



VILNIAUS MIESTO GATVIŲ SAŠLAVŲ TYRIMAI IR VERTINIMAS

Ligita Bikelytė¹, Eglė Marčiulaitienė², Vaidotas Valskys³

VGTU Aplinkos apsaugos ir vandens inžinerijos katedra
El. p. ¹ligita.bikelyte@stud.vgtu.lt; ²egle.marciulaitiene@vgtu.lt

Anotacija. Nagrinėjamos Antakalnio ir Žirmūnų gatvių sąšlavose esančių sunkiųjų metalų koncentracijos ir chloridų kiekiai. Tyrimai atlikti rentgeno fluorescenciniu spektrometru Niton XL2 ir chloridų kiekio nustatymui LAND 63-2004 esančia metodika. Analizuojami Antakalnio ir Žirmūnų gatvių sąšlavose aptikti sunkieji metalai (Zn, Cu, Cr, Pb, Cd, Co). Pateikiami ir aptariami tyrimų duomenys, vertinamas gatvių sąšlavose esančių sunkiųjų metalų suminis užterštumas (Zd). Suminis užterštumas Antakalnio gatvėje didžiausias 4-tame taške (Zd = 28,66), o Žirmūnų gatvės 7-tame taške (Zd = 24,69). Toks suminis užterštumas prilyginamas II kategorijai – vidutiniam pavojingumui (16 – 32). Taip pat gauti rezultatai parodė, kad sunkiųjų metalų didesnės koncentracijos atsiranda dėl antropogeninės taršos: transporto priemonių dalių dėvėjimosi, transporto intensyvumo ir kitų šaltinių. Chloridų kiekis surinktose sąšlavose nėra didelis. Didžiausias chloridų kiekis Antakalnio gatvėje nustatytas 3 mėginyje – 655,17 mg/kg, o Žirmūnų gatvės 12-ame mėginyje – 433,94 mg/kg. Didesnis chloridų kiekis vyrauja Antakalnio gatvėje. Pateikti tyrimai gali padėti įvertinti miestų gatvių sąšlavose esančių teršalų kiekį ir poveikį aplinkai.

Reikšminiai žodžiai: sąšlavos, gatvių sąšlavos, sunkieji metalai, chloridai, koncentracija, antropogeninė tarša.

Įvadas

Sąšlavos daugiausiai susideda iš smėlio ir dirvožemio su mažesniais kiekiais lapų, medžių šakelių, gyvūnų ekskrementų, metalų, naftos produktų, plastikų, gumos, stiklo ir kitų cheminių teršalų, kurie generuojami kasdien, gatvėse, stovėjimo aikštelėse ir šaligatviuose (Patrick ir kt., 2007).

Sunkieji metalai, pvz., švinas (Pb), cinkas (Zn), nikelis (Ni), chromas (Cr) ir daugelis kitų, susidaro dėl transporto priemonių išmetimų, kelio dangos erozijos, meteorologinių sąlygų poveikio ir t. t. (Brinkmann ir Tobin, 2001). Sąšlavų dalelių dydis taip pat gali turėti įtakos teršalų kaupimuisi, pavyzdžiui, sunkiesiems metalams. Druskos naudojamos kelių priežiūrai žiemą yra viena natūraliausių cheminių medžiagų, tačiau gali kelti pavojų kelio paviršiams, pakelių dirvožemiui, paviršiniams vandens telkiniams, pakelių augalams ir kt. Kadangi tai šarminė medžiaga, ji turi būti pašalinta nuo kelio dangos praėjus žiemos sezonui (Hecnar ir Sanzo, 2005). Problema, su kuria susiduriama išvalius gatves, formuluotina taip: ką daryti su sąšlavomis, kur šalinti ar panaudoti. Anksčiau buvo manoma, kad šios atliekos yra pakankamai švarios medžiagos, tačiau vystantis pramonei

ir intensyvėjant kelių plėtrai, šių medžiagų tarša padidėjo (Brinkmann ir Tobin, 2001).

Sąšlavos – daugiausiai susideda iš smėlio ir dirvožemio su mažesniais kiekiais lapų, medžių šakelių, gyvūnų ekskrementų, metalų, naftos produktų, plastikų, gumos, stiklo ir kitų cheminių teršalų, kurie generuojami kasdien, gatvėse, stovėjimo aikštelėse ir šaligatviuose (Patrick ir kt., 2007). Literatūrą, susijusią su gatvės sąšlavų tyrimais, galima suskirstyti taip: teršalų kaupimasis gatvės paviršiuje, šlavimo mašinų efektyvumas renkant gatvių nuosėdas nuo kietų dangų, modeliuojant lietaus vandens kokybę gatvių valymo metu ir poveikis žmonių sveikatai ir gamtinei aplinkai. Visi šie tyrimai yra naudingi analizuojant supratimą apie gatvių šlavimo, plovimo, sniego valymo naudą arba jos nebuvimą. Kietųjų dalelių kaupimasis ant gatvių paviršių yra sudėtingas dinamiškas procesas, kurį veikia ne tik žemės naudojimo veikla, bet ir kiti procesai, pvz., vėjo srautai, kritulių kiekis, gatvės šlavimas ir t. t. (Rochfort ir kt., 2009). Daugiau tyrimų apie sąšlavas, jų sudėtį, struktūrą ir taršą yra atlikta Amerikoje, didesnėse Europos šalyse (Ispanija, Prancūzija, Švedija). Lietuvoje nėra pakankamai atlikta

tyrimų, kuriais būtų galima įvertinti miestų gatvių sąšlavose esančių teršalų poveikį aplinkai.

Svarbus sąšlavų surinkimas yra po žiemos, nutirpus sniegui. Žiemos metu yra barstomas smėlis ir druskos, kurios kaupiasi sniege (lede). Ištirpus ledui, pavasarį, jis gali nutekėti su lietaus vandeniu į lietaus nuotekų tinklus. Taip pat ištirpus sniegui gali patekti į paviršines nuotekų surinkimo sistemas, paviršinius vandens telkinius, dirvožemį. Greitas atšilimas gali paskatinti teršalų didesnius srautus palei kelius, šaligatvius ir griovius. Priešingai, ilgesnis užšalimas gali sukelti nuosėdų nusodinimą vietoje, kai sniegas sukaupia jį valant. Daugiausiai organinių medžiagų randama rudenį ir žiemą, kai medžiai praranda lapus ir jie nusėda ant kelio dangos ar supustomi vėjo (Brinkmann ir Tobin, 2001).

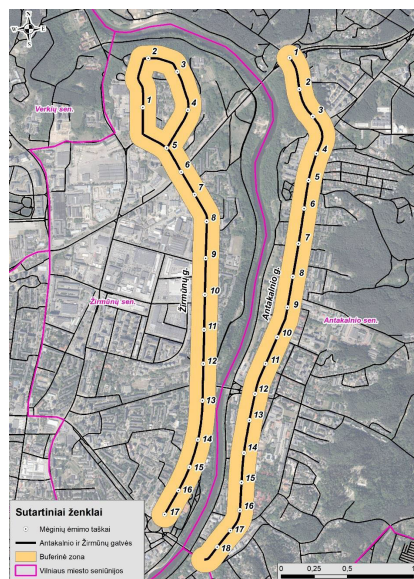
Tyrimais siekiama nustatyti gatvių sąšlavose vyraujančių sunkiųjų metalų koncentracijas, taip pat chloridų kiekius, atlikti sąšlavų poveikio aplinkai vertinimą ir įvertinti jų galimą tvarkymą ir antrinį panaudojimą.

Tyrimo tikslas – nustatyti susidarančių gatvių sąšlavų savybes ir sudėtį bei įvertinti galimą poveikį aplinkai.

Metodika

Sąšlavų surinkimui ir tyrimui atlikti buvo pasirinktos Vilniaus miesto, Žirmūnų ir Antakalnio gatvės. Sąšlavų mėginiai rinkti Žirmūnų ir Antakalnio gatvėse, pavasarį (kovo mėnesio pradžioje). Mėginiai buvo imami vadovaujantis Lietuvos geologijos tarnybos direktoriaus 2008 m. birželio 17 d. įsakymu Nr. 1-104 patvirtintu Ekogeologinių tyrimų reglamentu. Detalesniems rezultatams ir jų analizei atlikti buvo naudojama Geografinė informacinė sistema (GIS). Sudarytas preliminarus mėginių rinkimo žemėlapis Antakalnio ir Žirmūnų gatvėse (1 paveikslas). Mėginiai buvo renkami vėl vakarą (apie 22 val.) ir ankstyvą rytą (04 val.), kad būtų išvengta didelio automobilių eismo.

Naudotos priemonės. Mėginiams surinkti buvo naudojamas jau sudarytas su GIS programa žemėlapis ir Google Maps programa, naudojamas mažas šepetėlis ir semtuvėlis. Kadangi sąšlavų Antakalnio gatvėje buvo daugiau nei Žirmūnų, patogų sąšlavas susemti dideliu šepetėliu. Mėginiai dedami į polietileningus susegamus maišelius. Jau surinkti mėginiai žymimi skaičiais ant polietileningo maišelio ir žemėlapio, kad būtų lengva atrinkti mėginius laboratorijoje.



1 paveikslas. Antakalnio ir Žirmūnų gatvių mėginių rinkimo žemėlapis (GIS programa). Sąšlavų mėginiai polietileninguose maišeliuose buvo vežami į VGTU Aplinkos apsaugos ir vandens inžinerijos katedros laboratoriją

Mėginių paruošimas laboratorijoje. Pirmiausia mėginiai pasveriami prieš džiovinimą, vėliau dedami į atskiras *Petri* lėkšteles ir džiovinami džiovinimo spintoje, 105 °C temperatūroje iki pastovios masės. Po džiovinimo mėginiai frakcionuojami per tris sietus – 2,00 mm, 250 μm ir 125 μm tankumo tinkleliais. Iš paruoštų mėginių buvo parenkamas tikslus svoris (nuo 3,5 iki 5 g) prieš dedant į specialius 32 mm skersmens matavimo indelius – kapsules, su „Mylar“ RFS plėvele (6 μm storio) (2 paveikslas).



2 paveikslas. 32 mm skersmens matavimo indeliai – kapsulės (Aurių nuotrauka, 2019)

Paruoštos analizei kapsulės įstatomos ir tiriamos Thermo Scientific Niton® XL2 serijos rentgeno spindulių fluorescencijos spektrometru (RFS). Šis spektrometras yra Vilniaus universiteto Gyvybės mokslų centro Biomokslų instituto laboratorijoje (3 paveikslas).



3 paveikslas. Thermo Scientific Niton® XL2 serijos rentgeno spindulių fluorescencijos spektrometras (Autorių nuotrauka, 2018)

Spektrometrija yra analitinis metodas, kurio metu sausas mėginys yra veikiamas rentgeno spinduliais. Iš viso galima ištirti 28 cheminių elementų (Ca, K, S, As, Cd, Cu, Zn, Ba, Sb, Sn, Ag, Pd, Zr, Sr, Rb, Pb, Se, Hg, Au, W, Ni, Co, Fe, Mn, Cr, V, Ti, Sc) koncentracijas. Šis metodas taikomas siekiant nustatyti cheminių elementų koncentracijas sąšlavose. Planuojami nagrinėti sunkieji metalai: Cu, Zn, Pb, Cr, Ni, Cd.

Suminio užterštumo rodiklis, žymimas – Z_d , yra laikomas vienu iš tiksliausių nustatytų nuosėdų užterštumo metalais ar kitais mikroelementais rodiklis. Jis yra vienas iš populiariausių Lietuvos mokslininkų naudojamų rodiklių (Raulinaitis, 2012). Suminio užterštumo rodiklis yra apskaičiuojamas naudojant tokią formulę:

$$Z_d = \sum_{k=1}^n K_K - (n-1), \quad (1)$$

čia n – cheminių elementų (teršalų) skaičius; K_K – kiekvieno elemento koncentracijos koeficientas, kuris apskaičiuojamas kiekvienam tiriamam elementui atskirai. K_K parodo bandinyje nustatyto cheminio elemento kiekio santykį su foniniu, ir yra apskaičiuojamas pagal formulę:

$$K_K = \frac{C_M}{C_F}, \quad (2)$$

čia C_M – tiriamo elemento koncentracija mėginyje; C_F – foninė elemento koncentracija.

Atlikus suminį užterštumo vertinimą, nustatytos vertės yra lyginamos su Lietuvos Respublikos higienos normose apibrėžtomis vertėmis (2.1 lentelė). Pagal tai nustatomas užterštumo laipsnis (kategorija), taip pat įvertinamas galimas gyventojų sveikatos rodiklių pokytis, atsiradęs dėl taršos (HN 60:2004).

Chloridų kiekio sąšlavose nustatymas. Druskos naudojamos kelių priežiūrai žiemą, siekiant sumažinti ir pašalinti slidumą keliuose. Todėl sąšlavų sudėtyje galima

aptikti chloridų kiekius, nustatyti chloridų kiekį sąšlavose pritaikant tokias metodikas kaip vandenyje netirpių medžiagų kiekio nustatymas (Dėl medžiagų, skirtų kelių priežiūrai žiemą..., 2013), titravimas sidabro nitratu, naudojant chromato indikatorius (Moro metodas).

Pirmiausia sąšlavas kaip sausą bandinį reikia pasverti – 50 g/mėginiui. Toks parinktas kiekis yra optimalus, atsižvelgiant į turimą sąšlavų kiekį. Sausi pasverti mėginiai yra supilami į stiklinius indelius, kurie uždaromi dangteliais. Į sausą mėginį įpilama distiliuoto vandens, kurio 50 g mėginiui tenka 25 ml. Šie paruošti mėginiai yra įstatomi į magnetinę maišyklę ir maišomi 2 valandas (4 paveikslas).



4 paveikslas. Sausi mėginiai (50 g), į kuriuos pripilta distiliuoto vandens (25 ml), uždaryti sandariuose stikliniuose indeliuose (Autorių nuotrauka, 2019)

Kol mėginiai maišomi, paruošiami ir pasveriami popieriniai filtrai, kurie reikalingi kiekvienam turimam mėginiui sudėti. Pasverti filtriukai sulankstomi į kūgius panašias formas ir įstatomi į kolbas. Į popierinį filtrą pilamas jau išmaišytas su 25 ml distiliuoto vandens 50 g mėginys. Būtina, kad visa likusi medžiaga buteliuke būtų pašalinta ir perkelta ant filtriuko. Taip bus užtikrinta, kad bet kokie chloridų pėdsakai būtų pašalinti iš sauso mėginio (5 paveikslas).



5 paveikslas. Sausi mėginiai (50 g), į kuriuos pripilta distiliuoto vandens (25 ml), uždaryti sandariuose stikliniuose indeliuose (Autorių nuotrauka, 2019)

Siekiant nustatyti netirpios medžiagos kiekį, neištirpusi ant popierinio filtro likusi medžiaga išdžiovinama, o tirpalas kolboje naudojamas tolesnei cheminei analizei.

Titravimas. Pipete paimamas 100 ml arba mažesnis mėginio tūris, praskiestas iki 100 ml vandeniu (tūris V_d) ir

supilamas į balto porceliano indą, konusinę kolbą arba stiklinę, pastatytą ant balto popieriaus. Įpilama 1,0 ml kalcio chromato indikatorinio tirpalo. Mėginys titruojamas, lašinant sidabro nitrato tirpalą, kol tirpalo spalva pradės keistis į raudonai rudą (tūris V_s). Panaudojamas nutitruotas mėginys kitų titravimų baigmės taškui palyginti. Jeigu titravimui sunaudotas tūris viršija 25 ml, tyrimą reikia pakartoti, naudojant didesnės talpos biuretę arba mažesnę tiriamosios dalos tūrį.

Rezultatų išraiška. Chloridų kiekis r_{Cl} , miligramais litre (mg/l), apskaičiuojamas pagal formulę:

$$r_{Cl} = (V_s - V_b) \cdot c \cdot f / V_a, \quad (3)$$

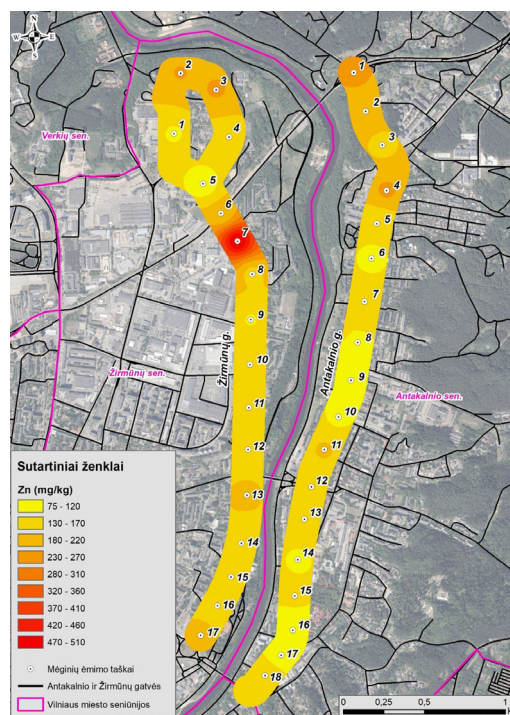
čia r_{Cl} – chloridų koncentracija, mg/l; V_a – tiriamo mėginio tūris, ml; V_b – sidabro nitrato tirpalo tūris, sunaudotas tuščio mėginio titravimui, mililitrais; V_s – sidabro nitrato tirpalo tūris, sunaudotas tiriamo mėginio titravimui, ml; c – tikroji sidabro nitrato koncentracija, išreikšta $AgNO_3$, mol/l; f – perskaičiavimo faktorius, $f = 35\,453$ mg/mol (LAND 63-2004).

Rezultatai ir jų analizė

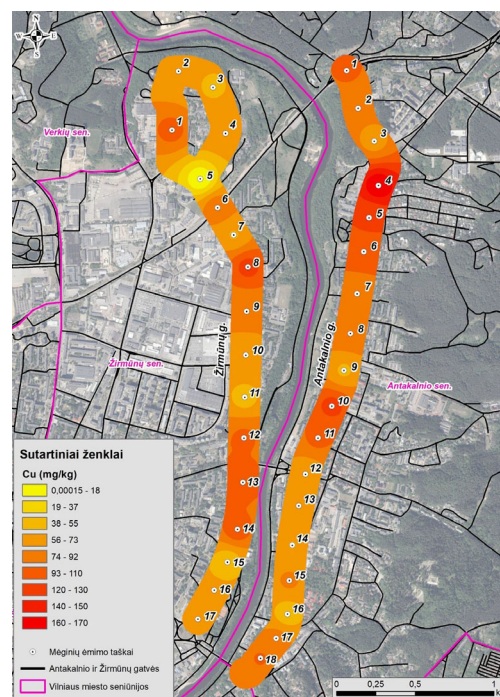
Nagrinėjami Antakalnio ir Žirmūnų gatvėse aptikti sunkieji metalai: varis (Cu), cinkas (Zn), švinas (Pb), chromas (Cr). Antakalnio gatvės mėginiuose (nuo 1 iki 18 taško) nustatytos Cu ir Zn metalų koncentracijos. Didžiausios Zn koncentracijos aptiktos 1-ame ir 4-ame taškuose. Gatvės 1-ame taške koncentracija siekia – 231,93 mg/kg, šis mėginys paimtas iš Oskaro Milašiaus–Lizdeikos g. sankryžos. O gatvės 4-ame taške, kuris paimtas šalia Nemenčinės žiedo, koncentracija siekia 227,44 mg/kg. Didžiausia Cu koncentracija pastebima 10-tame taške (119,27 mg/kg). Mažiausia Zn ir Cu koncentracija aptikta 16-tame taške (Zn – 74,62 mg/kg; Cu – 41 mg/kg) (6 ir 7 paveikslai).

Didžiausia Zn koncentracija 7-tame mėginyje (Žirmūnų g. – Kareivių g. sankryžoje) – 506,1 mg/kg ir tai yra didžiausia nustatyta Zn koncentracija abiejose gatvėse. Cu didžiausia koncentracija yra 8-tame taške (autobusų stotelė – Žirmūnų g. 67) ir siekia 119,06 mg/kg (6 ir 7 paveikslai).

Chromas (Cr) ir švinas (Pb) aptikti ne visuose Antakalnio gatvės taškuose. Didžiausia Cr koncentracija nustatyta 11-tame taške ir siekia 46,88 mg/kg. Pb koncentracija šioje gatvėje aptikta didžiausia 4-tame taške (22,73 mg/kg). Gatvės 15-tame ir 18-tame taškuose koncentracijos labai panašios. Švino koncentracija mažiausia 18-tame taške – 9,57 mg/kg (8 ir 9 paveikslai).

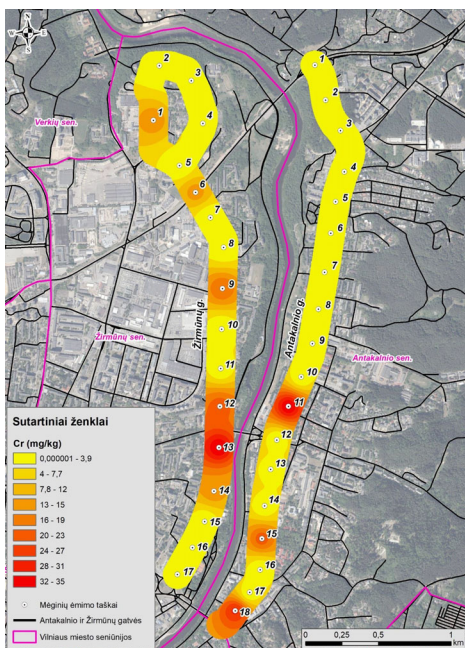


6 paveikslas. Antakalnio ir Žirmūnų gatvės sąšlavose esančios Zn koncentracijos skirtinguose gatvių taškuose

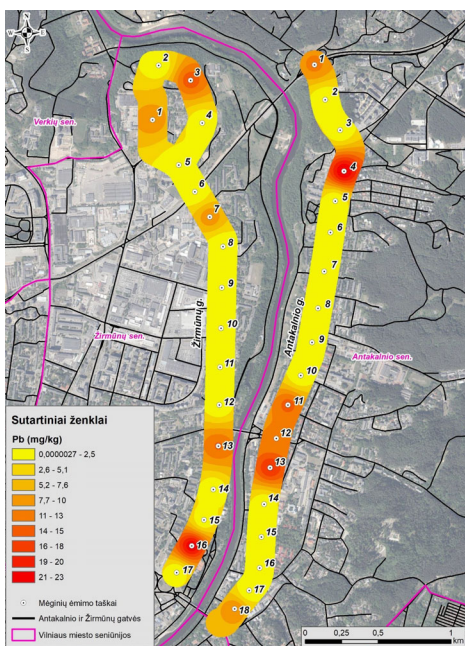


7 paveikslas. Antakalnio ir Žirmūnų gatvės sąšlavose esančios Cu koncentracijos skirtinguose gatvių taškuose

Žirmūnų gatvės sąšlavose apie 50 % taškų nebuvo aptiktos Cr ir Pb koncentracijos. Didžiausia Cr koncentracija aptikta 13-tame taške – 46,2 mg/kg, kuris yra prie Šilo tilto. Pb 16-tame taške – 22,13 mg/kg, kuris yra paimtas šalia Tuskulėnų parko perėjos (8 ir 9 paveikslai).



8 paveikslas. Antakalnio ir Žirmūnų gatvės sąšlavose esančios Cr koncentracijos skirtinguose gatvių taškuose



9 paveikslas. Antakalnio ir Žirmūnų gatvės sąšlavose esančios Pb koncentracijos skirtinguose gatvių taškuose

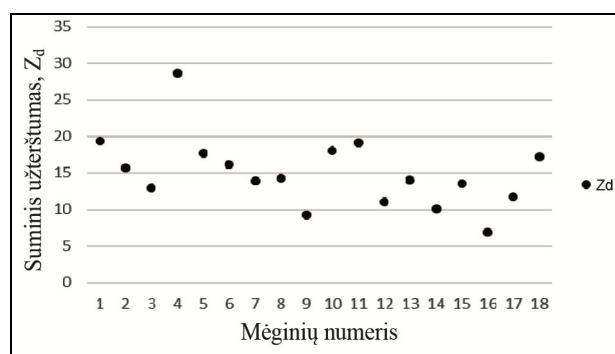
Tam tikruose gatvių taškuose aptiktos didesnės Cu, Zn, Cr ir Pb koncentracijos leistų darytiprielaidą, kad jie daugiausia kaupiasi prie sankryžų ir prie perėjų, nes šiose kelio dalyse automobiliai stabdo (sumažina greitį arba sustoja), o tai palanki sąlyga sunkiesiems metalams iš vidaus degimo variklių, stabdžių kaladėlių, sankabos, katalizinio konverterio susidėvėjimas ar kt. išsiskirti. Taip pat kelio dangos komponentų susidėvėjimas (Adamiec ir kt., 2016). Pavyzdžiui, Hjortenkrans ir kiti Švedijos

„Kalmar“ universiteto mokslininkai (2007) atliko detalią padangų nusidėvėjimo analizę ir nustatė, kad tokių sunkiųjų metalų (Zn, Cr, Cu, ir Pb), išsiskyrimas į aplinką yra susijęs su padangų nusidėvėjimu. Ir didžiausios koncentracijos dėl šio šaltinio yra cinko (Zn).

Kitas sąšlavose esančių sunkiųjų metalų šaltinis yra stabdžių sistemų susidėvėjimas. Greito stabdymo metu stabdžiai patiria didelę trintį, kuri perduodama į stabdžių diskus, tuomet sunkieji metalai ir kitos dalelės yra išmetamos į aplinką. Kaip ir buvo minėta, intensyvus stabdžių susidėvėjimas vyksta sankryžose, posūkiuose, prie šviestofojų ir priverstinio stabdymo metu (Adamiec ir kt., 2016).

Sunkiųjų metalų koncentracija gatvių sąšlavose skiriasi priklausomai nuo eismo ir kelio ypatybių, pvz., sankryžos, žiedinės sankryžos ir perėjos (Adamiec ir kt., 2016).

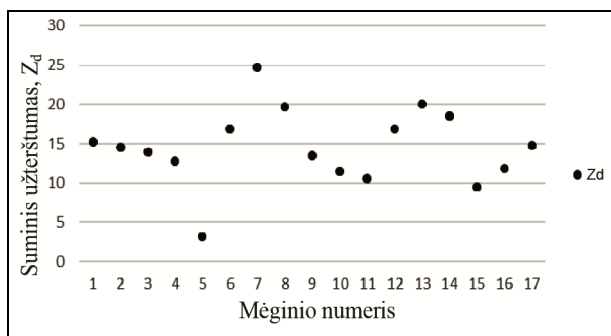
Antakalnio gatvės suminis užterštumas (Z_d), yra didžiausias 4-tame taške ($Z_d = 28,66$) ir jis labiausiai išsiskiria iš kitų taškų. Šis taškas paimtas šalia Nemenčinės žiedo. Kituose taškuose suminis užterštumas nesmarkiai svyruoja nuo 6 iki 20. Mažiausias suminis užterštumas pastebėtas 16-tame taške ($Z_d = 6,93$) (10 paveikslas).



10 paveikslas. Suminis sąšlavų užterštumas (Z_d) Antakalnio gatvėje

Žirmūnų gatvės sąšlavų suminis užterštumas didžiausias 7-tame taške ($Z_d = 24,69$), kuris yra šalia Žirmūnų g. – Kareivių g. sankryžos. Šioje gatvėje suminis užterštumas yra labiau kintantis. Pavyzdžiui 1-ame taške $Z_d = 15,24$, tuomet suminis užterštumas mažėja ir 5-tame taške jis yra mažiausias ($Z_d = 3,14$) (11 paveikslas).

Išanalizavus Žirmūnų ir Antakalnio gatvių atkarpų suminį užterštumą, matoma, kad didžiausias yra Antakalnio gatvės 4-tame taške ir pagal dirvožemio užterštumo laipsnį (HN 60:2004) yra priskiriamas prie II kategorijos – vidutinio pavojingumo (16–32). Žirmūnų gatvės 7-tas taškas ($Z_d = 24,69$) taip pat patenka į vidutinio pavojingumo ribas.

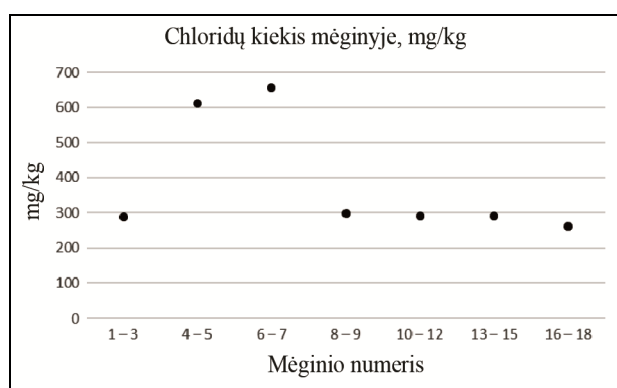


11 paveikslas. Suminis sąšlavų užterštumas (Z_d) Žirmūnų gatvėje

Antakalnio g. 7 taškai iš 18-ikos taškų, o Žirmūnų g. 6 taškai iš 17-ikos taškų patenka į vidutinio pavojingumo ribą (<16).

Chloridų kiekiui nustatyti buvo naudojami Antakalnio ir Žirmūnų gatvių sąšlavų mėginiai. Mėginiai buvo rinkti kovo mėnesį, esant minusinei temperatūrai. Taigi tikėtina, kad šiuose mėginiuose bus aptiktas tam tikras chloridų kiekis. Chloridams nustatyti pirmiausia reikia tam tikro medžiagos kiekio. Iš kiekvienos gatvės atskirai buvo taškai sujungti, kad būtų gautas reikiamas kiekis, tai yra po 50 gramų mėginiui. Antakalnio gatvėje viso mėginių skaičius chloridams nustatyti buvo 7 (mėginiai: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7), o Žirmūnų gatvėje – 6 (mėginiai: 8, 9, 10, 11, 12, 13).

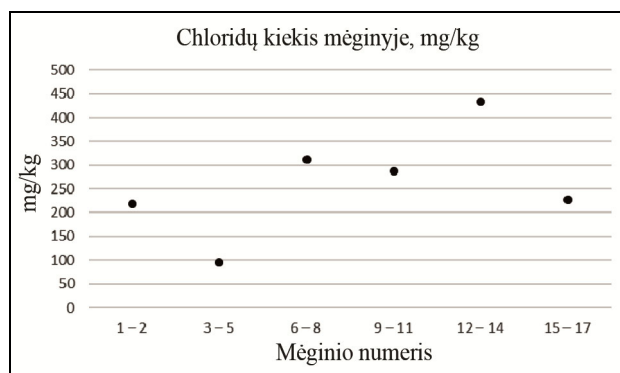
Antakalnio gatvėje 6 – mėginyje buvo aptiktas didžiausias chloridų kiekis – 655,17 mg/kg. Gatvės 1–3 ir 8–15 mėginiuose chloridų kiekis yra labai panašus ir daugiausiai siekia 297,80 mg/kg. Mažiausias kiekis aptiktas 16–18 mėginio – 261,64 mg/kg (12 paveikslas).



12 paveikslas. Chloridų kiekio nustatymas Antakalnio gatvės sąšlavų mėginiuose

Palyginti su Antakalnio gatve, Žirmūnų gatvės mėginiuose chloridų kiekis pasiskirstęs netolygiai. Didžiausias chloridų kiekis aptiktas 12–14 mėginyje – 433,94 mg/kg. Gatvės 6–8 ir 9–11 mėginiuose chloridų kiekis yra panašus. Mažiausias kiekis aptiktas 3–5 mėgi-

nyje – 95,72 mg/kg. Pažymėtina, kad tai yra mažiausias aptiktas chloridų kiekis lyginant abi gatves (13 paveikslas).



13 paveikslas. Chloridų kiekio nustatymas Žirmūnų gatvės mėginiuose

Palyginus abi gatves, galima teigti, kad didesnis chloridų kiekis yra Antakalnio gatvėje. Taip gali būti todėl, kad Antakalnio gatvė dar nebuvo pakankamai išvalyta, t. y. renkant mėginius, gatvės pakraščiuose buvo sukauptos sąšlavų krūvelės, o Žirmūnų gatvėje jų nebuvo.

Išvados

1. Sąšlavose esančių teršalų kiekis gali priklausyti nuo sąšlavų eismo intensyvumo, klimato sąlygų, geografinės padėties, gatvelių ir kelių valymo sąlygų ir t. t.
2. Antakalnio ir Žirmūnų gatvių sąšlavose nustatyti didžiausi kiekiai sunkiųjų metalų: Zn, Cu, Pb, Cr, kurie atsiranda iš antropogeninių taršos šaltinių. Antakalnio gatvės Zn koncentracija didžiausia 1-ame (231,93 mg/kg) ir 4-tame (227,44 mg/kg) taškuose. Mažiausios koncentracijos Zn ir Cu aptiktos 16-tame taške (Zn – 74,62 mg/kg; Cu – 41 mg/kg). Palyginus abiejų gatvių sąšlavų tyrimo rezultatus nustatyta, kad Zn ir Cu koncentracijos mažesnės Žirmūnų gatvėje. Chromas (Cr) ir švinas (Pb) koncentracijos tiek Antakalnio, tiek Žirmūnų gatvėje ne visuose taškuose buvo aptiktos. Vertinant abiejų gatvių sąšlavų tyrimo rezultatus taip pat nustatyta, kad didžiausia Cr koncentracija, yra Žirmūnų 13-tame taške (46,2 mg/kg).
3. Suminis užterštumas Antakalnio gatvėje didžiausias 4-tame taške (Zd = 28,66), o Žirmūnų gatvės 7-tame taške (Zd = 24,69). Toks suminis užterštumas prilyginamas II kategorijai – vidutiniam pavojingumui (16–32). Pastebėta, kad didžiausias suminis užterštumas vyrauja gatvių sankryžose ir prie perėjų, kur automobiliai sustoja ir važiuoja lėčiau.

4. Didžiausias chloridų kiekis Antakalnio gatvėje nustatytas 3 mėginyje – 655,17 mg/kg, o Žirmūnų gatvės 12-ame mėginyje – 433,94 mg/kg. Didesnis chloridų kiekis vyrauja Antakalnio gatvėje.

Literatūra

- Adamic, E., Jarosz-Krzeminska, E., & Wieszala, R. (2016). Heavy metals from non-exhaust vehicle emissions in urban and motorway road dusts. *Environmental Monitoring and Assessment*, 188, 369. <https://doi.org/10.1007/s10661-016-5377-1>
- Brinkmann, R., & Tobin, G. (2001). *Urban sediment removal: the science, policy, and management of street sweeping*. New York: Kluwer Academic. <https://doi.org/10.1007/978-1-4615-1515-9>
- Hecnar, S. J., & Sanzo D. (2005). Effects of road de-icing salt (NaCl) on larval wood frogs (*Rana sylvatica*). *Environmental Pollution*, 140(2), 247–256. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2005.07.013>
- Hjortenkrans, D. S. T., Bergback, B. G., & Haggerud, A. V. (2007). Metal emissions from brake linings and tires: Case studies of Stockholm, Sweden 1995/1998 and 2005. *Environmental Science & Technology*, 41(15), 5224–5230. <https://doi.org/10.1021/es070198o>
- Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija. (2004). Lietuvos Respublikos aplinkos ministro įsakymas „Dėl Lietuvos Respublikos aplinkos apsaugos normatyvinio dokumento LAND 63-2004 patvirtinimo“. 2004 m. gruodžio 30 d. Nr. D1-713, Vilnius.
- Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministerija. (2004). Lietuvos respublikos sveikatos apsaugos ministro įsakymas „Dėl Lietuvos Higienos Normos HN 60:2004 „Pavojingų cheminių medžiagų didžiausios leidžiamos koncentracijos dirvožemyje“ patvirtinimo“. 2004 m. kovo 8 d. Nr. V-114, Vilnius.
- Patrick, D., Murray, T., Cohen, B., & Paiewonsky, L. (2007). *Street sweeping reuse at masshighway – barriers, economics, and opportunities*. University of Massachusetts Transportation Center.

Raulinaitis, M. (2012). *Effects of hidromechanical lake remediation on distribution of metals and metalloids in Bottom Sediments*.

Rochfort, Q., Exall, K., P'ng, J., Shi, V., Stevanovic-Briatico, V., Kok, S., & Marsalek, J. (2009). Street sweeping as a method of source control for urban stormwater pollution. *Water Quality Research Journal*, 44(1), 48–58. <https://doi.org/10.2166/wqrj.2009.006>

VĮ Lietuvos automobilių kelių direkcija. (2013). Lietuvos automobilių kelių direkcijos prie Susisiekimo ministerijos direktoriaus 2013 m. birželio 6 d. įsakymas Nr. V-235 „Dėl Medžiagų, skirtų kelių priežiūrai žiemą, techninių reikalavimų aprašo TRA MPŽ 13 patvirtinimo“.

RESEARCH AND EVALUATION OF VILNIUS CITY STREETS SWEEPINGS

L. Bikelytė, E. Marčiulaitienė, V. Valskys

Summary

The concentration of heavy metals and chloride amounts in the sweepings of Antakalnis and Žirmūnų streets are analyzed. Investigations were carried out using an X-ray fluorescence spectrometer Niton XL2 and a method LAND 63 –2004 for determination of chloride content was used. Heavy metals (Zn, Cu, Cr, Pb, Cd, Co) were detected in Antakalnis and Žirmūnų streets which are then analyzed. Research data, total contamination of heavy metals in street sweepings (Zd) are presented and discussed. The total pollution in Antakalnio Street is highest at 4th point (Zd = 28.66) and at 7th in Žirmūnų Street (Zd = 24.69). Such total contamination is comparable to Category II – moderate hazard (16–32). The results also showed that higher concentrations of heavy metals are due to anthropogenic pollution: vehicle parts depletion, transport intensity and other sources. The amount of chloride in the collected sweepings is not high. The highest chloride content in Antakalnio street was found in sample 3 – 655.17 mg/kg and in sample 12 in Žirmūnų street – 433.94 mg/kg. Higher chloride content is predominant in Antakalnis Street. The studies presented can help to assess the amount of pollutants and environmental impact of urban sweepings.

Keywords: sweepings, street sweepings, heavy metals, chlorides, concentration, anthropogenic pollution.