

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

Šiame darbe yra moksliskai apibendrinami ir aprašomi Klaipėdos ikimokyklinių įstaigų, aplinkos, esančios greta oro kokybės stebėjimo, naudojant pasyvius sorbentus, vietų bei parkų ir skverų - dirvožemio ir grunto laboratorinių tyrimų rezultatai, gauti Geologijos ir geografijos instituto aplinkos geochemijos laboratorijoje. O sujungus juos į bendrus duomenų masyvus yra sukurti miesto ekogeocheminio vertinimo žemėlapiai.

2.1 Tyrimų vietos, ėminių ėmimas

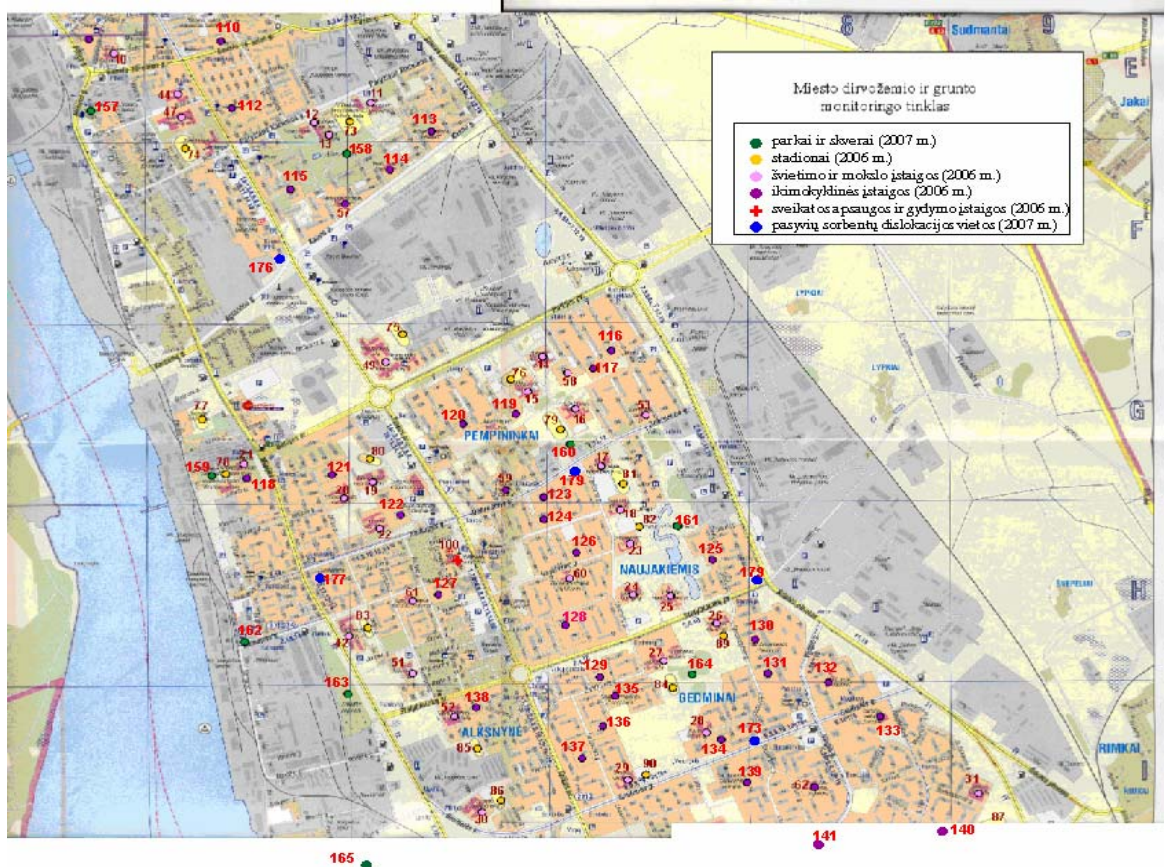
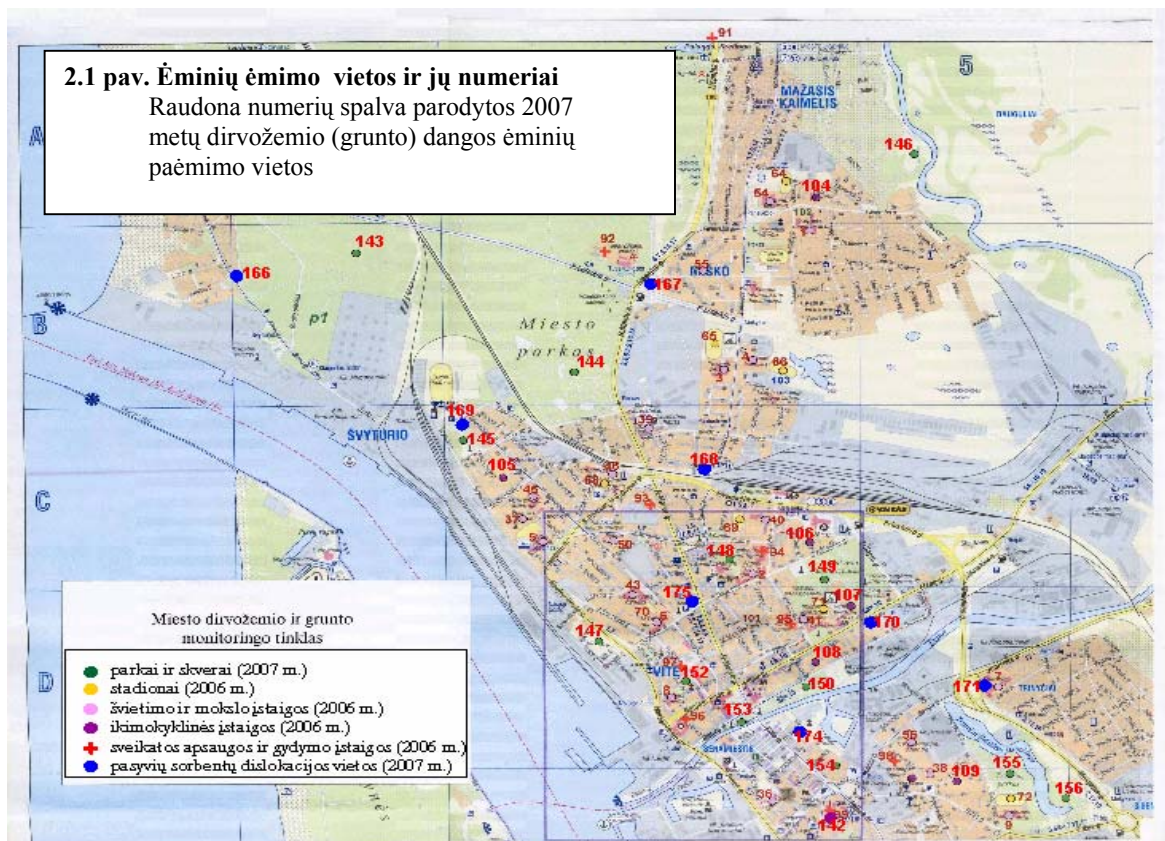
2007 metų rugpjūčio – rugsėjo mėnesiais Klaipėdos mieste buvo surinkti 76 dirvožemio ir grunto paviršinės dangos ėminiai:

- 39 – iš greta ikimokyklinių įstaigų (vaikų lopšeliai, lopšeliai-darželiai) esančios aplinkos,
- 14 – iš aplinkos, esančios greta oro kokybės stebėjimo, naudojant pasyvius sorbentus, vietų,
- 23 – iš miesto parkų ir skverų.

Ėminiams imti sukurta procedūra yra aprašyta 2006 metais [1], kuria pasinaudojant 2006 metų birželio – rugsėjo mėnesį buvo paimti 103 ėminiai. Jos esmė: ėminiai imami apeinat visą tirimo objekto – ikimokyklinių įstaigų, viešųjų erdvių ir parkų ar skverų plotą. Kas 5-10 metrų į plastikinį (maistui skirtą) kibirą nerūdijančio plieno kastuvėliu semiamas dirvožemio (ar paviršinio grunto) poėminys. Apėjus tiriamą sklypą ir susėmus į kibirą 15-25 poėminius bendras kibiro turinys 10 minučių yra homogenizuojamas jį nuodugniai išmaišant. Po to pasemiant iš skirtingų kibiro vietų apie 1,5-2,0 kg surinkto ėminio yra perdedama į plastikinį maišelį.

2006 ir 2007 metais paimtų ėminių paėmimo vietos yra parodytos 1 paveiksle [2].

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>



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
104	„Atžalynas“, l/d	142	„Putinėlis“, l/d
105	„Drugelis“, l/d	143	Melnragės msk gr Švyturio
106	„Traukinukas“, l/d	144	Miesto parkas,
107	„Svirpliukas“, l/d	145	Skveras prie „Žalgirio“ std
108	„Boružėlė“, l/d	146	Danės pakrant pieva,
109	„Kregždutė“, l/d	147	Dykra pr Titnago g,
110	„Pingviniukas“, l/d	148	Skveras pr Klp.koncert sal,
111	„Radastėlė“, l/d	149	M.Mažvydo sklpt parkas,
112	„Vėrinėlis“, l/d	150	Skveras palei Danę
113	„Inkarėlis“, l/d	151	K.Donelaičio aikš skveras
114	„Žiogelis“, l/d	152	Skveras pr Evang Bapt bzn
115	„Klevelis“, l/d	153	Skveras aplink Žvejo sklpt
116	„Liepaite“, l/d	154	Skveras pr Bangų g
117	„Peledžiukas“, l/d	155	Trimičių parko šiaur.dalis
118	„Aušrinė“, l/d	156	Trimičių parko piet.dalis,
119	„Čiauškutė“, l/d	157	Skveras Storoji Liepa,
120	„Šermukšnėlė“, l/d	158	Ažuolyno parkas
121	„Bangėlė“, l/d	159	Skveras gr kurč intern m.
122	„Puriena“, l/d	160	Skveras gr A.Rubliovo pm
123	Apleistas l/d	161	Draugystės parkas
124	„Pušaitė“, l/d	162	Skver gr AB „Klp Smeltė“
125	„Sakalėlis“, l/d	163	Skveras gr Smeltės kapinių
126	„Eglutė“, l/d	164	Gedminių parkas
127	„Švyturėlis“, l/d	165	Smeltės gyvenvietės skveras
128	„Žemuogėlė“, l/d	166	Greta oro kokybės pasyviais sorbentais tyrimų vietos Nr1
129	„Pagrandukas“, l/d	167	Greta oro kokybės pasyviais sorbentais tyrimų vietos Nr2
130	„Pakalnutė“, l/d	168	Greta oro kokybės pasyviais sorbentais tyrimų vietos Nr3
131	„Rūta“, l/d	169	Greta oro kokybės pasyviais sorbentais tyrimų vietos Nr5
132	„Dobiliukas“, l/d	170	Greta oro kokybės pasyviais sorbentais tyrimų vietos Nr6
133	„Berželis“, l/d	171	Greta oro kokybės pasyviais sorbentais tyrimų vietos Nr7
134	„Volungėlė“, l/d	172	Greta oro kokybės pasyviais sorbentais tyrimų vietos Nr8
135	„Pumpurėlis“, l/d	173	Greta oro kokybės pasyviais sorbentais tyrimų vietos Nr9
136	„Papatėlis“, l/d	174	Greta oro kokybės pasyviais sorbentais tyrimų vietos Nr10
137	„Žiburėlis“, l/d	175	Greta oro kokybės pasyviais sorbentais tyrimų vietos Nr11
138	„Alksniukas“, l/d	176	Greta oro kokybės pasyviais sorbentais tyrimų vietos Nr12
139	„Linėlis“, l/d	177	Greta oro kokybės pasyviais sorbentais tyrimų vietos Nr13
140	„Ažuoliukas“, l/d	178	Greta oro kokybės pasyviais sorbentais tyrimų vietos Nr14
141	„Aitvarėlis“, l/d	179	Greta oro kokybės pasyviais sorbentais tyrimų vietos Nr15

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
104	322646,800	6175911,124	142	318039,721	6180999,193
105	320253,987	6181552,763	143	319083,298	6180747,838
106	318718,362	6180130,607	144	318534,087	6180339,959
107	320167,268	6179668,586	145	320868,237	6181411,991
108	320344,317	6179358,168	146	319126,658	6179246,272
109	320192,562	6179083,843	147	319755,360	6179639,710
110	320781,518	6178394,422	148	320286,506	6179571,130
111	320662,282	6178080,392	149	319990,220	6178867,271
112	320040,806	6178102,050	150	320170,882	6179199,348
113	320709,254	6177705,001	151	319531,340	6178997,213
114	321695,666	6177477,601	152	319787,879	6178780,641
115	321468,033	6177322,391	153	320225,081	6178520,755
116	320983,860	6177210,495	154	320947,727	6178441,346
117	322537,550	6176235,921	155	321316,277	6178264,478
118	322418,313	6176192,607	156	320040,806	6177715,829
119	320676,735	6175676,444	157	321244,013	6177423,457
120	322002,791	6175979,644	158	320474,393	6175680,054
121	321908,847	6175874,968	159	322393,021	6175788,338
122	321128,390	6175716,148	160	322804,930	6175499,576
123	321352,410	6175528,452	161	320618,923	6174817,375
124	322150,935	6175499,576	162	321077,804	6174582,755
125	322150,935	6175387,681	163	322851,902	6174543,050
126	322924,166	6175127,795	164	321312,663	6173236,400
127	322291,850	6175254,128	165	318039,721	6180999,193
128	321561,977	6175026,727	166	317510,767	6181258,638
129	322209,122	6174828,385	167	319480,754	6181130,448
130	322374,955	6174543,050	168	319683,095	6180116,169
131	323126,508	6174672,994	169	318544,927	6180408,541
132	323205,999	6174463,640	170	320445,487	6179275,148
133	323538,416	6174470,860	171	320926,048	6178939,461
134	323722,691	6174218,192	172	319870,984	6178257,260
135	322920,553	6174156,830	173	323090,375	6174124,344
136	322432,766	6174420,326	174	320066,098	6178694,013
137	322378,568	6174239,850	175	319585,537	6179423,138
138	322248,491	6174095,468	176	320893,529	6176863,980
139	321706,507	6174405,888	177	320994,699	6175131,403
140	323115,668	6173922,211	178	323148,186	6175012,289
141	320188,948	6178213,946	179	322281,010	6175615,082

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 „Ikimokyklinių

įstaigų ir rekreacinių bei visuomeninių teritorijų pedogeocheminis tyrimas Klaipėdos mieste“. Darbų, atliktų pagal 2007 m. rugpjūčio 16 d. sutartį Nr. 50412, ataskaita tarp Geologijos ir geografijos instituto ir Klaipėdos universiteto Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo instituto). Naftos produktų – lengvųjų angliavandenilių (C₆-C₂₈) 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_i) (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 **K₀**, kuris išreiškiamas santykiu:

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

C_i – cheminės medžiagos koncentracija tiriamame dirvožemio mėginyje (mg/kg), DLK – cheminės medžiagos didžiausia leidžiama koncentracija dirvožemyje (mg/kg).

Užterštumo koeficientas **K₀** yra paskaičiuotas Ag, B, Ba, Co, Cr, Cu, Mn, Mo, Ni, Pb, Sn, V, Zn ir naftos produktams – lengviems angliavandeniliams (C₆-C₂₈). Šiems elementams HN60:2004 yra nurodytos didžiausios leidžiamos koncentracijos (DLK) reikšmės. Vertinimas atliekamas naudojantis formule 4.1.

Pagal **K₀** reikšmę atliekamas dirvožemio užterštumo pavojingumo laipsnio įvertinimas:

K₀	Dirvožemio užterštumo pavojingumo laipsnis
K₀ ≤ 1	Leistinas
1 < K₀ ≤ 3	Vidutinio pavojingumo
3 < K₀ ≤ 10	Pavojingas
K₀ > 10	Ypač pavojingas

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 suma:

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

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_0 diagramas: **kairysis** stulpelis skirtas Z_d reikšmei, o **dešinysis** – naftos produktų – **lengvųjų angliavandenilių** (C_6 - C_{28}) užterštumo koeficientų K_0 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 atskleidžiamė 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.

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.