

## 2. Tyrimų vietos, ėmimo ir laboratorinių tyrimų metodika, rezultatų analizės metodologija

Šiame Klaipėdos mokymo ir sveikatos apsaugos įstaigų aplinkos ekogeocheminės kokybės analizės duomenų rinkinyje yra moksliskai apibendrinami ir aprašomi Klaipėdos mokymo ir sveikatos apsaugos įstaigų ir gretimų jiems visuomeninės- rekreacinės panaudos vietų – stadionų - dirvožemio ir grunto laboratorinių tyrimų rezultatai, gauti Geologijos ir geografijos instituto aplinkos geochemijos laboratorijoje.

### 2.1 Tyrimų vietos, ėminių ėmimas

2006 metų birželio – rugsėjo mėnesį buvo surinkti 103 dirvožemio ėminiai:

- 63 – iš greta mokymo įstaigų esančios aplinkos (1 – iš greta esančio sodo),
- 10 – iš greta sveikatos apsaugos įstaigų esančios aplinkos,
- 28 – nuo miesto stadionų;
- 1 ėminys – iš miesto centre esančio gyvenamojo namo aplinkos.

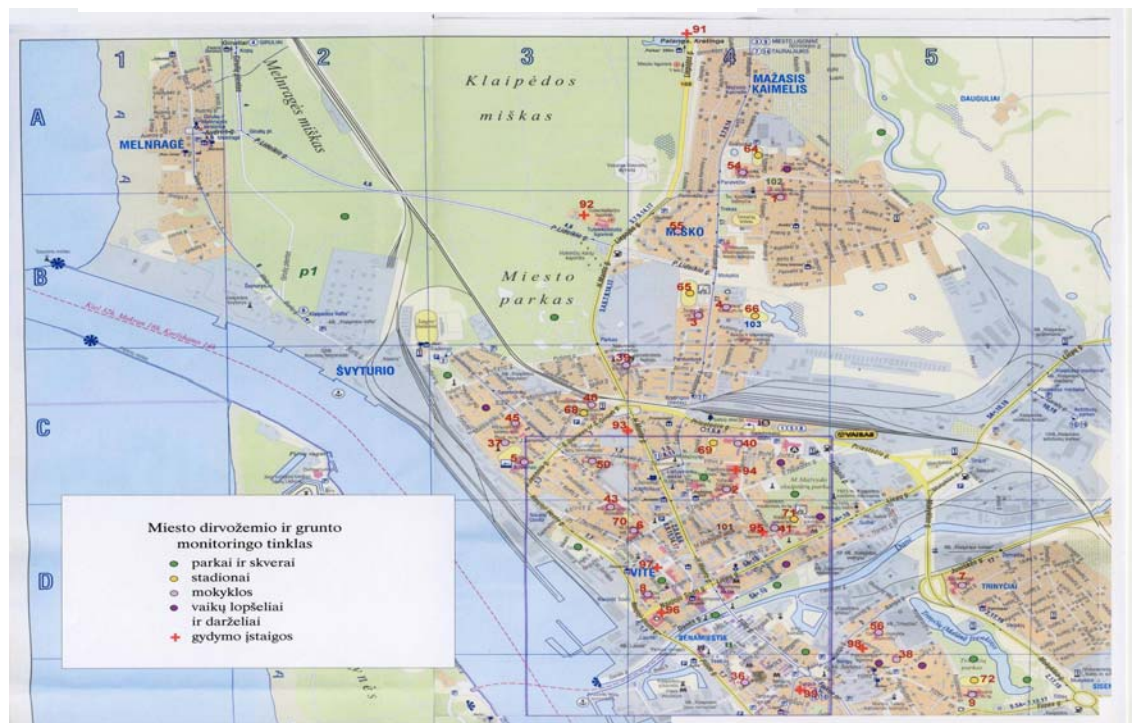
Ėminiams imti buvo sukurta tokia procedūra: apeinama visą tiriamo objekto – mokymo ar gydymo įstaigos teritorija viso jai priklausančio ploto ribose ir kas 5-10 metrų į plastikinį (maistui skirtą) plastmasinį kibirą semiamas dirvožemio (ar paviršinio grunto) subėminys ~ 100 g. Apėjus įstaigą iš visų pusių ir susėmus į kibirą 15-25 subėminių, bendras kibiro turinys 10 minučių yra homogenizuojamas jį nuodugnai išmaišant. Po to, pasemiant iš skirtingų kibiro vietų po 50-100 g homogenizuoto grunto, ėminys perdedamas į polietileninį maišelį. Bendras surinktas maišelio svoris siekė 1,5-2,0 kg (1 pav.). Objekto aplinkos bendras vaizdas įskaitmeninamas skaitmeniniu fotoaparatu. Stadionuose subėminiai buvo renkami į plastikinį (maistui skirtą) kibirą kas 3-5 metrus, einant ilgąja ašimi nuo vienu vartų iki kitu. Bendras ėminys buvo paruošiamas homogenizuojant kibiro turinį pagal aukščiau aprašytąją procedūrą. Aplinkos bendras vaizdas ir būdingi tiriamo objekto aplinkos akcentai taip pat buvo įskaitmeninami skaitmeniniu fotoaparatu. Ėminių paėmimo vietos yra parodytos 2-5 paveiksluose.

Mėginius rinko ir tyrimų medžiagą apibendrino fizinių (gamtos) mokslų daktaras R. Taraškevičius. Mėginiai paimti prisilaikant Lietuvos higienos normos HN 60:2004 "Pavojingų cheminių medžiagų didžiausios leidžiamos koncentracijos dirvožemyje" reikalavimų. Objektų pavadinimai parinkti pagal <http://www.klaipeda.lt/klaipeda/selectPage.do;jsessionid=0F67C4E5948EB9CBEAAD7EA24B1ECEDF?categoryId=86&pathId=33>

Vydūno vidurinės mokyklos pradinės klasės yra kitame pastate negu vyresniosios klasės, o pastatai yra nutolę vienas nuo kito per 700 metrų. Todėl šias mokyklos formalias „sudedamąsias“ mes pagal funkcinių pobūdį ir potencialų recipientų pažeidžiamumą sąlyginai vertinsime kaip atskiras mokyklas: „pradinių klasių“ ir „vidurinė“.



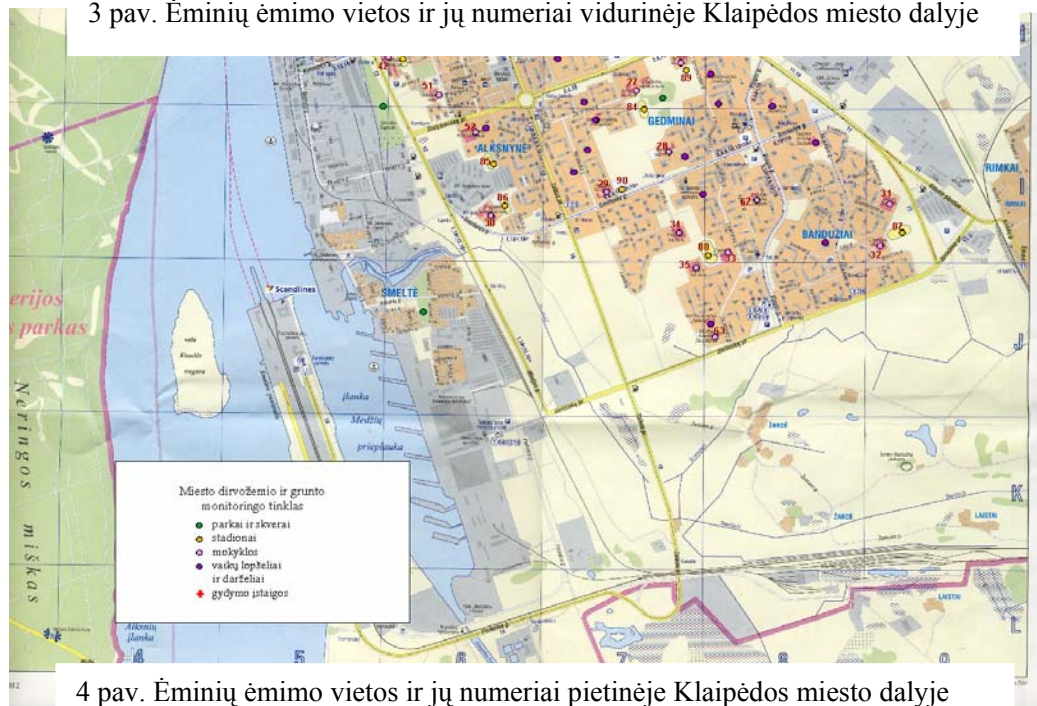
1 pav. Tiriama aplinka ir ėminių ėmimo įrankiai



2 pav. Ėminių ėmimo vietos ir jų numeriai šiaurinėje Klaipėdos miesto dalyje



3 pav. Ėminių ėmimo vietos ir jų numeriai vidurinėje Klaipėdos miesto dalyje



4 pav. Ėminių ėmimo vietos ir jų numeriai pietinėje Klaipėdos miesto dalyje

Preliminarūs ėmimo vietų pavadinimai yra pateikiami 2.1 lentelėje

**2.1 lentelė.** Tyrimų vietos: Numeris (žemėlapyje) ir vietos pavadinimas

Numeris	Vieta, pavadinimas	Numeris	Vieta, pavadinimas
1	2-i speciali internatinė mokykla	53	„Žuvėdra“, lopšelis-darželis d (Gamtinink.centras)
2	V. Didžiojo gimnazija	54	Vaikų globos namai „Danė“ ir pagr.m.,„Universa VIA“
3	Žemynos gimnazija	55	„Varpelis“, mokykla-darželis
4	Verdenės pagrindinė mokykla	56	„Šaltinėlis“, mokykla-darželis
5	Vitės pagrindinė mokykla	57	„Saulutė“, mokykla-darželis
6	M.Gorkio vidurinė mokykla	58	„Svetliaciok“, specialioji pagrindinė mokykla
7	Saulėtekio pagrindinė mokykla	59	M.Montessori , mokykla-darželis
8	S.Dacho vidurinė mokykla	60	„Nykštukas“, mokykla-darželis
9	Sendvario pagrindinė mokykla	61	„Vermė“, specialioji mokykla-darželis
10	Žaliakalnio vidurinė mokykla	62	„Vyturėlis“, mokykla-darželis
11	Ažuolyno gimnazija	63	„Du gaideliai“, mokykla-darželis
12	Gabijos pagrindinė mokykla	64	Vaikų globos namų „Danė“ stadionas
13	Aitvaro gimnazija	65	Žemynos gimnazijos stadionas
14	Baltijos vidurinė mokykla	66	Verdenės pagrindinės mokyklos stadionas, veja
15	M.Mažvydo pagrindinė mokykla	67	Verslo ir technologijų kolegijos Verslo fak. stadionas
16	A.Rublio pagrindinė mokykla	68	Paslaugų ir verslo m.okyklos stadionas
17	H.Zudermano vidurinė (internatinė) mokykla	69	KU pedagogikos fakulteto stadionas
18	Gedminių pagrindinė mokykla	70	M.Gorkio vidurinės mokyklos stadionas
19	Vaikų globos namai „Rytas“ ir Gilijos pradinė mokykla	71	KU menų fakulteto stadionas
20	I.Simonaitytės pagrindinė mokykla	72	Sendvario pagrindinės mokyklos stadionas
21	Kurčiųjų internatinė mokykla	73	V.Knašiaus futbolo mokyklos stadionas
22	Pamario vidurinė mokykla	74	Verslo ir technologijų kol.. Technologijų fak. stadionas
23	Vėtrungės gimnazija	75	Statybininkų ir turizmo m-lų stadionas
24	Santarvės vidurinė mokykla	76	M.Mažvydo pagrindinės mokyklos stadionas
25	Ed.Balsio menų gimnazija	77	„Baltijos“ stadionas
26	Versmės vidurinė mokykla	78	Moksleivių saviraiškos centro stadionas
27	Aukuro vidurinė mokykla	79	A.Rublio pagrindinės m-los stadionas
28	Kuršių vidurinė mokykla	80	Vaikų glob.namų „Rytas“ stadionas
29	Smeltės vidurinė mokykla	81	Hr.Zudermano interntinės m-los stadionas
30	1-i speciali internatinė mokykla	82	Vėtrungės gimnazijos stadionas
31	Varpo vidurinė mokykla	83	KU socialinių mokslų fakulteto stadionas
32	L.Stulpino pagrindinė mokykla	84	Aukuro vidurinės mokyklos stadionas
33	Pajūrio vidurinė mokykla	85	Laiivų statybos ir remonto m-los stadionas
34	P.Mašioti vidurinė mokykla	86	1-os spec. interntinės m-los stadionas
35	Vyturio vidurinė mokykla	87	L.Stulpino pagrindinės mokyklos stadionas
36	Vydūno vidurinė mokykla	88	Pajūrio ir Vyturio vid. m-lų stadionas
37	„Vaivorykštės takas“, privati pagrindinė m-la	89	Versmės vidurinės mokyklos stadionas
38	Vydūno vidurinės mokyklos pradinės klasės	90	Smeltės vidurinės mokyklos stadionas
39	KU centriniai rūmai	91	Klaipėdos ligoninė
40	KU pedagogikos fakultetas	92	Tuberkuliozinės ligoninės vaikų skyrius
41	KU menų fakultetas	93	Konsultacinė poliklinika
42	KU socialinių mokslų fakultetas	94	Apskrities ligoninė
43	KU Jūreivystės institutas	95	Vaikų ligoninė
44	KU jūrų technikos fakultetas	96	Odos ir venerinių ligų ligoninė
45	KU tęstinių studijų institutas	97	Psichoterapijos ligoninė
46	Verslo ir technologijų kolegijos Verslo fakultetas	98	Psichiatrijos ligoninė

Numeris	Vieta, pavadinimas	Numeris	Vieta, pavadinimas
47	Verslo ir technologijų kolegijos Technologijų fakultetas	99	Psichikos sveikatos centras
48	Paslaugų ir verslo mokykla	100	Budinčio gydytojo tarnyba
49	Statybininkų ir turizmo mokyklos	101	Gyven. namo kiemas (M.Mažvydo 9)
50	Paslaugų ir verslo mokykla	102	2-os specialios internatinės mokyklos sodas
51	Laivininkų mokykla	103	Verdenės pagrindinės mokyklos stadionas, bėgimo takas
52	Laių statybos ir remonto mokykla		

Dirvožemio ir grunto ėminių koordinatės, apskaičiuotos panaudojant GIS technologijas, pateikiamos 2.2 lentelėje.

**2.2 lentelė.** Tyrimų vietų koordinatės

EilNr	X	Y	EilNr	X	Y
1	320201.0897	6181417.59502	53	322646.7995	6175911.12381
2	319870.3546	6179520.21305	54	319986.4013	6181553.95091
3	319777.5131	6180660.38314	55	319742.6991	6181162.28815
4	319902.2643	6180686.49260	56	320601.4570	6178612.13632
5	318892.6499	6179775.51575	57	321222.3130	6177123.82203
6	319438.0734	6179311.32486	58	322301.5555	6176137.41692
7	320993.1156	6178925.46653	59	321953.4113	6175528.16560
8	319472.8874	6178870.34331	60	322255.1368	6175037.86109
9	321016.3249	6178188.56386	61	321463.1109	6174974.03333
10	320145.9665	6177956.46633	62	323421.4205	6173857.07258
11	321390.5828	6177692.45910	63	323151.6088	6172995.41869
12	321088.8572	6177596.71746	64	320119.8570	6181669.99759
13	321138.1760	6177483.57091	65	319783.3175	6180808.34370
14	322159.3993	6176288.27760	66	320079.2386	6180683.59247
15	322130.3856	6176090.99825	67	322493.0346	6180347.05294
16	322347.9741	6175914.02394	68	319185.6709	6180077.24128
17	322449.5160	6175684.82654	69	319823.9359	6179839.34350
18	322539.4532	6175415.01905	70	319359.7409	6179372.25249
19	321300.6456	6175615.19853	71	320198.1896	6179351.94328
20	321109.1665	6175600.69373	72	321016.3249	6178287.20145
21	320682.6897	6175766.06338	73	321268.7317	6177570.60800
22	321242.6180	6175383.10517	74	320476.7016	6177486.47103
23	322571.3671	6175220.63565	75	321463.1109	6176404.32428
24	322571.3671	6174953.72829	76	322017.2390	6176146.11730
25	322730.9323	6174887.00040	77	320470.9014	6176015.56582
26	322974.6345	6174820.27252	78	320563.7387	6175708.04004
27	322603.2810	6174599.77966	79	322223.2229	6175922.72848
28	322806.3648	6174225.52600	80	321283.2365	6175739.94975
29	322501.7391	6173947.00980	81	322513.3438	6175551.37494
30	321732.9226	6173796.14911	82	322606.1811	6175156.81206
31	324175.7323	6173755.53069	83	321219.4087	6174843.48186
32	324161.2233	6173503.12812	84	322696.1183	6174466.32390
33	323229.9414	6173497.32371	85	321735.8227	6174182.00745
34	322922.4114	6173598.86559	86	321802.5506	6173883.18621
35	323032.6579	6173421.89545	87	324254.0648	6173662.69335
36	319879.0550	6178313.31508	88	323096.4856	6173543.74654
37	318767.8986	6179908.97151	89	322992.0436	6174704.22168
38	320636.2710	6178438.06630	90	322553.9622	6173967.31901
39	319374.2498	6180390.57148	91	319629.5525	6183715.34427
40	319954.4874	6179865.45297	92	319252.3987	6181313.15300
41	320105.3481	6179343.23874	93	319406.1596	6179949.58993
42	321085.9529	6174843.48186	94	319957.3875	6179697.18320
43	319298.8174	6179456.38529	95	320053.1292	6179305.52461
44	320436.0874	6177735.97348	96	319493.1966	6178812.31997

EilNr	X	Y	EilNr	X	Y
45	318823.0219	6179996.00860	97	319522.2104	6179064.72254
46	322423.4066	6180492.11337	98	320470.9014	6178533.80377
47	320537.6293	6177654.74080	99	320227.1992	6178272.69666
48	319217.5847	6180120.75983	100	321724.2180	6175171.31685
49	321378.9739	6176285.37748	101	319847.1453	6179308.42474
50	319205.9801	6179766.81537	102	320195.2853	6181472.71823
51	321381.8782	6174591.07512	103	320073.4384	6180671.98781
52	321619.7760	6174358.98176			

## 2. 2. Laboratorinių tyrimų metodika ir rezultatai

Ag, Al, B, Ba, Ca, Co, Cr, Cu, Fe, Ga, La, Li, Mg, Mn, Mo, Nb, Ni, P, Pb, Sc, Sn, Sr, Ti, V, Y, Yb, Zn, Zr kiekių laboratoriniai tyrimai yra atlikti optinės atominės emisinės spektrofotometrinės analizės metodu Geologijos ir geografijos instituto spektrinių tyrimų laboratorijoje: leidimas Nr. IAT–44. Jų aprašymas, tyrimų kokybės parametrai ir patys tyrimų rezultatai yra pateikiami darbe „Dirvožemio ekogeocheminis tyrimas Klaipėdos mieste“ (darbai, atlikti pagal 2006 m. birželio 12 d. sutartį Nr. 50411 tarp Geologijos ir geografijos instituto ir Klaipėdos universiteto Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo instituto). Naftos produktų – lengvųjų angliavandenilių (C<sub>6</sub>-C<sub>28</sub>) kiekiai IR-spektrometrijos metodu buvo tiriami UAB „Klaipėdos vanduo“ nuotekų tyrimo laboratorijoje: leidimas Nr. IAT–49.

## 2. 3. Rezultatų įvertinimo, matematinės statistinės analizės ir apibendrinimo metodologija

Tyrimų rezultatai yra įvertinti pagal Lietuvos higienos normą HN 60:2004, naudojant tris dirvožemio užterštumo rodiklius.

**Geohigieninis vertinimas.** Svarbus dirvožemio užterštumo cheminėmis medžiagomis vertinimo rodiklis yra pavojingų cheminių medžiagų didžiausia leidžiama koncentracija (DLK) dirvožemyje. Kuo didesnė cheminės medžiagos koncentracija (C<sub>i</sub>) (mg/kg) nustatyta tiriamame dirvožemyje už DLK (mg/kg), tuo didesnis dirvožemio užterštumo pavojus.

Lyginant cheminės medžiagos koncentraciją dirvožemyje su DLK nustatomas dirvožemio užterštumo šia medžiaga užterštumo koeficientas **K<sub>0</sub>**, kuris išreiškiamas santykiu:

$$K_0 = \frac{C_i}{DLK}, \quad (4.1)$$

C<sub>i</sub> – cheminės medžiagos koncentracija tiriamame dirvožemio mėginyje (mg/kg), DLK – cheminės medžiagos didžiausia leidžiama koncentracija dirvožemyje (mg/kg).

Užterštumo koeficientas **K<sub>0</sub>** yra paskaičiuotas Ag, B, Ba, Co, Cr, Cu, Mn, Mo, Ni, Pb, Sn, V, Zn ir naftos produktams – lengviesiems angliavandeniliams (C<sub>6</sub>-C<sub>28</sub>), nes šiems elementams HN60:2004 yra nurodytos didžiausios leidžiamos koncentracijos (DLK) reikšmės. Vertinimas atliekamas naudojantis formule 4.1.

Pagal  $K_0$  reikšmę atliekamas dirvožemio užterštumo pavojingumo laipsnio įvertinimas:

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

Greta tikslinga atlikti elementų kiekių vertinimą, atrandant viršijančius LAND 20-2005 nurodytus elementų kiekius, kuriems esant šis dirvožemis negali būti tręšiamas nuotekų dumbliu:

Cheminis elementas	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
DLK pagal 4-ąją LAND 20-2005 lentelę, mg/kg	50	50	50	50	160

**Ekogeocheminis vertinimas.** Dirvožemio užterštumas vertinamas apskaičiuojant cheminio elemento koncentracijos koeficientą  $K_k$ , kuris lygus:

$$K_k = \frac{C_i}{C_f}, \quad (4.2)$$

$C_i$  – nustatytas cheminio elemento kiekis tiriamame dirvožemio mėginyje (mg/kg),  $C_f$  – foninis cheminio elemento kiekis tiriamame dirvožemio mėginyje (mg/kg).

Foninis cheminio elemento kiekis gali būti nustatomas papildomai tiriant vietovę švariose vietose ir surenkant foninius (neužterštus) ėminius bei juos ištiriant arba pasirenkant reikšmes iš literatūrinių šaltinių. Šiuo atveju tiriamų objektų geocheminio fono reikšmėmis (geofonas) pasitelktos Klaipėdos rajonui nurodytosios elementų kiekių vertės [5].

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

$$Z_d = \sum K_i - (n-1), \quad (4.3)$$

$n$  – cheminių elementų kiekis,  $K_i$  - koncentracijos koeficientų  $K_k$  suma.

Dirvožemio užterštumo kategorija - laipsnis yra įvertinama pagal HN 60:2004 pateiktą I priedą ir Ag, B, Ba, Co, Cr, Cu, Mn, Mo, Ni, Pb, Sn, V ir Zn koncentracijos koeficientų  $K_k$  sumą:

Užterštumo kategorija – laipsnis	$Z_d$
<b>Leistinas</b>	$Z_d < 16$
<b>Vidutinio pavojingumo</b>	$16 < Z_d < 32$
<b>Pavojingas</b>	$32 < Z_d < 128$
<b>Ypač pavojingas</b>	$Z_d > 128$

Sugretinus abu rodiklius –  $K_0$  ir  $Z_d$ , pagal didesnį vieno iš jų pavojingumo laipsnį yra nustatomas ir įvardijamas **Bendras dirvožemio užterštumo pavojingumo laipsnis**.

Tiriamos vietos yra sugrupuojamos pagal funkcinį jų pobūdį ir pateikiami pagrindiniai cheminių medžiagų pasiskirstymo parametrai jų dirvožemiuose: medianos, vidurkiai, maksimali reikšmė, standartinis nuokrypis, variacijos koeficientas.

Variacijos koeficientas vertinamas standartinio nuokrypio reikšmę dauginant iš 100 procentų ir dalijant iš vidurkio:

$$VK = \frac{STDEV * 100\%}{V}, \quad (4.4)$$

*STDEV* – nustatytos cheminės medžiagos kiekių standartinis nuokrypis apibendrinamos grupės ėminiuose, mg/kg, *V* – vidurkinis nustatytos cheminės medžiagos kiekis apibendrinamos grupės ėminiuose, mg/kg.

Kiekvienai grupei priskirto objekto aplinka apibūdinama pateikiant sugretintas suminio užterštumo rodiklio  $Z_d$  ir naftos produktų – lengvųjų angliavandenilių ( $C_6-C_{28}$ ) užterštumo koeficientų  $K_o$  diagramas: **kairysis** stulpelis skirtas  $Z_d$  reikšmei, o **dešinysis** – naftos produktų – **lengvųjų angliavandenilių** ( $C_6-C_{28}$ ) užterštumo koeficientų  $K_o$  reikšmei parodyti.

Spalvine gama yra pateikiamas jų ekogeocheminis ir geohigieninis vertinimas:

- **geltona spalva** įspėjama, kad  $Z_d$  ar  $K_o$  reikšmės yra artimos vidutinio pavojingumo laipsniui: pažymėtoji  $Z_d$  reikšmė yra didesnė negu 70%  $Z_d=16$ , t.y.- >11,2 reikšmės arba užterštumo koeficientu  $K_o$  išreikštas lengvųjų angliavandenilių ( $C_6-C_{28}$ ) kiekis yra didesnis negu 70% DLK t.y. >21 mg/kg reikšmės,
- **oranžine spalva** žymimas „vidutinio pavojingumo“ laipsnis;
- **raudona spalva** žymimas „pavojingas“ laipsnis;
- **violetine (magenta) spalva** žymimas „ypač pavojingas“ laipsnis.

Būdingus kiekvienos tiriamos įstaigos ar objekto aplinkos ekogeocheminius bruožus atskleidžiame pateikę cheminių elementų, mažėjant jų koncentracijos koeficientų  $K_k$  reikšmėms, sekų diagramas. Šiose diagramose spalvine gama taip pat yra išreikštas cheminių elementų kiekių santykis su jų DLK. Spalvine gama (geltona, oranžine, raudona, violetine spalvomis) atitinkamai žymimi tie patys  $K_o$  vertinimo lygiai, kaip aprašyta aukščiau. Ši spalvinė gama naudojama ir lentelėse nurodytų skaitinių reikšmių žymėjimui.

Kitoje diagramoje yra palygintas tiriamos įstaigos aplinkos dirvožemyje aptiktų elementų kiekis su šios įstaigų grupės vidurkinių  $K_k$  reikšmėmis: parodyta, kuriais elementais aplinka yra turtingesnė negu yra grupės vidurkis. Jei greta įstaigos yra stadionas, toje pat diagramoje yra palygintas greta tiriamos įstaigos esančiame stadiono grunte aptiktų elementų kiekis su tiriamos įstaigos aplinkos dirvožemyje aptiktu elementų kiekiu: parodyta, kuriais elementais stadiono gruntas yra turtingesnis negu įstaigos aplinkos dirvožemio – įvertinama jo kaip aktyvios rekreacinės aplinkos donoro kokybė.

Cheminių elementų pasiskirstymo parametrai ir tarpusavio ryšiai yra įvertinami pasitelkus programas „STATISTICA“, „EXEL“. Naftos produktų pasiskirstymo parametrus įvertimo ir duomenis GIS analizei pritaikė Rimantas Kaulakys.