



Vilniaus universitetas
Gamtos mokslų fakultetas
Geologijos ir mineralogijos katedra

SUNKIEJI METALAI VILNIAUS MIESTO SPORTO AIKŠČIŲ GRUNTE

Magistrinis darbas

Geologijos magistro studijų programos
II kurso studento
DONATO AZARAVIČIAUS

Darbo vadovai
Doc. Dr. Donatas Kaminskas
Dr. Ričardas Taraškevičius

Vilnius, 2010

TURINYS

ĮVADAS	3
1. Tyrimų metodika	5
1.1 Tirti aikštynai.....	5
1.2 Mėginių paėmimas	6
1.3 Analitiniai tyrimai	6
1.4 Geohigieninis vertinimas.....	7
1.5 Grunto užterštumo laipsnio vertinimas	8
1.6 Granulimetrinė analizė	9
2. Skirtingais tyrimo metodais gautų duomenų palyginimas	10
3. Grunto tipas	13
3.1 Pagal granulimetrinius duomenys	13
3.2 Pagal Vilniaus miesto kvartero geologinio žemėlapiu duomenys.....	14
4. Sunkieji metalai Vilniaus miesto sporto aikščių grunte	17
4.1 Foniniai sunkiųjų metalų kiekiai grunte	17
4.1.1 Foniniai kiekiai pagal granulimetriją suklasifikuotame grunte	17
4.1.2 Foniniai kiekiai pagal kvartero geologinio žemėlapiu duomenis suskirstytą gruntą...18	
4.2 Geohigieninis vertinimas.....	18
4.3 Ekogeocheminis vertinimas.....	21
5. Tyrimo objektų būdingieji taršos bruožai.....	25
IŠVADOS.....	28
Literatūra	29
SANTRAUKA	30
SUMMARY	31

IVADAS

Vienas iš svarbiausių gyvenamosios aplinkos komponentų yra dirvožemis, ypač jo paviršinis sluoksnis. Jo sudėtis yra objektyvus gyvenamosios aplinkos geocheminio lauko rodiklis, kintantis dėl gamtinių ir technogeninių procesų. Ant grunto (dirvožemio) paviršiaus kaupiasi atmosferiniai teršalai ir įvairios išmetamos urbanogeninės veiklos atliekos. Susikaupę dirvožemyje teršalai neigiamai veikia jo struktūrą, vyksta jo biodegradacija, sunkėja sorbcinės savybės, didėja erozijos pavojus. Iš užteršto grunto teršalai išpustomi į pažemio oro sluoksnį, kaupiasi augmenijoje, migruoja į paviršinį ir požeminį vandenį, keldami potencialų pavojų sveikatai ir aplinkos kokybei.

Paviršinis grunto ar dirvožemio sluoksnis atspindi pažemio oro, kuriuo kvėpuojame, kokybę. Tai ypatingai svarbu tokiose vietose kaip stadionai, kur dėl aktyvios sportinės veiklos jis pakeliamas į pažemio oro sluoksnį ir per kvėpavimo takus patenka į žmogaus organizmą. Pagal Vilniaus dirvožemio dangos tyrimų rezultatus (Krasilsčikovas ir kt. 1988), susiejus juos su ikimokyklinio amžiaus vaikų sergamumo rodikliais, nustatyta, kad, esant jau bendram dirvožemio užterštumo sunkiaisiais metalais lygiui $Z_d > 16$, 4 – 6 metų vaikų bendras sergamumas padidėja 1,24 – 1,25 karto, atitinkamai padidėja ir kitos ligos.

Teršalai į gruntą patenka su atmosferinėmis iškritomis ir gamybinėmis–statybinėmis, transporto dilimo ir dujų, nuotekų bei buitinėmis atliekomis. Dauguma sunkiųjų metalų – švinas (Pb), chromas (Cr), varis (Cu), nikelis (Ni), cinkas (Zn), kobaltas (Co), vanadis (V), molibdenas (Mo), manganas (Mn), sidabras (Ag), alavas (Sn) ir visa eilė kitų, pasižymi viena arba keliomis neigiamo poveikio sveikatai savybėmis: kancerogeniniu, mutageniniu, teratogeniniu, o taip pat ir gonado-, embrio-, nefro- arba neurotoksinu poveikiu. Ypač pavojingas metalų bendras – sinergetinis poveikis, kai kenksmingas poveikis realizuojamas jų koncentracijoms net neviršijant normatyvinių reikšmių.

Kadangi neretai naujų statybviečių aplinkoje senasis dirvožemio ar grunto sluoksnis yra rekultivuojamas atstatant jį ar net naujai formuojant, čia gali formotis naujos technogeninės anomalijos. Laikantis LAND 20-2005 reikalavimų, siekiant papildomais pavojingų teršalų kiekiais neviršyti jau esančio kiekio, jame turi būti tiriamas sunkiųjų metalų kiekis („NUOTEKŲ DUMBLO NAUDOJIMO TRĘŠIMUI BEI REKULTIVAVIMUI REIKALAVIMAI“ LAND 20-2005).

Stadionai dėl savo lygaus paviršiaus labai gerai kaupia visus teršalus ir jie dažniausiai pasiskirsto tolygiai visame teritorijos paviršiuje, nes vandens srautai lygiame

paviršiuje teka tolygiai ir nesusikaupia žemumose. Dažnai tvarkant stadionus, jų paviršius yra tik nulyginamas, o ne pakeičiamas, todėl jame galima aptikti ilgalaikės taršos pėdsakus.

Šio darbo tikslas – nustatyti sunkiųjų metalų Vilniaus miesto aikštynų grunte pasiskirstymo ypatumus. Vilnius yra vienas iš didžiausių Lietuvos miestų, dėl to jame labai gerai išvystyta pramonė ir gausus automobilių srautas, kurie labiausiai teršia aplinką. Kai kurie Vilniaus miesto rajonai yra labai seni, todėl per daugelį dešimtmečių ir šimtmečių juose galėjo susikaupti dideli buitinių atliekų taršos kiekiai. Sunkiųjų cheminių elementų kiekiai grunte taip pat gali priklausyti ir nuo jo granulimetrinės sudėties.

Todėl, siekiant įgyvendinti iškeltą darbo tikslą, suformuluoti keturi darbo uždaviniai:

- 1) Nustatyti tirtų Vilniaus miesto stadionų grunto granulimetrinę sudėtį;
- 2) Atlikti Vilniaus miesto sporto aikščių geohigieninį ir ekogeocheminį vertinimą;
- 3) Įvertinti tarpusavio ryšius tarp nustatytų cheminių elementų;
- 4) Įvertinti taršos pobūdį.

Norėčiau padėkoti doc. Dr. Donatui Kaminskui ir Dr. Ričardui Taraškevičiui už suteiktą geocheminę informaciją ir patarimus, rašant magistrinį darbą, Dr. Rimantei Guobytei už suteiktą Vilniaus miesto kvartero ir geomorfologinę informaciją, Dr. Ginučiui Juozapavičiui už leidimą naudotis UAB „GJ MAGMA“ laboratorija, atliekant mėginių granulimetrinę analizę.

1. Tyrimų metodika

1.1 Tirti aikštynai

2007 metais buvo surinkti 52 grunto mėginiai iš įvairių Vilniaus miesto stadionų ir sporto aikštynų (1.1 lentelė).

1.1 lentelė. Tyrimų vietos: numeris (žemėlapyje) ir vietos pavadinimas

Eilės Nr.	Vieta, pavadinimas	Eilės Nr.	Vieta, pavadinimas
1	Užusienio g. stad.	27	Pilaitės vid. m-los stad.
2	Salininkų m-los stad.	28	M. Mažvydo vid. m-los stad.
3	Aerouosto stad.	29	Platiniškių stad.
4	Naujininkų vid. m-los stad.	30	"Žemynos" pagr. m-los stad.
5	"Juventos" gimn. stad.	31	Fabijoniškių vid. m-los stad.
6	Vid. m-los "Jaunimo namai" stad.	32	A. Kulviečio vid. m-los stad.
7	Bazilijonų g. stad.	33	Jeruzalės vid. m-los stad.
8	S.Neries m-los stad.	34	Jomanto parko stad.
9	Mindaugo vid. m-los stad.	35	"Žalgirio FK" tren. stad.
10	P.Vileišio pagr. m-los stad.	36	Vivulskio vid. m-los stad.
11	Gerosios Vilties vid. m-los stad.	37	J.Ivaškevičiaus jaun. m-la
12	VRM stad.	38	"Vilnios" pagr. m-los stad.
13	"Žalgirio" stad.	39	J.I.Kraševskio vid. m-los stad.
14	Blindžių g. stad.	40	Pramonės g. stad.
15	V. Sirokoslės vid. m-los stad.	41	Žaros vid. m-los stad.
16	"Vingio" stad.	42	Laisvės gimn. stad.
17	Šv. Kristoforo vid. m-los stad.	43	Dūmų g. stad.
18	Kalvarijų pagr. m-los stad.	44	"Vilnies" pagr. m-los stad.
19	P. Mašiotų prad. m-los stad.	45	Pavilnio pagr. m-los stad.
20	Senvagės vid. m-los stad.	46	Sausio 13-osios vid. m-los stad.
21	3 spec. internatinės m-los stad.	47	Lazdynų vid. m-los stad.
22	E. Pliaterytės pagr. m-los stad.	48	"Panerio" stad.
23	Baltupių vid. m-los stad.	49	"Spindulio" pagr. m-los stad.
24	Žygimanto Augusto pagr. m-los stad.	50	"Ryto" vid. m-los stad.
25	S. Stanevičiaus vid. m-la	51	Bukčių stad.
26	L. Karsavino vid. m-los stad.	52	Kibirkšties g. stad.

Dirvožemio ir grunto mėginių koordinatės, apskaičiuotos panaudojant GIS technologijas, pateiktos 1.2 lentelėje ir Vilniaus miesto tirtų stadionų žemėlapyje.

1.2 lentelė. Tyrimų vietų koordinatės.

Eilės Nr.	X	Y	Eilės Nr.	X	Y
1	580388	6055994	27	576106	6063573
2	581349	6053513	28	576065	6063854
3	582577	6055952	29	572359	6063554
4	581785	6058872	30	579404	6066424
5	582225	6059172	31	579822	6066943
6	582989	6059172	32	579685	6067623
7	583078	6060556	33	582148	6068476
8	582696	6061347	34	581671	6067241
9	581999	6060979	35	585434	6064367
10	584223	6061486	36	583588	6064032
11	580699	6060204	37	579470	6063806
12	583788	6062273	38	591011	6063492
13	583173	6062655	39	591721	6063471
14	579905	6062834	40	591546	6062864
15	581790	6063687	41	592159	6062195
16	579321	6061725	42	591502	6062464
17	583096	6063406	43	590576	6062658
18	582816	6063973	44	588049	6060249
19	584330	6065094	45	587454	6060167
20	582505	6064685	46	578474	6061564
21	583120	6066090	47	578092	6060568
22	584122	6066406	48	578224	6059345
23	581957	6066847	49	577712	6062395
24	580812	6065064	50	577919	6062726
25	581080	6065983	51	577836	6057908
26	578719	6063788	52	576518	6056011

1.2 Mėginių paėmimas

Grunto ėminiai imti iš paviršinio (~10 cm gylio) sluoksnio iš viso sporto aikštės ploto, t.y. vieną ėminį sudarė keletas subėminių (apie 10-15). Surinkti submėginiai buvo sumaišomi plastikiniame kibire ir iš jo paimamas ėminys apie 1 kg, kuris įdėtas į plastikinį maišelį.

1.3 Analitiniai tyrimai

Ag, B, Ba, Co, Cr, Cu, Mn, Mo, Ni, Pb, Sn, V ir Zn kiekiai buvo nustatyti optinės atominės emisinės spektrofotometrinės analizės metodu Geologijos ir geografijos instituto spektrinių tyrimų laboratorijoje.

2010 metais atlikti papildomi Cu, Pb ir Zn kiekių matavimai 49 mėginiuose. Pastarieji elementai nustatyti rentgeno fluorescencine analize (RFA), naudojantis Gamtos tyrimų centro Geologijos ir geografijos institute esančiu prietaisu „SPECTRO XEPOS“.

1.4 Geohigieninis vertinimas

Svarbus dirvožemio užterštumo cheminėmis medžiagomis vertinimo rodiklis yra pavojingų medžiagų didžiausia leidžiama koncentracija (DLK) dirvožemyje. Kuo didesnė cheminės medžiagos koncentracija (C_i) (mg/kg), nustatyta tiriamame dirvožemyje, už DLK (mg/kg), tuo didesnis dirvožemio užterštumo laipsnis.

Lyginant cheminės medžiagos koncentraciją dirvožemyje su DLK, nustatomas dirvožemio užterštumo šia medžiaga pavojingumo koeficientas K_0 , kuris išreiškiamas santykiu:

$$K_0 = C_i / DLK \quad (1.1)$$

C_i – cheminės medžiagos koncentracija tiriamame grunto mėginyje (mg/kg), DLK – cheminės medžiagos didžiausia leistina koncentracija grunte (mg/kg).

Užterštumo pavojingumo koeficientas K_0 paskaičiuotas šiems elementams: Ag, B, Ba, Co, Cr, Cu, Mn, Mo, Ni, Pb, Sn, V ir Zn. Vertinimas atliktas naudojantis 1.1 formule.

Pagal K_0 reikšmę atliekamas grunto užterštumo pavojingumo laipsnio įvertinimas:

1.3 lentelė. Dirvožemio užterštumo chemine medžiaga pavojingumo įvertinimas pagal koeficientą K_0 (Lietuvos higienos normos HN 60:2004 2 priedas)

K_0	Dirvožemio užterštumo pavojingumo laipsnis
$K_0 \leq 1$	Leistinas
$1 < K_0 \leq 3$	Vidutinio pavojingumo
$3 < K_0 \leq 10$	Pavojingas
$K_0 > 10$	Ypač pavojingas

Šiame darbe analizuotų cheminių elementų DLK pagal higienos normą HN 60:2004 yra parodyta žemiau.

Cheminis elementas	Ag	B	Ba	Co	Cr	Cu	Mn	Mo	Ni	Pb	Sn	V	Zn
DLK pagal HN 60:2004, mg/kg	2	50	600	30	100	100	1500	5	75	100	10	150	300

1.5 Grunto užterštumo laipsnio vertinimas

Grunto užterštumo laipsniui vertinti naudotas cheminio elemento koncentracijos koeficientas (K_k):

$$K_k = C_i / C_f \quad (1.2)$$

C_i – cheminės medžiagos koncentracija tiriamame grunto mėginyje (mg/kg), C_f – foninis cheminio elemento kiekis tiriamame grunto mėginyje (mg/kg).

Foniniai kiekiai buvo apskaičiuoti pagal R. Zinkutės pateiktą metodologiją (Zinkutė, 2002). Kadangi cheminių elementų koncentracijos dirvožemyje pasiskirsčiusios pagal lognormalųjį dėsnį, apie 95% mėginių patenka į intervalą ($Y - 2S_y$, $Y + 2S_y$), kur Y – apskaičiuotas vidurkis, o S apskaičiuotas standartinis nuokrypis atsitiktinio kintamojo $Y = \ln(X)$. Cheminių elementų koncentracijų logaritmai, esantys už šių ribų, yra priskiriami anomalijoms ir yra pašalinami. Naujai gautas duomenų masyvas vėl yra perskaičiuojamas pagal tą patį principą, iš naujo masyvo surandant naujus Y ir S_y ir vėl pašalinant reikšmes, esančias už intervalo ribų. Tai kartojama šešis kartus. Atlikus šiuos veiksmus, gauname duomenų masyvą, kuris labiau atitinka lognormalųjį pasiskirstymo dėsnį. Todėl iš šio duomenų masyvo galime apskaičiuoti labiau statistiškai patikimus cheminių elementų foninius kiekius.

Jeigu dirvožemis yra užterštas ne viena chemine medžiaga arba cheminiu elementu (metalu), bet keliais, tuomet jo užterštumo laipsnis yra vertinamas pagal suminį užterštumo rodiklį Z_d :

$$Z_d = \sum K_k - (n - 1), \quad (1.3)$$

n – cheminių elementų skaičius, K_k – koncentracijos koeficientai.

Grunto užterštumo kategorija – laipsnis yra įvertinama pagal HN 60:2004 pateiktą 1 priedą ir cheminių elementų koncentracijų koeficientų K_k sumą.

1.4 lentelė. Dirvožemio užterštumo laipsnio įvertinimas pagal suminį užterštumo rodiklį Z_d (Lietuvos higienos normos HN 60:2004 2 priedas)

Z_d	Užterštumo kategorija -laipsnis
$Z_d \leq 16$	Leistinas
$16 < Z_d \leq 32$	Vidutinio pavojingumo
$32 < Z_d \leq 128$	Pavojingas
$Z_d > 128$	Ypač pavojingas

Sugretinus abu rodiklius – K_0 ir Z_d , pagal didesnįjį vieno iš jų pavojingumo laipsnį yra nustatomas ir įvardijamas **bendras grunto užterštumo pavojingumo laipsnis**.

Cheminių elementų pasiskirstymo parametrai yra įvertinti pasitelkus programą „OpenOffice - CALC“, žemėlapiui sudaryti programa „AutoCAD Civil 3D 2010“.

1.6 Granulimetrinė analizė

Granulimetrinė analizė buvo atlikta Retsch firmos vibrokratytuvu ir jos gamybos sietais, kvadratinių akelių sietų rinkiniu: 2, 1, 0.5, 0.25, 0.125, 0.063 mm. Granulimetrinė analizė buvo atlikta UAB „GJ MAGMA“ laboratorijoje. Buvo priimta, kad >1 mm grūdėliai yra itin stambiagrūdžiai, 1 – 0,5 mm – stambiagrūdžiai, 0,5 – 0,25 – vidutingrūdžiai, 0,25 – 0,125 mm – smulkiagrūdžiai, 0,125 – 0,063 mm labai smulkiagrūdžiai smėliai, o < 0,063 mm – molinga frakcija.

Gruntui pavadinimas suteiktas pagal molingos frakcijos ir pagal vyraujančios smėlio frakcijos kiekį (1.5 lentelė).

1.5 lentelė. Grunto klasifikacija pagal granulimetrinę sudėtį.

Kiekis %	Pavadinimas
Frakcija < 0.063 mm	
< 3	Gerai praplautas
3 - 5	Nemolingas
5 - 10	Turintis nedaug molingų-aleuritingų dalelių
10 - 15	Turintis daug molingų-aleuritingų dalelių
15 - 30	Molingas-aleuritingas
> 30	Priesmėlis arba aleuritas
Pagal vyraujančią smėlio frakciją	
> 60	Smėlis labai gerai išrūšiuotas (nurodyti frakciją)
50 - 60	Smėlis gerai išrūšiuotas (nurodyti frakciją)
40 - 50	Smėlis įvairus, vyrauja (nurodyti frakciją)
30 - 40	Smėlis įvairus, nežymiai vyrauja (nurodyti frakciją)
< 30	Smėlis įvairus

Nurodyti frakciją - itin stambus, stambus, vidutinis, smulkus, labai smulkus

2. Skirtingais tyrimo metodais gautų duomenų palyginimas

Palyginus optinės atominės emisinės spektrofotometrinės analizės ir RFA metodu gautus Cu, Pb, ir Zn kiekius, pastebėta, kad Cu kiekiai skiriasi nuo 0,8 iki 2,6, vidutiniškai – 1,6 karto, Pb – nuo 0,5 iki 2,4, vidutiniškai – 1,5 karto, o Zn – nuo 0,3 iki 5,2, vidutiniškai – 1,7 karto. Palyginimo duomenys pateikti 2.1 lentelėje.

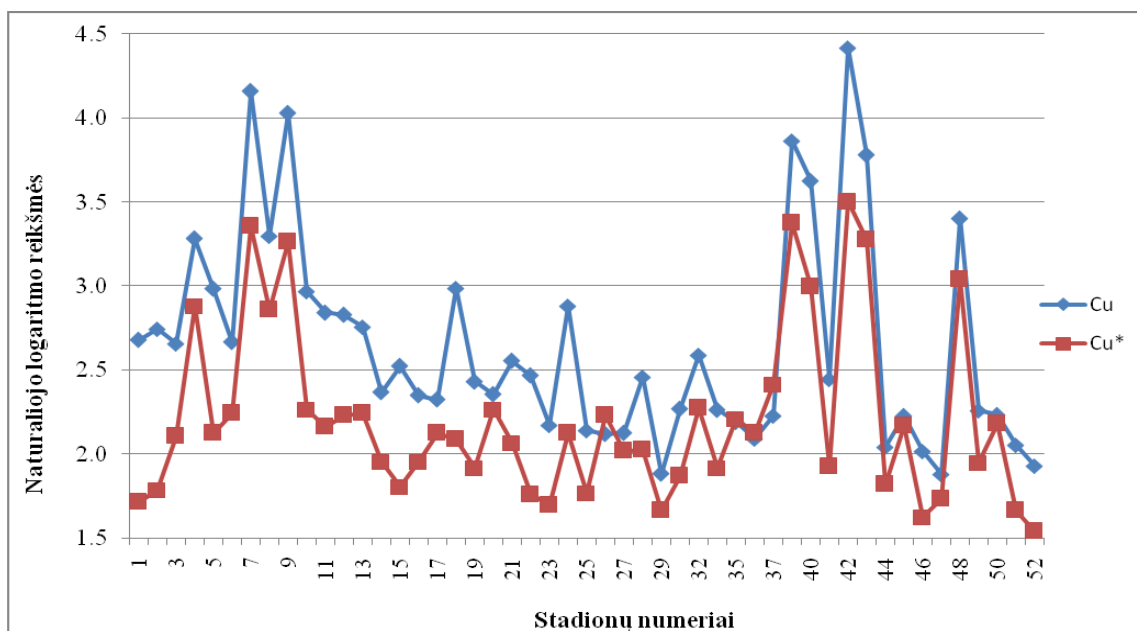
2.1 lentelė. Optinės atominės emisinės spektrofotometrinės analizės metodu ir RFA metodu gautų rezultatų palyginimas

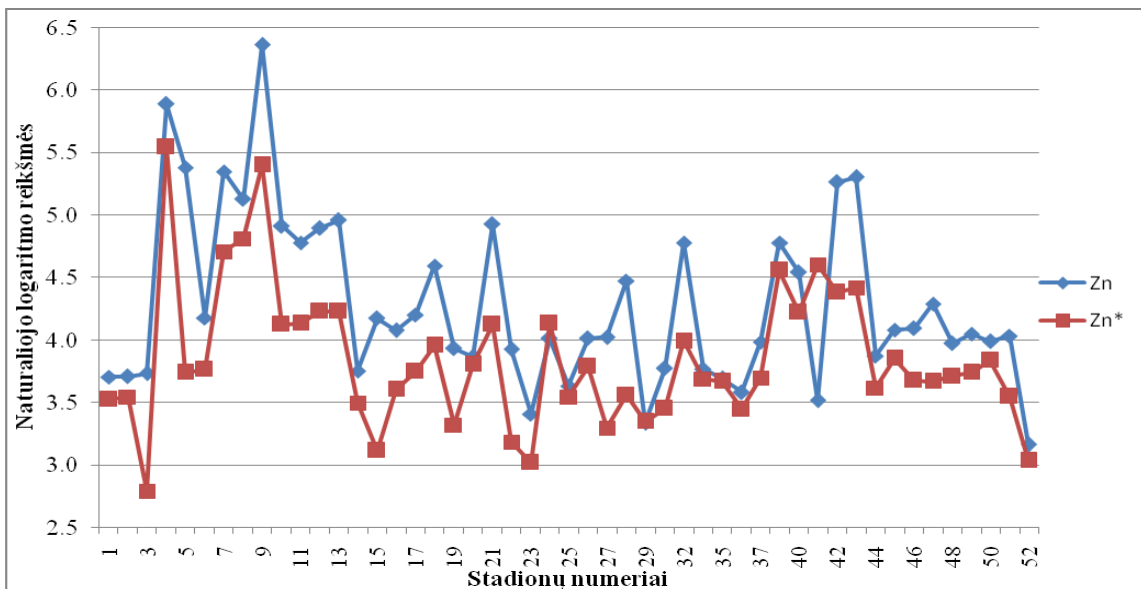
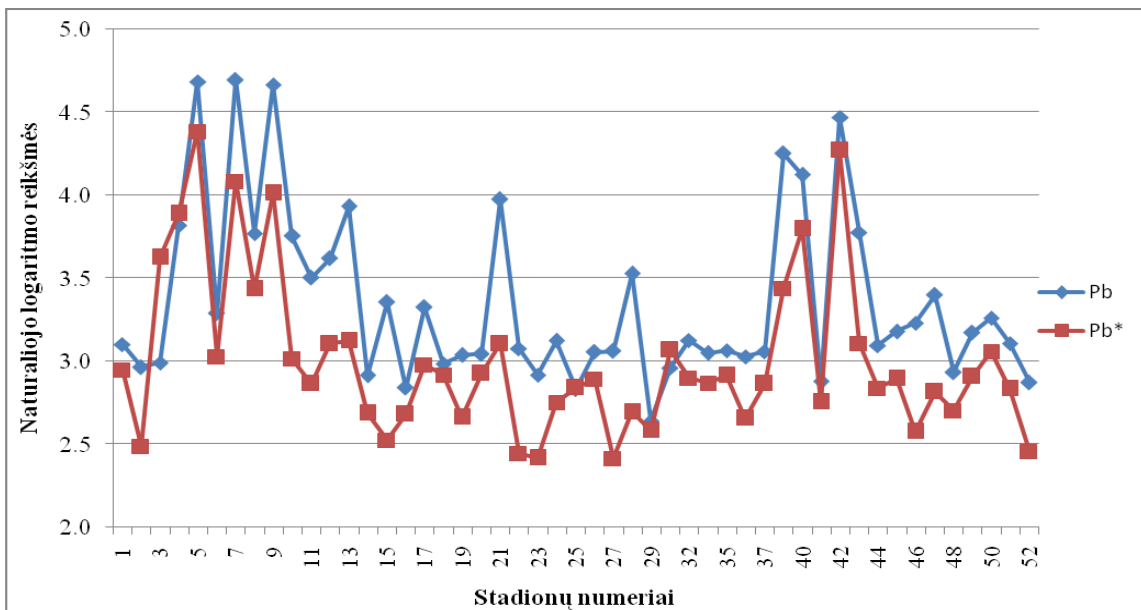
Parametras	Koncentracijos, mg/kg (Ci)						Skirtumas kartais		
	Cu*	Cu**	Pb*	Pb**	Zn*	Zn**	Cu	Pb	Zn
Mažiausia reikšmė	6,5	4,7	14,0	11,2	23,6	16,3	0,8	0,5	0,3
Didžiausia reikšmė	82,7	33,1	109,5	80,1	580,0	255,7	2,6	2,4	5,2
Vidurkis	17,9	10,6	33,9	23,2	95,6	56,1	1,6	1,5	1,7
Mediana	11,7	8,4	22,7	18,1	57,4	42,0	1,5	1,4	1,5
Standartinis nuokrypis	15,9	7,1	24,2	15,4	95,9	44,7	0,5	0,4	0,7
Variacijos koeficientas, %	88,9	67,2	71,4	66,4	100,3	79,7	28,1	28,5	43,8

* - Optinės atominės emisinės spektrofotometrinės analizės metodu gauti rezultatai;

** - RFA metodu gauti rezultatai.

Šie duomenys rodo, kad kiekiai gali skirtis labai ženkliai, bet dažniausiai jie kinta apie 1,5 karto. Šie duomenys neparodo, kaip kiekiai kinta vienas kito atžvilgiu. Todėl buvo sudaryti šių cheminių elementų kiekių logaritmų kitimo grafikai. Pastebėta, kad RFA metodu gauti cheminių elementų kiekiai yra mažesni nei optinės atominės emisinės spektrofotometrinės analizės (AES) metodu nustatytieji. Bet jie kinta labai panašiai (2.1 pav.).

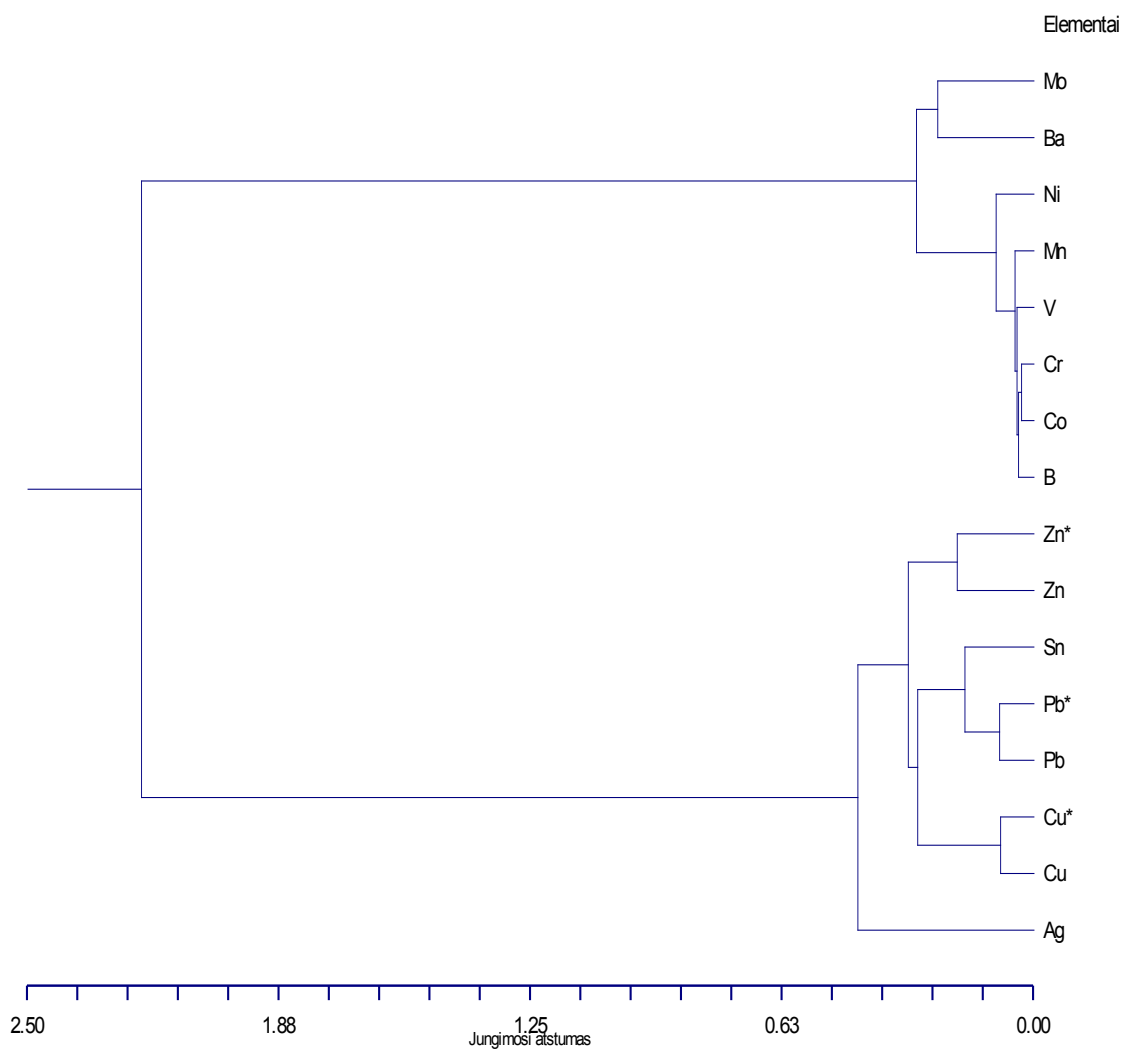




2.1 pav. Cu, Pb ir Zn kiekių, nustatytų skirtingais analitiniais metodais, palyginimas.

Norint įvertinti, ar analitinės paklaidos gali turėti įtakos cheminių elementų tarpusavio ryšiams, buvo atlikta klasterinė analizė naudojant Wardo metodą ir Euklidinį atstumų tarp cheminių elementų matą (nes naudota statistikos programa neturėjo Pirsono koreliacijos koeficiento). Buvo naudoti ne logaritmuoti duomenys. Iš pateiktos žemiau dendrogramos matyti, kad abiem metodais gauti Pb, Zn ir Cu kiekiai ryšio tarp elementų nekeičia (2.2 pav.).

Dendrograma



1.2 pav. Cheminių elementų ryšio klasterinės analizės dendrograma. * - RFA metodu nustatyti Pb, Cu ir Zn kiekiai.

3. Grunto tipas

3.1 Pagal granulimetrinius duomenis

Ankstesniais tyrimais nustatyta, kad cheminių elementų kaupimasis grunte priklauso nuo grunto granulimetrinės sudėties. Pagal tai higienos normoje HN 60:2004 yra pateiktos dvi cheminių elementų foninių kiekių reikšmės: smėlio ir priesmėlio dirvožemyje, priemolio ir molio dirvožemyje. Tam, kad galima būtų tiksliau nustatyti užterštumo koeficientą, bei patikrinti teoriją, kad cheminių elementų koncentracijos priklauso nuo granulimetrijos, buvo atlikta tirtų stadionų grunto granulimetrinė analizė. Stadionų sąrašas ir jų grunto pavadinimai pagal granulimetrinius duomenis yra parodyti 3.1 lentelėje.

3.1 lentelė. Tirtų stadionų grunto pavadinimai pagal granulimetrinius duomenys.

Eilės Nr	Vieta, pavadinimas	Frakcija < 0,063 mm	Pagal vyraujančia smėlio frakcija
2	Salininkų m-los stad.	Molingas-aleuritingas	Smėlis įvairus, nežymiai vyrauja labai smulkus
3	Aerouosto stad.	Turintys daug molingų aleuritingų dalelių	Smėlis įvairus
4	Naujininkų vid. m-los stad.	Gerai praplautas	Smėlis įvairus, vyrauja vidutinis
5	"Juventos" gimn. stad.	Turintys nedaug molingų-aleuritingų dalelių	Smėlis įvairus, nežymiai vyrauja vidutinis
6	Vid. m-los "Jaunimo namai" stad.	Gerai praplautas	Smėlis gerai išrūšiuotas, vidutinis
7	Bazilijonų g. stad.	Gerai praplautas	Smėlis įvairus, vyrauja vidutinis
8	S.Neries m-los stad.	Gerai praplautas	Smėlis įvairus, nežymiai vyrauja itin stambus ir vidutinis
9	Mindaugo vid. m-los stad.	Nemolingas	Smėlis labai gerai išrūšiuotas, vidutinis
11	Gerosios Vilties vid. m-los stad.	Gerai praplautas	Smėlis įvairus
12	VRM stad.	Gerai praplautas	Smėlis gerai išrūšiuotas, vidutinis
14	Blindžių g. stad.	Gerai praplautas	Smėlis įvairus, vyrauja vidutinis
15	V. Sirokoslės vid. m-los stad.	Turintys nedaug molingų-aleuritingų dalelių	Smėlis įvairus, vyrauja vidutinis
16	"Vingio" stad.	Turintys daug molingų aleuritingų dalelių	Smėlis įvairus
17	Šv. Kristoforo vid. m-los stad.	Gerai praplautas	Smėlis įvairus, vyrauja smulkus
18	Kalvarijų pagr. m-los stad.	Turintys daug molingų aleuritingų dalelių	Smėlis įvairus, nežymiai vyrauja itin stambus
20	Senvagės vid. m-los stad.	Gerai praplautas	Smėlis įvairus, vyrauja iti stambus

3.1 lentelės tęsinys.

Eilės Nr	Vieta, pavadinimas	Frakcija < 0,063 mm	Pagal vyraujančia smėlio frakcija
22	E. Pliaterytės pagr. m-los stad.	Turintys nedaug molių-aleuritingų dalelių	Smėlis įvairus
23	Baltupių vid. m-los stad.	Turintys nedaug molių-aleuritingų dalelių	Smėlis įvairus, nežymiai vyrauja labai smulkus
24	Žygimanto Augusto pagr. m-los stad.	Molingas-aleuritingas	Smėlis įvairus, vyrauja itin stambus
27	Pilaitės vid. m-los stad.	Turintys nedaug molių-aleuritingų dalelių	Smėlis įvairus, nežymiai vyrauja vidutinis
29	Platiniškių stad.	Turintys nedaug molių-aleuritingų dalelių	Smėlis įvairus
30	"Žemynos" pagr. m-los stad.	Turintys daug molių-aleuritingų dalelių	Smėlis įvairus, vyrauja labai smulkus
31	Fabijoniskių vid. m-los stad.	Turintys nedaug molių-aleuritingų dalelių	Smėlis įvairus
34	Jomanto parko stad.	Gerai praplautas	Smėlis įvairus, vyrauja vidutinis
35	"Žalgirio FK" tren. stad.	Gerai praplautas	Smėlis gerai išrušiuotas, vidutinis
36	Vivulskio vid. m-los stad.	Gerai praplautas	Smėlis gerai išrušiuotas, vidutinis
37	J.Ivaškevičiaus jaun. m-la	Gerai praplautas	Smėlis įvairus, vyrauja smulkus
38	"Vilnios" pagr. m-los stad.	Turintys nedaug molių-aleuritingų dalelių	Smėlis įvairus, vyrauja itin stambus
41	Žaros vid. m-los stad.	Gerai praplautas	Smėlis gerai išrušiuotas, vidutinis
44	"Vilnies" pagr. m-los stad.	Gerai praplautas	Smėlis įvairus, nežymiai vyrauja itin stambus ir vidutinis
45	Pavilnio pagr. m-los stad.	Gerai praplautas	Smėlis įvairus, vyrauja vidutinis
47	Lazdynų vid. m-los stad.	Turintys nedaug molių-aleuritingų dalelių	Smėlis įvairus, nežymiai vyrauja itin stambus
48	"Panerio" stad.	Gerai praplautas	Smėlis labai gerai išrušiuotas, vidutinis
49	"Spindulio" pagr. m-los stad.	Priesmėlis arba priemolis	Smėlis įvairus
50	"Ryto" vid. m-los stad.	Molingas-aleuritingas	Smėlis įvairus
52	Kibirkšties g. stad.	Turintys nedaug molių-aleuritingų dalelių	Smėlis įvairus, nežymiai vyrauja vidutinis

3.2 Pagal Vilniaus miesto kvartero geologinio žemėlapiu duomenis

Bandant sieti cheminių elementų koncentracijos pasiskirstymus su uolienu tipais, negalima apsieiti ir be kvartero žinių, nes paviršinis žemės sluoksnis priklauso kvarterui. Todėl buvo nuspręsta palyginti kvartero uolienu pasiskirstymą su geocheminiais duomenimis. Visa informacija apie kvartero litologiją yra pateikta 3.2 lentelėje.

3.2 lentelė. Kvartero litologija tirtuose stadionuose

Eilės Nr.	Vieta, pavadinimas	Kvartero litologija
1	Užusienio g. stad.	įvairus molingas smėlis, priesmėlis
2	Salininkų m-los stad.	įvairus molingas smėlis, priesmėlis
3	Aerouosto stad.	moreninis priemolis, priesmėlis
4	Naujininkų vid. m-los stad.	įvairus molingas smėlis, priesmėlis
5	"Juventos" gimn. stad.	žvirgždingas smėlis
6	Vid. m-los "Jaunimo namai" stad.	įvairus molingas smėlis, priesmėlis
7	Bazilijonų g. stad.	smulkus smėlis
8	S.Neries m-los stad.	smulkus smėlis
9	Mindaugo vid. m-los stad.	smulkus smėlis
10	P.Vileišio pagr. m-los stad.	įvairus smėlis
11	Gerosios Vilties vid. m-los stad.	įvairus smėlis
12	VRM stad.	smulkus smėlis
13	"Žalgirio" stad.	smulkus smėlis
14	Blindžių g. stad.	įvairus smėlis
15	V. Sirokoslės vid. m-los stad.	smulkus smėlis
16	"Vingio" stad.	smulkus smėlis
17	Šv. Kristoforo vid. m-los stad.	įvairus smėlis
18	Kalvarijų pagr. m-los stad.	smėlis su žvirgždu
19	P. Mašiotų prad. m-los stad.	smėlis su žvirgždu
20	Senvagės vid. m-los stad.	smulkus smėlis
21	3 spec. internatinės m-los stad.	smulkus smėlis
22	E. Pliaterytės pagr. m-los stad.	smėlis su žvirgždu
23	Baltupių vid. m-los stad.	smėlis su žvirgždu
24	Žygimanto Augusto pagr. m-los stad.	įvairus smėlis
25	S. Stanevičiaus vid. m-los stad.	smulkus smėlis
26	L. Karsavino vid. m-los stad.	moreninis priemolis, priesmėlis
27	Pilaitės vid. m-los stad.	smėlis su žvirgždu
28	M. Mažvydo vid. m-los stad.	smėlis su žvirgždu
29	Platiniškių stad.	smulkutis smėlis
30	"Žemynos" pagr. m-los stad.	įvairus smėlis
31	Fabijoniškių vid. m-los stad.	įvairus smėlis
32	A. Kulviečio vid. m-los stad.	įvairus smėlis
33	Jeruzalės vid. m-los stad.	smėlis su žvirgždu
34	Jomanto parko stad.	smėlis su žvirgždu
35	"Žalgirio FK" tren. stad.	smulkus smėlis

3.2 lentelės tęsinys.

Eilės Nr.	Vieta, pavadinimas	Kvartero litologija
36	Vivulskio vid. m-los stad.	įvairus smėlis
37	J.Ivaškevičiaus jaun. m-la	įvairus smėlis
38	"Vilnios" pagr. m-los stad.	įvairus smėlis
39	J.I.Kraševskio vid. m-los stad.	smulkus smėlis
40	Pramonės g. stad.	įvairus smėlis
41	Žaros vid. m-los stad.	moreninis priemolis, priesmėlis
42	Laisvės gimn. stad.	įvairus smėlis
43	Dūmų g. stad.	smulkus smėlis
44	"Vilnies" pagr. m-los stad.	moreninis priemolis, priesmėlis
45	Pavilnio pagr. m-los stad.	įvairus smėlis
46	Sausio 13-osios vid. m-los stad.	molingas smėlis
47	Lazdynų vid. m-los stad.	smulkus smėlis
48	"Panerio" stad.	įvairus smėlis
49	"Spindulio" pagr. m-los stad.	smulkus smėlis
50	"Ryto" vid. m-los stad.	smulkus smėlis
51	Bukčių stad.	smulkus smėlis
52	Kibirskties g. stad.	įvairus molingas smėlis, priesmėlis

Kvartero geologinis žemėlapis yra kondicinis valstybinis kartografinis dokumentas. Įvairios kilmės ir medžiaginės sudėties (litologijos) nuogulų išplitimo plotai nustatyti pagal stebėjimo taškų ir gręžinių duomenis.

4. Sunkieji metalai Vilniaus miesto sporto aikščių grunte

4.1 Foniniai sunkiųjų metalų kiekiai grunte

4.1.1 Foniniai kiekiai pagal granulometriją suklasifikuotame grunte

Norint išsiaiškinti, kaip cheminių elementų foniniai kiekiai priklauso nuo grunto granulometrinės sudėties, stadionai buvo suskirstyti į 2 grupes pagal frakcijos, mažesnės už 0,063 mm, kiekį mėginyje. Pirmai grupei priskirti mėginiai, kuriuose šios frakcijos kiekis yra mažesnis nei 10 %, o antroje grupėje liko tie mėginiai, kuriuose jos daugiau arba lygu 10 %. Į pirmą grupę pateko 28 stadionai, o į antrąją – 8 stadionai. Foniniai kiekiai šioms grupėms buvo skaičiuoti pagal anksčiau aprašytą metodologiją. Gauti rezultatai pateikti 4.1 lentelėje.

4.1 lentelė. Cheminių elementų foniniai kiekiai pagal frakcijos mažesnės už 0.063 mm kiekį grunte.

Cheminiai elementai	Foniniai kiekiai															
	Ag	B	Ba	Co	Cr	Cu	Mn	Mo	Ni	Pb	Sn	V	Zn	Pb*	Cu*	Zn*
Pirma grupė	0,101	27,4	253	5,19	36,8	9,89	569	0,798	15,1	22,2	2,62	35,4	50,1	16,2	7,53	35,9
Antra grupė	0,098	26,1	307	5,25	34,3	13,52	648	0,696	13,7	22,7	2,95	34,3	59,8	19,7	7,64	45,7

* - RFA metodu gauti rezultatai

Iš šios analizės nesimato ryšių tarp cheminių elementų koncentracijos ir frakcijos, mažesnės už 0,063 mm kiekio. O pagal higienos normą HN 60:2004 mologoje frakcijoje cheminių elementų foniniai kiekiai turėtų būti didesni, išskyrus Ag, kurio kiekis yra mažesnis mologoje frakcijoje, ir Pb, kurio kiekis vienodas abiejuose frakcijose.

Ryšių tarp cheminių elementų foninių kiekių ir grunto mologumo neradimas gali būti dėl dviejų priežasčių.

- 1) Mažas duomenų kiekis grupėse. Antroje grupėje yra tik 8 stadionai, dėl tokio mažo duomenų kiekio gali būti, kad nepavyko rasti tikslaus foninio kiekio šioje grupėje.
- 2) Cheminių elementų foniniai kiekiai ieškomi pagal cheminių elementų koncentracijas grunte, kurios, kaip parodė ankstesnis tyrimas, kai kuriuose mėginiuose gali būti netikslus. Todėl ir ryšiai tarp frakcijos, mažesnės už 0,063 mm, ir cheminių elementų kiekio gali būti netikslus.

4.1.2 Foniniai kiekiai pagal kvartero geologinio žemėlapio duomenis suskirstytą grunta

Naudojantis iš kvartero žemėlapio gautais duomenimis apie tirtų stadionų litologinę sudėtį, stadionai buvo suskirstyti į dvi grupes. Į pirmąją grupę pateko 10 stadionų, kurių litologinė sudėtis sekanti: įvairus molingas smėlis, priemolis; molingas smėlis ir moreninis priemolis, priemolis. Į antrąją grupę pateko 42 stadionai, kurių litologinė sudėtis sekanti: smulkus smėlis; įvairus smėlis; smėlis su žvirgždu ir žvirgždingas smėlis. Apskaičiavus cheminių elementų foninius kiekius abejoms grupėms, buvo sudaryta 4.2 lentelė.

4.2 lentelė. Cheminių elementų foniniai kiekiai pagal uolienos tipą iš kvartero žemėlapio.

Cheminiai elementai	Foniniai kiekiai															
	Ag	B	Ba	Co	Cr	Cu	Mn	Mo	Ni	Pb	Sn	V	Zn	Pb*	Cu*	Zn*
Pirma grupė	0,109	27,1	274	4,60	31,5	12,72	535	0,697	12,0	21,4	2,74	32,6	45,4	21,4	6,80	41,0
Antra grupė	0,099	27,6	290	5,80	37,8	11,57	614	0,749	15,0	23,2	2,69	37,3	85,9	17,2	7,72	45,7

* - RFA metodu gauti rezultatai

Pagal 4.2 lentelės duomenis daugumos cheminių elementų foniniai kiekiai antroje grupėje yra didesni nei pirmoje grupėje, kai tuo tarpu didesni foniniai kiekiai turėtų būti pirmoje grupėje, nes foniniai kiekiai grunte didėja, didėjant molingos frakcijos kiekiui. Tokie rezultatai galėjo būti gauti dėl jau anksčiau 4.1 skyriuje minėtų priežasčių ir dėl to, kad kai kurie stadionai patenka ant ribos tarp skirtingos litologinės sudėties teritorijų.

4.2 Geohigieninis vertinimas

Užterštumo koeficientas K_0 gali būti paskaičiuotas Ag, B, Ba, Co, Cr, Cu, Mn, Mo, Ni, Pb, Sn, V ir Zn, nes šioms medžiagoms HN 60:2004 yra nurodytos didžiausios leidžiamos koncentracijos (DLK) reikšmės. Vertinimas atliekamas naudojantis formule 1.1. Rezultatai pateikti 4.3 lentelėje. Ag, Pb, Sn ir Zn užterštumo pavojingumo laipsnis taip pat pavaizduotas Vilniaus miesto stadionų grunto užterštumo pavojingumo laipsnio pagal Ag, Pb, Sn ir Zn žemėlapyje.

Duomenų įvertinimas pagal Lietuvos Higienos normos HN 60:2004 2 priedą (spalvomis yra pažymėti cheminiai elementai, nulėmę grunto užterštumo pavojingumo laipsnio vertinimą pagal pavojingumo lygį, geltonu lauku – iespėjimas, kad pažymėtos cheminės medžiagos kiekis yra didesnis negu 70 % DLK reikšmės – ji pavojingai yra artima DLK):

K_0	Dirvožemio užterštumo pavojingumo laipsnis
$K_0 \leq 1$	Leistinas (nepavojingas)
$1 < K_0 \leq 3$	Vidutinio pavojingumo
$3 < K_0 \leq 10$	Pavojingas
$K_0 > 10$	Ypač pavojingas
$K_0 \leq 1$	Leistinas, tačiau artimas vidutinio pavojingumo laipsniui: kai kurios nors cheminės medžiagos kiekis yra didesnis negu 70 % jai nurodytos DLK reikšmės.

Remiantis K_0 analize, lyginant aptiktąsias reikšmes su DLK, kaip „**leistinai užterštos**“ sunkiaisiais metalais vertinamos 47 teritorijos iš 52 (90,4%), 5 (9,6%) teritorijos vertinamos kaip „**vidutinio pavojingumo**“. Pavojingai ir ypač pavojingai užterštam lygiui nepriskiriama nei viena teritorija. Dažniausiai DLK – 3-jose vietose – viršija Pb ir Sn, antroje vietoje – 2-jose teritorijose – yra Zn, o trečioje vietoje yra Ag, kuris DLK viršija vienoje teritorijoje (4.4 lentelė).

4.3 lentelė. Ag, B, Ba, Co, Cr, Cu, Mn, Mo, Ni, Pb, Sn, V, Zn, Cu*, Pb* ir Zn* laboratorinių bandymų rezultatų paliginimas su nurodytomis Lietuvos Higienos normoje HN 60:2004 cheminių medžiagų didžiausiomis leidžiamomis koncentracijomis (DLK) ir grunto užterštumo pavojingumo laipsnio K₀ nustatymas.

DLK, mg/kg:		2	50	600	30	100	100	100	1500	5	75	100	100	10	150	300		
Cheminiai elementai		Ag	B	Ba	Co	Cr	Cu	Cu*	Mn	Mo	Ni	Pb	Pb*	Sn	V	Zn	Zn*	K ₀ (Ag, ..., Zn*)
Eilės Nr	Vieta, pavadinimas	Užterštumo koeficientas, (K ₀)																
1	Užsienio g. stad.	0,05	0,52	0,52	0,11	0,28	0,15	0,06	0,43	0,14	0,09	0,22	0,19	0,33	0,17	0,14	0,11	K ₀ ≤ 1
2	Salininkų m-los stad.	0,04	0,56	0,49	0,15	0,32	0,16	0,06	0,36	0,14	0,16	0,19	0,12	0,23	0,23	0,14	0,12	K ₀ ≤ 1
3	Aerouosto stad.	0,05	0,59	0,55	0,16	0,31	0,14	0,08	0,35	0,16	0,16	0,20	0,38	0,25	0,25	0,14	0,05	K ₀ ≤ 1
4	Naujininkų vid. m-los stad.	0,09	0,42	0,51	0,12	0,23	0,27	0,18	0,25	0,17	0,14	0,46	0,49	0,53	0,20	1,20	0,85	1 < K ₀ ≤ 2
5	"Juventus" gimn. stad.	0,17	0,49	0,44	0,17	0,39	0,20	0,08	0,25	0,14	0,21	1,08	0,80	0,57	0,26	0,72	0,14	1 < K ₀ ≤ 2
6	Vid. m-los "Jaunimo namai" stad.	0,09	0,61	0,35	0,15	0,29	0,14	0,09	0,28	0,16	0,13	0,27	0,21	0,38	0,20	0,22	0,14	K ₀ ≤ 1
7	Bazilijonų g. stad.	0,91	0,60	0,46	0,17	0,39	0,64	0,29	0,43	0,15	0,17	1,09	0,59	1,14	0,24	0,70	0,37	1 < K ₀ ≤ 2
8	S.Neries m-los stad.	0,30	0,48	0,48	0,22	0,37	0,27	0,17	0,48	0,27	0,27	0,43	0,31	0,39	0,35	0,56	0,41	K ₀ ≤ 1
9	Mindaugo vid. m-los stad.	1,01	0,48	0,77	0,21	0,43	0,56	0,26	0,39	0,52	0,26	1,06	0,55	1,16	0,33	1,93	0,74	1 < K ₀ ≤ 2
10	P.Vileišio pagr. m-la	0,10	0,60	0,39	0,19	0,42	0,19	0,10	0,35	0,14	0,17	0,43	0,20	0,68	0,28	0,45	0,21	K ₀ ≤ 1
11	Gerosios Vilties vid. m-los stad.	0,07	0,46	0,43	0,13	0,30	0,17	0,09	0,28	0,34	0,23	0,33	0,18	1,14	0,21	0,40	0,21	1 < K ₀ ≤ 2
12	VRM stad.	0,07	0,62	0,71	0,22	0,37	0,17	0,09	0,59	0,25	0,20	0,37	0,22	0,31	0,31	0,44	0,23	K ₀ ≤ 1
13	"Žalgirio" stad.	0,04	0,39	0,57	0,29	0,47	0,16	0,09	0,37	0,24	0,18	0,51	0,23	0,49	0,37	0,48	0,23	K ₀ ≤ 1
14	Blindžių g. stad.	0,04	0,52	0,37	0,16	0,32	0,11	0,07	0,37	0,16	0,17	0,18	0,15	0,19	0,23	0,14	0,11	K ₀ ≤ 1
15	V. Sirokmlės vid. m-los stad.	0,05	0,48	0,35	0,12	0,26	0,12	0,06	0,33	0,13	0,10	0,29	0,13	0,24	0,17	0,22	0,08	K ₀ ≤ 1
16	"Vingio" stad.	0,04	0,65	0,32	0,20	0,41	0,10	0,07	0,55	0,19	0,23	0,17	0,15	0,24	0,24	0,20	0,12	K ₀ ≤ 1
17	Šv. Kristoforo vid. m-los stad.	0,05	0,63	0,46	0,17	0,39	0,10	0,08	0,41	0,17	0,19	0,28	0,20	0,35	0,21	0,22	0,14	K ₀ ≤ 1
18	Kalvarijų pagr. m-los stad.	0,03	0,40	0,28	0,20	0,29	0,20	0,08	0,34	0,12	0,16	0,20	0,19	0,27	0,20	0,33	0,17	K ₀ ≤ 1
19	P. Mašioto prad. m-los stad.	0,04	0,42	0,33	0,13	0,25	0,11	0,07	0,30	0,16	0,20	0,21	0,14	0,39	0,13	0,17	0,09	K ₀ ≤ 1
20	Senvagės vid. m-los stad.	0,06	0,59	0,46	0,13	0,36	0,11	0,10	0,36	0,34	0,18	0,21	0,19	0,24	0,24	0,16	0,15	K ₀ ≤ 1
21	3 spec. internatinės	0,04	0,55	0,36	0,25	0,45	0,13	0,08	0,37	0,18	0,24	0,53	0,22	0,30	0,37	0,46	0,21	K ₀ ≤ 1
22	E. Pliaterytės pagr. m-los stad.	0,05	0,56	0,39	0,17	0,65	0,12	0,06	0,39	0,23	0,53	0,22	0,12	0,23	0,27	0,17	0,08	K ₀ ≤ 1
23	Baltupių vid. m-los stad.	0,03	0,55	0,16	0,17	0,39	0,09	0,05	0,35	0,10	0,27	0,19	0,11	0,22	0,24	0,10	0,07	K ₀ ≤ 1
24	Žygimanto Augusto pagr. m-los stad.	0,02	0,34	0,54	0,12	0,28	0,18	0,08	0,36	0,11	0,08	0,23	0,16	0,12	0,13	0,18	0,21	K ₀ ≤ 1
25	S. Stanevičiaus vid. m-la	0,03	0,79	0,71	0,21	0,38	0,09	0,06	0,45	0,14	0,20	0,17	0,17	0,24	0,24	0,13	0,12	K ₀ ≤ 1
26	L. Karsavino vid. m-los stad.	0,05	0,50	0,43	0,17	0,30	0,08	0,09	0,34	0,11	0,17	0,21	0,18	0,28	0,22	0,18	0,15	K ₀ ≤ 1
27	Pilaitės vid. m-los stad.	0,02	0,48	0,34	0,16	0,34	0,08	0,08	0,34	0,10	0,17	0,21	0,11	0,20	0,27	0,19	0,09	K ₀ ≤ 1
28	M. Mažvydo vid. m-la	0,05	0,60	0,53	0,22	0,51	0,12	0,08	0,45	0,12	0,19	0,34	0,15	0,24	0,30	0,29	0,12	K ₀ ≤ 1
29	Platiniškių stad.	0,02	0,52	0,31	0,15	0,31	0,07	0,05	0,37	0,11	0,18	0,14	0,13	0,23	0,22	0,09	0,09	K ₀ ≤ 1
31	Fabijoniškių vid. m-los stad.	0,04	0,58	0,60	0,19	0,35	0,10	0,06	0,45	0,17	0,24	0,19	0,22	0,24	0,26	0,14	0,11	K ₀ ≤ 1
32	A. Kulviečio vid. m-los stad.	0,11	0,61	0,38	0,23	0,35	0,13	0,10	0,52	0,14	0,23	0,23	0,18	0,29	0,29	0,40	0,18	K ₀ ≤ 1
33	Jeruzalės vid. m-los stad.	0,04	0,58	0,80	0,20	0,36	0,10	0,07	0,45	0,14	0,20	0,21	0,18	0,29	0,22	0,14	0,13	K ₀ ≤ 1
35	"Žalgirio FK" tren. stad.	0,04	0,54	0,55	0,17	0,32	0,09	0,09	0,46	0,19	0,23	0,21	0,18	0,23	0,23	0,13	0,13	K ₀ ≤ 1
36	Vivulskio vid. m-los stad.	0,04	0,38	0,34	0,10	0,18	0,08	0,08	0,22	0,13	0,14	0,21	0,14	0,22	0,16	0,12	0,10	K ₀ ≤ 1
37	J.Ivaškevičiaus jaun. m-la	0,04	0,63	0,43	0,17	0,41	0,09	0,11	0,38	0,15	0,18	0,21	0,18	0,30	0,22	0,18	0,13	K ₀ ≤ 1
38	"Vilnios" pagr. m-los stad.	0,09	0,70	0,89	0,23	0,42	0,48	0,29	0,53	0,24	0,23	0,70	0,31	0,34	0,27	0,40	0,32	K ₀ ≤ 1
40	Pramonės g. stad.	0,05	0,60	0,20	0,19	0,33	0,37	0,20	0,32	0,28	0,16	0,62	0,45	0,98	0,20	0,31	0,23	K ₀ ≤ 1
41	Žaros vid. m-los stad.	0,04	0,63	0,37	0,17	0,36	0,12	0,07	0,33	0,16	0,19	0,18	0,16	0,24	0,22	0,11	0,33	K ₀ ≤ 1
42	Laisvės gimn. stad.	0,71	0,68	0,26	0,22	0,41	0,83	0,33	0,37	0,35	0,21	0,87	0,72	0,53	0,26	0,64	0,27	K ₀ ≤ 1
43	Dūmų g. stad.	0,07	0,84	0,29	0,29	0,48	0,44	0,26	0,28	0,42	0,42	0,44	0,22	0,44	0,36	0,67	0,28	K ₀ ≤ 1
44	"Vilnios" pagr. m-los stad.	0,05	0,60	0,80	0,21	0,41	0,08	0,06	0,44	0,12	0,18	0,22	0,17	0,25	0,22	0,16	0,12	K ₀ ≤ 1
45	Pavilnio pagr. m-los stad.	0,06	0,63	0,65	0,22	0,46	0,09	0,09	0,39	0,15	0,25	0,24	0,18	0,28	0,25	0,20	0,16	K ₀ ≤ 1
46	Sausio 13-osios vid. m-los stad.	0,05	0,52	0,47	0,19	0,40	0,07	0,05	0,50	0,15	0,20	0,25	0,13	0,33	0,24	0,20	0,13	K ₀ ≤ 1
47	Lazdynų vid. m-los stad.	0,04	0,47	0,19	0,21	0,32	0,07	0,06	0,37	0,10	0,20	0,30	0,17	0,21	0,24	0,24	0,13	K ₀ ≤ 1
48	"Panerio" stad.	0,04	0,41	0,24	0,14	0,27	0,30	0,21	0,40	0,21	0,17	0,19	0,15	0,26	0,30	0,18	0,14	K ₀ ≤ 1
49	"Spindulio" pagr. m-los stad.	0,06	0,63	0,86	0,21	0,42	0,10	0,07	0,51	0,14	0,22	0,24	0,18	0,37	0,24	0,19	0,14	K ₀ ≤ 1
50	"Ryto" vid. m-los stad.	0,07	0,43	0,42	0,16	0,31	0,09	0,09	0,46	0,11	0,17	0,26	0,21	0,48	0,19	0,18	0,15	K ₀ ≤ 1
51	Bukčių stad.	0,07	0,43	0,34	0,08	0,17	0,08	0,05	0,28	0,10	0,08	0,22	0,17	0,24	0,15	0,19	0,12	K ₀ ≤ 1
52	Kibirkšties g. stad.	0,03	0,45	0,43	0,11	0,24	0,07	0,05	0,29	0,10	0,12	0,18	0,12	0,18	0,14	0,08	0,07	K ₀ ≤ 1
30	"Žemynos" pagr. m-los stad.	0,09	0,59	0,64	0,21	0,41	0,11		0,52	0,14	0,18	0,33		0,40	0,26	0,24		K ₀ ≤ 1
34	Jomanto parko stad.	0,06	0,64	0,36	0,18	0,37	0,09		0,54	0,15	0,20	0,24		0,28	0,26	0,20		K ₀ ≤ 1
39	J.I.Kraševskio vid. m-los stad.	0,04	0,71	0,80	0,24	0,41	0,11		0,50	0,17	0,21	0,23		0,24	0,25	0,19		K ₀ ≤ 1

* - RFA metodu gauti rezultatai

4.4 lentelė. Cheminių elementų, kurie viršija DLK, skaičiaus aptikimo dažnis.

Vietų, kuriose viršyta DLK, skaičius	1	0	0	0	0	0	0	0
Cheminis elementas	Ag	B	Ba	Co	Cr	Cu	Cu	Mn
Vietų, kuriose viršyta DLK, %	1,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vietų, kuriose viršyta DLK, skaičius	0	0	3	0	3	0	2	0
Cheminis elementas	Mo	Ni	Pb	Pb	Sn	V	Zn	Zn
Vietų, kuriose viršyta DLK, %	0,00	0,00	5,77	0,00	5,77	0,00	3,85	0,00

4.3 Ekogeocheminis vertinimas

Ekogeocheminis vertinimas atliktas, naudojantis formulėmis 1.2 ir 1.3 – apskaičiuojami koncentracijos koeficientai K_k ir suminio užterštumo rodiklis Z_d . Jų reikšmės ir vertinimas pagal užterštumo lygį pateikiamos 4.5 lentelėje. Geocheminio fono reikšmės (geofonas), apskaičiuotos darbo metu pagal anksčiau aprašytą metodiką, pateiktos 4.6 lentelėje.

Dirvožemio užterštumo kategorija – laipsnis (pagal HN 60:2004 1 priedą):

Z_d	Užterštumo kategorija -laipsnis
$Z_d \leq 16$	Leistinas (nepavojingas)
$16 < Z_d \leq 32$	Vidutinio pavojingumo
$32 < Z_d \leq 128$	Pavojingas
$Z_d > 128$	Ypač pavojingas
$11.2 < Z_d \leq 16$	Leistinas, tačiau artimas vidutinio pavojingumo laipsniui: kai Z_d kiekis yra didesnis negu 70 % jam nurodytos reikšmės.

Remiantis Z_d analize, kaip „**leistinai užterštos**“ vertinamos 49 teritorijos iš 52 (94,2%), kaip „**vidutinio pavojingumo**“ vertinama 1 teritorija (1,9%), kaip „**pavojingai užterštos**“ vertinamos 2 teritorijos (3,8%), o „**ypač pavojingo**“ laipsnio kategorijai nepriskiriama nei viena teritorija.

4.5 lentelė. Ag, B, Ba, Co, Cr, Cu, Mn, Mo, Ni, Pb, Sn, V, Zn, Cu*, Pb* ir Zn* koncentracijos koeficientai Kk ir suminio užterštumo rodiklio Z_d įvertinimas.

Eilės Nr	Cheminiai elementai Vieta, pavadinimas	Ag	B	Ba	Co	Cr	Cu	Cu*	Mn	Mo	Ni	Pb	Pb*	Sn	V	Zn	Zn*	Z _d	Z _d *
		Koncentracijos koeficientai, (Kk)																	
1	Užusienio g. stad.	1,11	0,94	1,06	0,58	0,76	1,26	0,73	1,07	0,96	0,44	1,02	1,13	1,19	0,73	0,67	0,79	1,72	1,56
2	Salininkų m-los stad.	0,75	1,01	1,00	0,79	0,87	1,35	0,79	0,90	1,02	0,80	0,89	0,71	0,84	0,95	0,67	0,81	1,38	1,03
3	Aerouosto stad.	0,99	1,06	1,14	0,87	0,85	1,24	1,08	0,89	1,10	0,84	0,91	2,22	0,89	1,04	0,68	0,38	1,58	2,64
4	Naujininkų vid. m-los stad.	1,98	0,75	1,04	0,62	0,62	2,31	2,35	0,64	1,18	0,71	2,08	2,89	1,93	0,85	5,92	5,98	10,45	11,35
5	"Juventos" gimn. stad.	3,59	0,89	0,91	0,91	1,07	1,72	1,10	0,63	0,98	1,08	4,95	4,73	2,07	1,10	3,55	0,98	12,13	8,75
6	Vid. m-los "Jaunimo namai" stad.	1,80	1,10	0,72	0,78	0,78	1,25	1,24	0,71	1,11	0,66	1,23	1,22	1,39	0,83	1,07	1,01	2,95	2,87
7	Bazilijonų g. stad.	19,01	1,08	0,94	0,90	1,07	5,56	3,77	1,07	1,03	0,87	5,00	3,50	4,13	1,02	3,44	2,58	33,42	29,27
8	S.Neries m-los stad.	6,23	0,87	0,99	1,19	1,00	2,35	2,30	1,20	1,91	1,38	1,98	1,83	1,40	1,48	2,77	2,87	12,89	12,80
9	Mindaugo vid. m-los stad.	21,15	0,87	1,59	1,13	1,18	4,88	3,44	0,97	3,70	1,32	4,86	3,27	4,20	1,38	9,51	5,18	44,90	37,54
10	P. Vileišio pagr. m-la	2,13	1,08	0,80	1,00	1,14	1,69	1,27	0,88	0,96	0,86	1,95	1,20	2,46	1,20	2,23	1,44	6,88	4,92
11	Gerosios Vilties vid. m-los stad.	1,39	0,82	0,88	0,69	0,83	1,49	1,14	0,70	2,42	1,17	1,52	1,04	4,14	0,88	1,95	1,46	8,08	6,76
12	VRM stad.	1,39	1,12	1,46	1,16	1,02	1,47	1,23	1,49	1,76	1,03	1,71	1,32	1,13	1,29	2,19	1,61	6,22	5,01
13	"Žalgirio" stad.	0,76	0,71	1,18	1,53	1,28	1,37	1,24	0,92	1,67	0,94	2,34	1,34	1,78	1,54	2,34	1,61	7,03	5,18
14	Blindžių g. stad.	0,81	0,94	0,77	0,82	0,87	0,93	0,93	0,94	1,13	0,86	0,84	0,87	0,70	0,95	0,70	0,77	1,13	1,13
15	V. Sirokmlės vid. m-los stad.	1,00	0,86	0,72	0,66	0,70	1,08	0,80	0,82	0,95	0,52	1,31	0,74	0,87	0,72	1,07	0,53	1,46	1,00
16	"Vingio" stad.	0,89	1,16	0,65	1,04	1,11	0,91	0,93	1,37	1,35	1,17	0,78	0,86	0,86	1,01	0,97	0,86	2,22	2,22
17	Šv. Kristoforo vid. m-los stad.	1,06	1,14	0,96	0,92	1,06	0,89	1,10	1,03	1,24	0,95	1,27	1,16	1,28	0,88	1,10	0,99	2,17	2,07
18	Kalvarijų pagr. m-los stad.	0,72	0,71	0,58	1,05	0,78	1,72	1,06	0,86	0,84	0,81	0,90	1,09	0,97	0,86	1,62	1,22	2,40	1,43
19	P. Mašioto prad. m-los stad.	0,89	0,75	0,68	0,67	0,67	0,99	0,90	0,76	1,10	1,04	0,95	0,85	1,41	0,53	0,84	0,65	1,54	1,54
20	Senvagės vid. m-los stad.	1,19	1,07	0,95	0,71	0,99	0,92	1,27	0,90	2,44	0,91	0,96	1,10	0,87	0,99	0,78	1,05	2,70	3,12
21	3 spec. internatinės	0,93	0,99	0,75	1,33	1,23	1,12	1,04	0,93	1,26	1,21	2,43	1,32	1,07	1,55	2,26	1,45	5,47	3,46
22	E. Pliaterytės pagr. m-los stad.	0,94	1,01	0,81	0,90	1,77	1,02	0,77	0,97	1,60	2,72	0,99	0,68	0,82	1,11	0,83	0,56	4,23	4,21
23	Baltupių vid. m-los stad.	0,61	0,98	0,33	0,90	1,06	0,76	0,72	0,88	0,69	1,40	0,85	0,66	0,81	1,01	0,49	0,48	1,47	1,47
24	Žygmanto Augusto pagr. m-los stad.	0,41	0,60	1,12	0,61	0,75	1,55	1,10	0,91	0,78	0,41	1,04	0,93	0,43	0,53	0,91	1,46	1,71	1,68
25	S. Stanevičiaus vid. m-la	0,69	1,43	1,46	1,10	1,03	0,74	0,77	1,14	0,99	1,03	0,78	1,01	0,86	1,00	0,62	0,81	2,20	2,21
26	L. Karsavino vid. m-los stad.	1,06	0,90	0,89	0,88	0,83	0,72	1,23	0,85	0,78	0,88	0,97	1,07	1,00	0,90	0,91	1,03	1,06	1,39
27	Pilaitės vid. m-los stad.	0,48	0,87	0,70	0,87	0,94	0,73	0,99	0,84	0,74	0,89	0,98	0,66	0,71	1,12	0,92	0,63	1,12	1,12
28	M. Mažvydo vid. m-la	1,11	1,09	1,10	1,17	1,38	1,02	1,00	1,14	0,83	1,00	1,56	0,88	0,88	1,28	1,44	0,82	3,28	2,27
29	Platiniškių stad.	0,49	0,94	0,64	0,78	0,84	0,57	0,70	0,94	0,80	0,93	0,64	0,78	0,85	0,92	0,46	0,67	1,00	1,00
31	Fabijoniškių vid. m-los stad.	0,80	1,04	1,23	0,99	0,95	0,84	0,86	1,13	1,20	1,25	0,88	1,27	0,87	1,08	0,71	0,74	1,94	2,21
32	A. Kulviečio vid. m-los stad.	2,28	1,09	0,78	1,25	0,96	1,16	1,28	1,31	0,97	1,17	1,04	1,07	1,03	1,20	1,95	1,27	4,47	3,94
33	Jeruzalės vid. m-los stad.	0,90	1,04	1,65	1,05	0,99	0,84	0,90	1,13	1,01	1,05	0,97	1,04	1,04	0,94	0,71	0,94	1,97	2,01
35	"Žalgirio FK" tren. stad.	0,87	0,96	1,13	0,89	0,87	0,78	1,20	1,17	1,33	1,16	0,98	1,09	0,84	0,95	0,66	0,92	1,79	2,08
36	Vivulskio vid. m-los stad.	0,94	0,68	0,71	0,51	0,49	0,70	1,10	0,54	0,94	0,74	0,94	0,84	0,81	0,68	0,59	0,73	1,00	1,10
37	J.Ivaškevičiaus jaun. m-la	0,91	1,13	0,89	0,92	1,11	0,81	1,47	0,96	1,05	0,92	0,97	1,04	1,08	0,91	0,88	0,94	1,37	1,88
38	"Vilnios" pagr. m-los stad.	1,78	1,27	1,83	1,21	1,14	4,14	3,85	1,34	1,68	1,17	3,21	1,84	1,24	1,14	1,95	2,23	11,09	9,71
40	Pramonės g. stad.	1,07	1,08	0,42	1,00	0,89	3,26	2,64	0,80	1,99	0,83	2,82	2,63	3,57	0,84	1,54	1,60	9,33	8,57
41	Žaros vid. m-los stad.	0,78	1,14	0,76	0,88	0,99	1,00	0,90	0,84	1,12	0,95	0,81	0,93	0,87	0,94	0,55	2,33	1,26	2,59
42	Laisvės gimn. stad.	14,84	1,22	0,54	1,17	1,12	7,20	4,36	0,92	2,47	1,07	3,99	4,23	1,93	1,11	3,16	1,87	29,29	25,40
43	Dūmų g. stad.	1,46	1,51	0,60	1,52	1,31	3,81	3,48	0,70	2,97	2,15	2,00	1,32	1,58	1,52	3,30	1,94	13,12	10,76
44	"Vilnios" pagr. m-los stad.	1,10	1,07	1,65	1,12	1,12	0,67	0,81	1,10	0,82	0,92	1,01	1,01	0,91	0,94	0,79	0,87	2,18	2,18
45	Pavilnio pagr. m-los stad.	1,16	1,13	1,33	1,15	1,26	0,81	1,15	0,99	1,07	1,26	1,10	1,07	1,01	1,06	0,97	1,10	2,54	2,76
46	Sausio 13-osios vid. m-los stad.	1,07	0,94	0,97	1,03	1,10	0,65	0,67	1,26	1,09	1,02	1,16	0,78	1,19	1,02	0,98	0,93	1,94	1,78
47	Lazdynų vid. m-los stad.	0,88	0,84	0,39	1,09	0,86	0,57	0,74	0,94	0,69	1,02	1,37	0,99	0,78	1,02	1,20	0,92	1,70	1,13
48	"Panerio" stad.	0,80	0,74	0,50	0,76	0,74	2,61	2,75	1,00	1,45	0,88	0,86	0,88	0,93	1,27	0,87	0,96	3,34	3,48
49	"Spindulio" pagr. m-los stad.	1,20	1,14	1,77	1,12	1,14	0,83	0,92	1,28	1,00	1,11	1,09	1,08	1,35	1,02	0,94	0,98	3,22	3,21
50	"Ryto" vid. m-los stad.	1,46	0,77	0,86	0,82	0,84	0,81	1,16	1,16	0,79	0,89	1,19	1,26	1,76	0,78	0,89	1,08	2,56	2,87
51	Bukčių stad.	1,42	0,77	0,70	0,41	0,45	0,68	0,70	0,70	0,69	0,43	1,02	1,01	0,88	0,63	0,92	0,81	1,44	1,42
52	Kibirkišties g. stad.	0,72	0,81	0,88	0,57	0,64	0,60	0,61	0,73	0,70	0,59	0,81	0,69	0,64	0,58	0,39	0,49	1,00	1,00
30	"Žemynos" pagr. m-los stad.	1,79	1,07	1,31	1,12	1,12	1,00		1,32	1,00	0,92	1,49		1,46	1,07	1,16		3,91	3,26
34	Jomanto parko stad.	1,28	1,16	0,75	0,94	1,00	0,82		1,36	1,07	1,03	1,08		1,03	1,09	0,96		2,11	2,03
39	J.I.Kraševskio vid. m-los stad.	0,90	1,28	1,65	1,26	1,13	0,92		1,26	1,20	1,08	1,05		0,87	1,05	0,91		2,96	2,91

* - RFA metodu gauti rezultatai

4.6 lentelė. Cheminių elementų foniniai kiekiai Vilniaus miesto sproto aikščių grunte.

Fonai, mg/kg																
Ag	B	Ba	Co	Cr	Cu	Cu*	Mn	Mo	Ni	Pb	Pb*	Sn	V	Zn	Zn*	
0,096	27,79	291,29	5,65	36,76	11,49	7,58	596,32	0,71	14,63	21,89	16,93	2,76	35,73	60,99	42,74	

* - RFA metodu gauti rezultatai

Apskaičiavus K_0 ir Z_d rodiklius, yra atliktas jų sugretinimas ir įvertintas bendras užterštumo pavojingumo laipsnis, kurio lygis kiekvienai ėminio paėmimo teritorijai yra nurodytas 4.7 lentelėje. Pagal visus šiuos rodiklius yra sudarytas Vilniaus miesto stadionų grunto vertinimo pagal bendro užterštumo (Z_d) rodiklį, užterštumo pavojingumo koeficientą (K_0) ir bendro užterštumo pavojingumo laipsnio žemėlapis.

Dirvožemio užterštumo kategorija – laipsnis pagal Lietuvos Higienos normos HN 60:2004 1 priedą:

Z_d	K_0	Dirvožemio užterštumo pavojingumo laipsnis
$Z_d \leq 16$	$K_0 \leq 1$	Leistinas (nepavojingas)
$16 < Z_d \leq 32$	$1 < K_0 \leq 3$	Vidutinio pavojingumo
$32 < Z_d \leq 128$	$3 < K_0 \leq 10$	Pavojingas
$Z_d > 128$	$K_0 > 10$	Ypač pavojingas

Remiantis bendra K_0 ir Z_d reikšmių, sugretinus jas ir pasirenkant vienos jų lemiamą didesnę pavojingumo laipsnį, analize, kaip „**leistinai užterštos**“ vertinamos 46 teritorijos iš 52 (88,5%), kaip „**vidutinio pavojingumo**“ vertinamos 4 teritorijos (7,7%), kaip „**pavojingai užterštos**“ vertinamos 2 teritorijos (3,8%), o į „ypač pavojingų“ kategoriją nepatenka nei viena teritorija. Be to, 10 teritorijų (19,2%) yra vertinamos kaip artimos „vidutinio pavojingumo“ užterštumui.

4.7 lentelė. Dirvožemio ir grunto bendro užterštumo pavojingumo laipsnio įvertinimas, ištyrus mėginiuose Ag, B, Ba, Co, Cr, Cu, Mn, Mo, Ni, Pb, Sn, V ir Zn kiekius bei nustatius tyrimų vietoje užterštumo pavojingumo laipsnį pagal K_0 ir Z_d didžiausią reikšmę.

Eilės Nr	Užterštumo rodyklis		Z_d	Z_d^*	$K \square$	Bendras užterštumo pavojingumo laipsnis (Pagal Z_d ir K_0)	Bendras užterštumo pavojingumo laipsnis (Pagal Z_d^* ir K_0)
	Vieta, pavadinimas						
1	Užusienio g. stad.		1,72	1,56	$K \square \leq 1$	leistinas (nepavojingas)	leistinas (nepavojingas)
2	Salininkų m-los stad.		1,38	1,03	$K \square \leq 1$	leistinas (nepavojingas)	leistinas (nepavojingas)
3	Aerouosto stad.		1,58	2,64	$K \square \leq 1$	leistinas (nepavojingas)	leistinas (nepavojingas)
4	Naujininkų vid. m-los stad.		10,45	11,35	$1 < K \square \leq 2$	vidutinio pavojingumo	vidutinio pavojingumo
5	"Juventos" gimn. stad.		12,13	8,75	$1 < K \square \leq 2$	vidutinio pavojingumo	vidutinio pavojingumo
6	Vid. m-los "Jaunimo namai" stad.		2,95	2,87	$K \square \leq 1$	leistinas (nepavojingas)	leistinas (nepavojingas)
7	Bazilijonų g. stad.		33,42	29,27	$1 < K \square \leq 2$	pavojingas	vidutinio pavojingumo
8	S.Neries m-los stad.		12,89	12,80	$K \square \leq 1$	leistinas (nepavojingas)	leistinas (nepavojingas)
9	Mindaugo vid. m-los stad.		44,90	37,54	$1 < K \square \leq 2$	pavojingas	pavojingas
10	P.Vileišio pagr. m-la		6,88	4,92	$K \square \leq 1$	leistinas (nepavojingas)	leistinas (nepavojingas)
11	Gerosios Vilties vid. m-los stad.		8,08	6,76	$1 < K \square \leq 2$	vidutinio pavojingumo	vidutinio pavojingumo
12	VRM stad.		6,22	5,01	$K \square \leq 1$	leistinas (nepavojingas)	leistinas (nepavojingas)
13	"Žalgirio" stad.		7,03	5,18	$K \square \leq 1$	leistinas (nepavojingas)	leistinas (nepavojingas)
14	Blindžių g. stad.		1,13	1,13	$K \square \leq 1$	leistinas (nepavojingas)	leistinas (nepavojingas)
15	V. Sirokoslės vid. m-los stad.		1,46	1,00	$K \square \leq 1$	leistinas (nepavojingas)	leistinas (nepavojingas)
16	"Vingio" stad.		2,22	2,22	$K \square \leq 1$	leistinas (nepavojingas)	leistinas (nepavojingas)
17	Šv. Kristoforo vid. m-los stad.		2,17	2,07	$K \square \leq 1$	leistinas (nepavojingas)	leistinas (nepavojingas)
18	Kalvarijų pagr. m-los stad.		2,40	1,43	$K \square \leq 1$	leistinas (nepavojingas)	leistinas (nepavojingas)
19	P. Mašiotų prad. m-los stad.		1,54	1,54	$K \square \leq 1$	leistinas (nepavojingas)	leistinas (nepavojingas)
20	Senvagės vid. m-los stad.		2,70	3,12	$K \square \leq 1$	leistinas (nepavojingas)	leistinas (nepavojingas)
21	3 spec. internatinės		5,47	3,46	$K \square \leq 1$	leistinas (nepavojingas)	leistinas (nepavojingas)
22	E. Pliaterytės pagr. m-los stad.		4,23	4,21	$K \square \leq 1$	leistinas (nepavojingas)	leistinas (nepavojingas)
23	Baltupių vid. m-los stad.		1,47	1,47	$K \square \leq 1$	leistinas (nepavojingas)	leistinas (nepavojingas)
24	Žygimanto Augusto pagr. m-los stad.		1,71	1,68	$K \square \leq 1$	leistinas (nepavojingas)	leistinas (nepavojingas)
25	S. Stanevičiaus vid. m-la		2,20	2,21	$K \square \leq 1$	leistinas (nepavojingas)	leistinas (nepavojingas)
26	L. Karsavino vid. m-los stad.		1,06	1,39	$K \square \leq 1$	leistinas (nepavojingas)	leistinas (nepavojingas)
27	Pilaitės vid. m-los stad.		1,12	1,12	$K \square \leq 1$	leistinas (nepavojingas)	leistinas (nepavojingas)
28	M. Mažvydo vid. m-la		3,28	2,27	$K \square \leq 1$	leistinas (nepavojingas)	leistinas (nepavojingas)
29	Platiniškių stad.		1,00	1,00	$K \square \leq 1$	leistinas (nepavojingas)	leistinas (nepavojingas)
31	Fabijoniškių vid. m-los stad.		1,94	2,21	$K \square \leq 1$	leistinas (nepavojingas)	leistinas (nepavojingas)
32	A. Kulviečio vid. m-los stad.		4,47	3,94	$K \square \leq 1$	leistinas (nepavojingas)	leistinas (nepavojingas)
33	Jeruzalės vid. m-los stad.		1,97	2,01	$K \square \leq 1$	leistinas (nepavojingas)	leistinas (nepavojingas)
35	"Žalgirio FK" tren. stad.		1,79	2,08	$K \square \leq 1$	leistinas (nepavojingas)	leistinas (nepavojingas)
36	Vivulskio vid. m-los stad.		1,00	1,10	$K \square \leq 1$	leistinas (nepavojingas)	leistinas (nepavojingas)
37	J.Ivaškevičiaus jaun. m-la		1,37	1,88	$K \square \leq 1$	leistinas (nepavojingas)	leistinas (nepavojingas)
38	"Vilnios" pagr. m-los stad.		11,09	9,71	$K \square \leq 1$	leistinas (nepavojingas)	leistinas (nepavojingas)
40	Pramonės g. stad.		9,33	8,57	$K \square \leq 1$	leistinas (nepavojingas)	leistinas (nepavojingas)
41	Žaros vid. m-los stad.		1,26	2,59	$K \square \leq 1$	leistinas (nepavojingas)	leistinas (nepavojingas)
42	Laisvės gimn. stad.		29,29	25,40	$K \square \leq 1$	vidutinio pavojingumo	vidutinio pavojingumo
43	Dūmų g. stad.		13,12	10,76	$K \square \leq 1$	leistinas (nepavojingas)	leistinas (nepavojingas)
44	"Vilnies" pagr. m-los stad.		2,18	2,18	$K \square \leq 1$	leistinas (nepavojingas)	leistinas (nepavojingas)
45	Pavilnio pagr. m-los stad.		2,54	2,76	$K \square \leq 1$	leistinas (nepavojingas)	leistinas (nepavojingas)
46	Sausio 13-osios vid. m-los stad.		1,94	1,78	$K \square \leq 1$	leistinas (nepavojingas)	leistinas (nepavojingas)
47	Lazdynų vid. m-los stad.		1,70	1,13	$K \square \leq 1$	leistinas (nepavojingas)	leistinas (nepavojingas)
48	"Panerio" stad.		3,34	3,48	$K \square \leq 1$	leistinas (nepavojingas)	leistinas (nepavojingas)
49	"Spindulio" pagr. m-los stad.		3,22	3,21	$K \square \leq 1$	leistinas (nepavojingas)	leistinas (nepavojingas)
50	"Ryto" vid. m-los stad.		2,56	2,87	$K \square \leq 1$	leistinas (nepavojingas)	leistinas (nepavojingas)
51	Bukčių stad.		1,44	1,42	$K \square \leq 1$	leistinas (nepavojingas)	leistinas (nepavojingas)
52	Kibirkšties g. stad.		1,00	1,00	$K \square \leq 1$	leistinas (nepavojingas)	leistinas (nepavojingas)
30	"Žemynos" pagr. m-los stad.		3,91	3,26	$K \square \leq 1$	leistinas (nepavojingas)	leistinas (nepavojingas)
34	Jomanto parko stad.		2,11	2,03	$K \square \leq 1$	leistinas (nepavojingas)	leistinas (nepavojingas)
39	J.I.Kraševskio vid. m-los stad.		2,96	2,91	$K \square \leq 1$	leistinas (nepavojingas)	leistinas (nepavojingas)

* - RFA metodu gauti rezultatai

5. Tyrimo objektų būdingieji taršos bruožai

Cheminių medžiagų pasiskirstymo parametrai pateikti 5.1 lentelėje.

5.1 lentelė. Cheminių elementų pasiskirstymo parametrai Vilniaus miesto stadionų grunte.

Cheminis elementas	Ag	B	Ba	Co	Cr	Cu	Cu*	Mn
Vidurkis, mg/kg	0,214	27,6	281	5,36	35,9	17,5	10,6	588
Mediana, mg/kg	0,102	28,1	259	5,20	36,5	11,5	8,36	562
Maksimali vertė, mg/kg	2,03	42,0	532	8,65	65,1	82,7	33,1	889
STDEV, mg/kg	0,400	5,21	106	1,36	8,52	15,5	7,13	130
VK, %	187	18,9	37,9	25,4	23,8	88,9	67,2	22,2
Cheminis elementas	Mo	Ni	Pb	Pb*	Sn	V	Zn	Zn*
Vidurkis, mg/kg	0,891	14,8	33,5	23,2	3,69	36,1	93,7	56,1
Mediana, mg/kg	0,758	13,9	22,9	18,1	2,81	36,1	58,0	42,0
Maksimali vertė, mg/kg	2,61	39,8	109	80,1	11,6	55,2	580	255,7
STDEV, mg/kg	0,431	5,41	23,6	15,4	2,42	8,48	93,4	44,7
VK, %	48,4	36,7	70,4	66,4	65,4	23,5	99,7	79,7

STDEV – standartinis nuokrypis, VK – variacijos koeficientas. * - RFA metodu gauti rezultatai

Apie cheminių elementų dalies, viršijančios foninę sudedamąją, technogeninę prigimtį gali būti sprendžiama pagal variacijos koeficiento dydį: kuo jis didesnis, tuo didesnė tikimybė, kad viršfoninė dalis yra technogeninės kilmės.

5.2 lentelė. Cheminių elementų kiekių variacijos koeficientų mažėjanti seka Vilniaus miesto stadionų grunte.

Cheminis elementas	Ag	Zn	Cu	Zn*	Pb	Cu*	Pb*	Sn
VK, %	187	99,7	88,9	79,7	70,4	67,2	66,4	65,4
Cheminis elementas	Mo	Ba	Ni	Co	Cr	V	Mn	B
VK, %	48,4	37,9	36,7	25,4	23,8	23,5	22,2	18,9

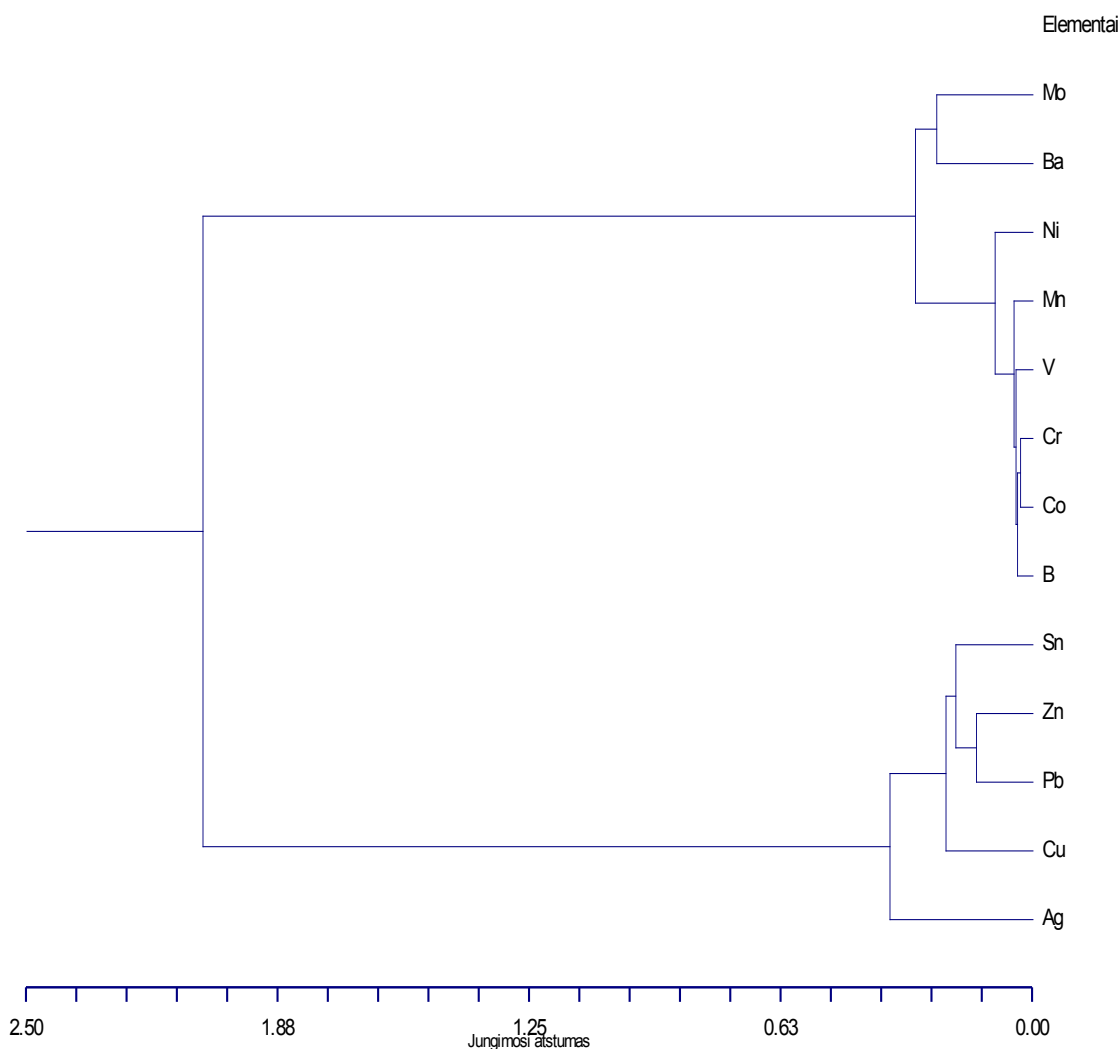
* - RFA metodu gauti rezultatai

Pagal šią prielaidą didžiausiu technofiliškumu (VK > 50%) bendroje visiems objektams sekoje pasižymi cheminiai elementai Ag, Zn, Cu, Zn*, Pb, Cu*, Pb* ir Sn (5.2 lentelė). Tolygiausiu pasiskirstymu (VK < 25%) išsiskiria Cr, V, Mn ir B. Tai rodo, kad šie cheminiai elementai bendrojoje sudedamojoje yra gamtinės prigimties. Ir jei jų kiekis yra artimas DLK – tai natūralaus anomalinio geocheminio lauko bruožas.

Iš klasterinės analizės dendrogramos (5.1 pav.) galima išskirti dvi dideles cheminių elementų kaupimosi grupes: 1) Ag, Zn, Pb, Cu ir Sn; 2) Mo, Ni, Mn, V, Ba, B, Cr ir Co. Pirmoji grupė elementų, kaip parodyta 5.2 lentelėje, pasižymi didžiausiu technofiliškumu. Tuo tarpu antroji grupė pasižymi mažesniu technofiliškumu. Zn, Pb ir Cu yra vienoje didelėje grupėje, nes jie yra susiję su automobilių keliama tarša. Šių 3 mikroelementų anomalijos susijusios su miesto

gatvėmis. Ag ir Sn yra vienoje grupėje, nes jie yra susiję su buitine tarša, į aplinką išmetant įvairių buitinių atliekų: galvaninių elementų, dažų, nuotraukų ryškalių, medikamentų, smulkių įrankių ir jų priedų bei kitų atliekų. Mo, B ir geležies šeimos elementai Cr, V, Ni, Co ir Mn pasklinda aplinkoje apdorojant juodųjų metalų gaminius ar ruošinius iš įvairios specializacijos įmonių. Iš jų labiausiai yra paplitusios Cr, Ni ir Mo anomalijos. Šalia stambių metalus apdorojančių įmonių aptinkama taip pat intensyvesnių V bei Co taršos židinių. Bet Mn ir B anomalūs kiekiai aptinkami rečiausiai (Taraškevičius 2003). Baris į aplinką patenka žiemą su druskų mišiniais arba tiesiogiai su transporto skleidžiamais teršalais bei su dūlančių pastatų dulkėmis.

Dendrograma



5.1 pav. Klasterinės analizės dendrogramoje tarpusavyje susijusių mikroelementų grupės, nustatytos Vilniaus miesto sporto aikščių grunte.

Apskaičiuotus koncentracijos koeficientų (K_k) vidurkines reikšmes Vilniaus miesto sporto aikščių grunte, buvo sudaryta cheminių elementų kaupimosi asociacijos eilė Vilniaus miesto sporto aikščių grunte, kuri parodyta 5.3 lentelėje.

5.3 lentelė. Cheminių elementų koncentracijos koeficientų (K_k) vidurkiai Vilniaus miesto sporto aikščių grunte, mažėjimo tvarka.

Elementai	Ag	Zn	Pb	Cu	Zn*	Cu*	Pb*	Sn
Vidurkiai	2,28	1,56	1,55	1,49	1,37	1,36	1,34	1,30
Elementai	Mo	Ni	V	Mn	B	Cr	Ba	Co
Vidurkiai	1,23	1,06	1,03	1,01	0,97	0,96	0,95	0,90

* - RFA metodu gauti rezultatai

Iš 4.5 lentelės išrinkus didžiausias koncentracijos koeficientų (K_k) reikšmes ir jas išdėliojus mažėjimo tvarka, gauname cheminių elementų eilę, kuri parodo, kurie cheminiai elementai labiausiai viršija foninius jų kiekius aplinkoje ir kurie mažiausiai. Sulyginus šia eilę su variacijos koeficientų eile (5.2 lentelė), galime pamatyti, kad šios eilės labai panašios (5.4 lentelė).

5.4 lentelė. Variacijos koeficientų ir maksimalių koncentracijos koeficientų eilių mažėjimo tvarka palyginimas.

Cheminis elementas	Ag	Zn	Cu	Zn*	Pb	Cu*	Pb*	Sn
VK, %	187	100	89	80	70	67	66	65
Cheminis elementas	Ag	Zn	Cu	Zn*	Pb	Pb*	Cu*	Sn
Koncentracijos koeficientų maksimalios reikšmės, (K_k)	21,1	9,5	7,2	6,0	5,0	4,7	4,4	4,2
Cheminis elementas	Mo	Ba	Ni	Co	Cr	V	Mn	B
VK, %	48	38	37	25	24	24	22	19
Cheminis elementas	Mo	Ni	Ba	Cr	V	Co	B	Mn
Koncentracijos koeficientų maksimalios reikšmės, (K_k)	3,7	2,7	1,8	1,8	1,5	1,5	1,5	1,5

* - RFA metodu gauti rezultatai

Didžiausių technofiliškumu pasižyminčių cheminių elementų eilės dalis beveik idealiai sutampa su maksimalių koncentracijos koeficientų eile. Tik Cu* ir Pb* yra susikeitę vietomis, bet paminėtina, jog variacijos koeficientas tarp Cu* ir Pb* skiriasi tik vienu procentu. Tai patvirtina anksčiau minėtą prielaidą, kad cheminiai elementai, kurių variacijos koeficientas viršija 50%, yra technogeninės kilmės, o cheminių elementų, kurių variacijos koeficientas yra mažiau 25%, maksimalūs koncentracijos koeficientai yra mažiausi ir pas visus elementus jie yra lygūs 1,5. Tai taip pat patvirtina prielaidą, kad cheminiai elementai, kurių variacijos koeficientas yra mažesnis nei 25%, yra gamtinės kilmės.

IŠVADOS

Atlikus visus skaičiavimus, įvertinus surinktus duomenis ir gautus rezultatus buvo padarytos sekančios išvados apie Vilniaus miesto sporto aikščių grunto užterštumą:

- 1) Tirtų stadionų gruntas užterštas Zn, Pb, Cu, Ag ir Sn. Pirmieji trys cheminiai elementai sietini su autotransporto tarša, o kiti du priskirtini prie buitinių atliekų keliamos taršos.
- 2) Cr, V, Mn ir B kiekiai priklauso nuo grunto mineralinės sudėties ir nėra sietini su technogenine tarša.
- 3) Nustatyti Mo, Ba, Ni ir Co kiekiai nekelia didelio pavojaus gyvajai aplinkai ir žmonėms.
- 4) Pagal optinės atominės emisinės spektrofotometrinės analizės duomenis didžiausią pavojų aplinkai kelia Pb, Zn, Sn ir Ag tarša, kuri viršija DLK penkiose tirtose vietose. Naujininkų vidurinės mokyklos stadione DLK viršija Zn, Juventos gimnazijos stadione DLK viršija Pb, Bazilijonų gatvės stadione – Pb ir Sn, o Ag yra pavojingai artimas DLK, Mindaugo vidurinės mokyklos stadione – Ag, Pb, Sn ir Zn, Gerosios Vilties vidurinės mokyklos stadione – Sn.
- 5) Pagal rentgeno fluorescencinės analizės rezultatus Pb ir Zn neviršija DLK. Tai gali būti susiję su tuo, kad naudota analitinė įranga šiems cheminiams elementams dar nėra patikimai sukalibruota, o gauti rezultatai nėra patikimi. Bet pagal ją Pb ir Zn kiekiai yra pavojingai artimi DLK keturiose vietose. Naujininkų vidurinės mokyklos stadione – Zn, Juventos gimnazijos stadione – Pb, Mindaugo vidurinės mokyklos stadione – Zn, Laisvės gimnazijos stadione – Pb.
- 6) Tiesioginio ryšio tarp grunto tipo ir cheminio elemento kiekio jame nustatyta nebuvo. Tai galėjo lemti ir mažas mėginių kiekis atskiriems grunto tipams, ir cheminės analizės netikslumas.

Literatūra

1. Krasilščikovas D., Jatulienė N., Taraškevičius R., Barysienė R., Michailenko N. 1988. Išorinės aplinkos kokybė ir ikimokyklinio amžiaus vaikų sergamumas stambiame pramoniniame centre. *Sveikatos apsauga*, Nr. 11, p. 11-13
2. Taraškevičius R. 2003. URBANIZUOTŲ TERITORIJŲ IŠSKLAIDYTOSIOS TARŠOS SUFORMUOTŲ PEDOGEOCHEMINIŲ ANOMALIJŲ KAITOS PROGNOZAVIMO GALIMYBĖS. *Geografijos metraštis 36(2) t.*
3. Zinkutė R. 2002. Mikroelementų technogeninės asociacijos Lietuvos urbanizuotų teritorijų dirvožemiuose.
4. „NUOTEKŲ DUMBLO NAUDOJIMO TRĘŠIMUI BEI REKULTIVAVIMUI REIKALAVIMAI“ LAND 20-2005. Patvirtinta Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2001 m. birželio 28 d. įsakymu Nr. 349 (Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2005 m. lapkričio 28 d. įsakymo Nr. D1-575 redakcija)
5. „LIETUVOS HIGIENOS NORMA HN 60:2004 PAVOJINGŲ CHEMINIŲ MEDŽIAGŲ DIDŽIAUSIOS LEIDŽIAMOS KONCENTRACIJOS DIRVOŽEMYJE“ Patvirtinta Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro 2004 m. Kovo 8d. Įsakymu Nr. V-114

SANTRAUKA

Darbo tikslas – nustatyti sunkiųjų metalų Vilniaus miesto aikštynų grunte pasiskirstymo ypatumus. Šiame darbe buvo naudoti 2007 metais surinktų ir ištirtų 52 Vilniaus miesto stadionų ir sporto aikščių grunto geocheminiai duomenys, nustatyti optinės atominės emisinės spektrometrinės analizės metodu Geologijos ir geografijos instituto spektrinių tyrimų laboratorijoje sekantiems cheminiams elementams: Ag, B, Ba, Co, Cr, Cu, Mn, Mo, Ni, Pb, Sn, V ir Zn.

Darbe atliktas Vilniaus miesto stadionų ir sporto aikščių geohigieninis ir ekogeocheminis vertinimas. Nustatinėta cheminių elementų foninių kiekių priklausomybė nuo grunto granulometrinės sudėties ir grunto tipo pagal Vilniaus miesto kvartero geologinio žemėlapiu duomenis. Taip pat buvo nustatinėjami tyrimo objektų būdingieji taršos bruožai.

Darbo metu nustatyta, kad tirtų Vilniaus miesto stadionų ir sporto aikščių gruntas užterštas Zn, Pb, Cu, Ag ir Sn. Pirmieji trys cheminiai elementai sietini su autotransporto tarša, o kiti du priskirtini su buitinių atliekų keliama tarša. Cr, V, Mn ir B kiekiai priklauso nuo grunto mineralinės sudėties ir nėra sietini su technogenine tarša. Nustatyti Mo, Ba, Ni ir Co kiekiai nekelia didelio pavojaus gyvajai aplinkai ir žmonėms. Pagal optinės atominės emisinės spektrofotometrines analizės duomenis didžiausią pavojų aplinkai kelia Pb, Zn, Sn ir Ag tarša, kuri viršija DLK penkiose tirtose vietose. Tuo tarpu pagal rentgeno fluorescencinės analizės rezultatus Pb ir Zn neviršija DLK. Nustatinėjant cheminių elementų foninių kiekių priklausomybę nuo grunto granulometrinės sudėties ir grunto tipo, tiesioginio ryšio tarp grunto tipo ir cheminio elemento kiekio jame nustatyta nebuvo.

SUMMARY

HEAVY METALS IN THE SOILS OF STADIUMS OF VILNIUS CITY

The aim of investigation was to determine distribution peculiarities of heavy metals in stadiums of Vilnius City. The 52 samples from the uppermost part (~10 cm depth) of soil were taken in year 2007.

Ag, B, Ba, Co, Cr, Cu, Mn, Mo, Ni, Pb, Sn, V ir Zn contents were determined by optical atomic emission spectrophotometry. In addition, Cu, Pb and Zn were analyzed by XRF. The analyses were carried out at Institute of Geology & Geography.

Two background level sets of the determined chemical elements were calculated for soils classified according grain-size analysis and geological data extracted from the Quaternary geological map of Vilnius.

The obtained results revealed that Zn, Pb, Cu, Ag and Sn contaminate soils of some stadiums. The contamination of soils by Zn, Pb and Cu could be related to chemical pollution from motor vehicles. A domestic waste pollution may have influenced elevated quantities of Ag and Sn. The rest elements (Cr, V, Mn and B) are rather controlled by the mineral composition of soils. The contamination of soils by Mo, Ba, Ni and Co is not significant and risk to the environment and the people is minimal. The major threat to the environment arises from Pb, Zn, Sn and Ag contamination. The maximum allowable concentration (MAC) of the latter elements is exceeded in the five surveyed areas. However, the values of Pb, Zn and Cu determined by XRF are below MAC. Analytical uncertainties between the analytical methods used may be responsible for the latter fact. No linear relationship between grain-size and chemical elements variation was found.