošaitis, T.; Lipnevičiūtė, K. 2008. Analysis of design solutions in the objects of gravel roads paving programme in terms of traffic safety, *The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering* 3(2): 93–100. doi:10.3846/1822-427X.2008.3.93-100
- Girgždienė, R.; Rameikytė, R. 2007. Variation of PM<sub>10</sub> mass and aerosol number concentrations in Šiauliai, *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management* 15(1): 47–53. doi:10.1080/16486897.2007.9636907
- Laškova, T.; Zabukas, V.; Vaitiekūnas, P. 2007. Meteorologinių sąlygų įtaka lakiųjų organinių junginių sklaidai pažemės atmosferos sluoksnyje, *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management* 15(3): 135–143. doi:10.1080/16486897.2007.9636921
- Lietuvos keliai [interaktyvus]. 2011, [žiūrėta 2011 m. sausio 7 d.]. Prieiga per internetą: <www.lra.lt>.
- Lietuvos statistikos departamentas. 2009. *Transportas ir ryšiai 2008 m.* Vilnius. 179 p.
- Lokoshchenko, M. A.; Elansky, N. F. 2006. Dynamics of surface-air pollution during the passage of a cold front, *Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics* 42(2): 148–155. doi:10.1134/S0001433806020034
- Okonski, B. 2007. Hydrological response to land use changes in central European lowland forest catchments, *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management* 15(1): 3–13. doi:10.1080/16486897.2007.9636902
- Ozkan, K.; Senol, H.; Gulsoy, S.; Mert, A.; Suel, H.; Eser, Y. 2009. Vegetation-environmental relationship in mediterranean mountain forests on limeles bedrocks of southern Anatolia, Turkey, *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management* 17(3): 154–163. doi:10.3846/1648-6897.2009.17.154-163
- Petkuvienė, J.; Paliulis, D. 2009. Experimental research of road maintenance salts and molasses (“Safecote”) corrosive impact on metals, *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management* 17(4): 236–243. doi:10.3846/1648-6897.2009.17.236-243
- Povilaitis, A.; Querner, E. P. 2008. Possibilities to restore natural water regime in the Žuvintas Lake and surrounding wetlands – modeling analysis approach, *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management* 16(3): 105–112. doi:10.3846/1648-6897.2008.16.105-112
- Powley, J. F. 1991. The impact of climate upon variation in air pollution using a synoptic climatological approach. *Dissertation Abstracts International* 52(9), Section: B, 192 p.
- Sendžikaitė, J.; Pakalnis, R. 2006. Extensive use of sown meadows – a tool for restoration of botanical diversity, *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management* 14(3): 149–158. doi:10.1080/16486897.2006.9636892
- Shangedova, M.; Burt, T. P.; Davies, T. D. 1998. Synoptic climatology of air pollution in Moscow, *Theoretical and Applied Climatology* 61(Iss ½): 85–102.
- Skrinskas, S.; Domantas, A. 2006. Analysis of Lithuanian gravel roads paving programme implementation in 1998–2005, *The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering* 1(4): 157–166.
- Šimaitis, R.; Baltrėnas, P. 2002. Oro teršalų koncentracija Vilniuje ir jos įtaka sveikatingumui, *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management* 10(1): Ia–If.
- Tanner, P. A.; Law, P. 2002. Effects of synoptic weather systems upon the air quality in an Asian megacity, *Water, Air and Soil Pollution* 136(1–4): 105–124. doi:org/10.1023/A:1015275404592
- Zaveckytė, J.; Vasarevičius, S. 2008. Experimental investigation of solution “Safecote” usage to reduce road dustiness, in *The 7th International Conference “Environmental Engineering”*: Selected papers, vol. 1. May 22–23, 2008, Vilnius, Lithuania. Vilnius: Technika, 460–465.
- Žilionienė, D.; Juzėnas, A. A.; Jankauskas, J. 2005a. Peculiarities of gravel pavement depreciation and improvement of functioning by reducing dustiness, in *The 6th International Conference Environmental Engineering*: Selected papers, vol. 2. May 26–27, 2005, Vilnius, Lithuania. Vilnius: Technika, 796–800.
- Žilionienė, D.; Juzėnas, A. A.; Laurinavičius, A. 2003. Experience to improve and maintain gravel roads in Lithuania, in *An IRF Regional Conference and Exhibition, The 25th International Baltic Road Conference. 24–27 August 2003. Vilnius, Lithuania* [CD]. Vilnius.
- Žilionienė, D.; Juzėnas, A. A.; Petkevičius, K. 2005b. Application of a statistical analysis of traffic for the development of Lithuanian road network, *Transport and Telecommunication* 6(1): 122–129. Riga: Transport and Telecommunication Institute.

#### STATISTICAL EVALUATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN GRAVEL ROAD DUSTINESS AND ENVIRONMENTAL CONDITIONS USING MOLASSES SOLUTION FOR REDUCING DUSTINESS

J. Bradulienė, S. Vasarevičius

##### Abstract

The problem of gravel road dustiness is quite acute. In order to minimize harmful environmental components and to conduct dust reduction tests, molasses materials were chosen. Using the molasses materials of a new generation (solution *Safecote*) in the Lithuanian market, the obtained results of dustiness have reflected a reduction in particulate matter in the air. During the experiment, gravel road pavement was treated with different degrees of concentration (10%, 20%, 30%) in solution “Safecote” at a driving speed of 30 km/h. Dustiness was measured at different distances from the road (0 m, 1 m, 2 m, 3 m). The undertaken study showed that the concentrations of particulate matter varied under changing weather conditions (air temperature, humidity, wind speed, atmospheric pressure). The statistical analysis of the received data has revealed that dustiness weakly correlates with temperature (correlation coefficient ranged from 0.12 to 0.67) moving from the road, the correlation coefficient of moisture is negative, a larger distance from the road increases inverse correlation (the correlation coefficient ranges from –0.02 to –0.85), negative correlation decreases moving from the road at a speed of the wind (from –0.72 to –0.06) and pressure correlation remains volatile (from –0.44 to 0.44).

**Keywords:** gravel roads, statistical evaluation, dustiness, environmental conditions.