

TADAS STANKEVIČIUS

**BIRŽŲ PLOTO DIRVOŽEMIŲ IR
TECHNOGENINIŲ GRUNTŲ GEOCHEMINIS
RAJONAVIMAS**

Geochemical regionalism of Biržai area topsoil and technogenous ground

Master studies research

Tadas Stankevičius
Second year student of master studies of geological survey,
prospecting and exploration of mineral resources speciality

Supervisors
Senior geologist Petras Putys
Dr. Rimantė Zinkutė

2008

Vilniaus universitetas
Gamtos mokslų fakultetas
Geologijos ir mineralogijos katedra

Įvertinimas

**BIRŽŲ PLOTO DIRVOŽEMIŲ IR TECHNOGENINIŲ
GRUNTŲ GEOCHEMINIS RAJONAVIMAS**

Magistro darbas

Geologinės nuotraukos, paieškos ir žvalgybos specialybės
Magistro studijų programos
II kurso studento
Tado Stankevičiaus

Darbo vadovai:
vyr. geologas Petras Putys,
dr. Rimantė Zinkutė

Vilnius, 2008



TURINYS

AIŠKINAMASIS RAŠTAS

TEKSTAS	
ĮVADAS.....	7
1. TRUMPAS BIRŽŲ PLOTO APRAŠYMAS.....	9
2. ANKSTESNIŲ GEOCHEMINIŲ TYRIMŲ APŽVALGA.....	13
3. DARBUI NAUDOTA MEDŽIAGA.....	14
4. DARBŲ METODIKA.....	17
5. DARBŲ REZULTATAI.....	19
6. IŠVADOS.....	28
Literatūros sąrašas.....	30
7. A PRIEDAS.....	36
GRAFINĖ MEDŽIAGA	
A.1.a Priedas. Kvartero geologinio žemėlapiu legenda.....	38
A.1.b Priedas. Geomorfologinio žemėlapiu legenda.....	38
A.2 Priedas. Biržų ploto dirvožemio atrankos vietų technogenizacijos laipsnis.....	39
A.3 Priedas. Biržų ploto dirvožemio sudėtis.....	39
A.4 Priedas. Biržų ploto dirvožemių žemėnauda.....	40
A.5 Priedas. Biržų ploto dirvožemio atrankos vietų priklausomybė geomorfologiniams rajonams.....	40
A.6 Priedas. Faktorių zonų procentinis kiekis Vaškų, Lauksodžio ir Žeimelio moreninės lygumos rajone.....	41
A.7 Priedas. Faktorių zonų procentinis kiekis Nemunėlio Radviliškio moreninės limnoglacialinės lygumos rajone.....	41
A.8 Priedas. Faktorių zonų procentinis kiekis Linkuvos moreninio kalvagūbrio rajone.....	42
A.9 Priedas. Faktorių zonų procentinis kiekis Saločių limnoglacialinės lygumos rajone.....	42
A.10 Priedas. Faktorių zonų procentinis kiekis Pasvalio limnoglacialinės lygumos rajone.....	43
A.11 Priedas. Faktorių zonų procentinis kiekis Pumpėnų moreninės lygumos rajone.....	43
A.12 Priedas. Faktorių zonų procentinis kiekis Pumpėnų moreninės lygumos rajone.....	44
A.13 priedas. Pasvalio miesto gruntų faktolinių reikišmių žemėlapis.....	45
A.14 priedas. Biržų miesto gruntų faktolinių reikišmių žemėlapis.....	46

8. B PRIEDAS.....	47
LENTELĖS	
B.1 priedas. Cheminių elementų statistinės charakteristikos Biržų ploto foninėse teritorijose.....	49
B.2 priedas. Mikroelementų ir makroelementų statistinės charakteristikos Pasvalio miesto teritorijoje.....	50
B.3 priedas. Cheminių elementų statistinės charakteristikos Biržų miesto teritorijoje.....	51
B.4 priedas. Cheminių elementų kiekių skirtumų reikšmingumo patikrinimas statistinėse imtyse iš foninių dirvožemių ant įvairių dirvodarinių uolienuų genetinių tipų.....	52
B.5 priedas. Cheminių elementų kiekių skirtumų reikšmingumo patikrinimas statistinėse imtyse iš įvairių geologinių-geomorfologinių rajonų dirvožemių..	53
B.6 priedas. Cheminių elementų kiekių statistinės charakteristikos Biržų ploto Vaškų, Lauksodžio ir Žeimelio moreninių lygumų geocheminiame rajone.....	54
B.7 priedas. Cheminių elementų kiekių statistinės charakteristikos Biržų ploto. Nemunėlio Radviliškio moreninės limnoglacialinės lygumos ir Parovėjos moreninės lygumos geocheminiame rajone.....	55
B.8 priedas. Cheminių elementų kiekių statistinės charakteristikos Biržų ploto Linkuvos moreninio kalvagūbrio geocheminiame rajone.....	56
B.9 priedas. Cheminių elementų kiekių statistinės charakteristikos Biržų ploto Saločių limnoglacialinės lygumos geocheminiame rajone.....	57
B.10 priedas. Cheminių elementų kiekių statistinės charakteristikos Biržų ploto Pasvalio limnoglacialinės lygumos geocheminiame rajone.....	58
B.11 priedas. Cheminių elementų kiekių statistinės charakteristikos Biržų ploto Pumpėnų moreninės lygumos geomorfologiniame rajone	59
B.12 priedas. Cheminių elementų kiekių statistinės charakteristikos Biržų ploto Likėnų, Satkūnų, Vabalninkų, Antašavos moreninių lygumų geocheminiame rajone.....	60
B.13 priedas. Biržų ploto gamtinės zonos faktorių krūvių matrica.....	61
B.14 priedas. Vaškų, Lauksodžio, Žeimelio geocheminio rajono faktorių krūvių matrica.....	62
B.15 priedas. Nemunėlio Radviliškio geocheminio rajono faktorių krūvių matrica.....	63
B.16 priedas. Linkuvos geocheminio rajono faktorių krūvių matrica.....	64
B.17 priedas. Saločių geocheminio rajono faktorių krūvių matrica.....	65
B.18 priedas Pasvalio geocheminio rajono faktorių krūvių matrica.....	66
B.19 priedas. Pumpėnų geocheminio rajono faktorių krūvių matrica.....	67
B.20 priedas. Likėnų, Satkūnų, Vabalninko, Antašavos geocheminio rajono faktorių krūvių matrica.....	68
B.21 priedas. Pasvalio miesto gruntų faktorių krūvių matrica.....	69
B.22 priedas. Biržų miesto gruntų faktorių krūvių matrica.....	70

ILIUSTRACIJŲ SĄRAŠAS

1 pav. Biržų ploto schema (M 1:25 000)	9
2 pav. Biržų ploto kvartero geologinis žemėlapis.....	10
3 pav. Biržų ploto geomorfologinis žemėlapis.....	11
4 pav. Biržų ploto skirtingo technogenizacijos laipsnio ėminių ėmimo vietos..	14
5 pav. Skirtingos sudėties dirvožemių pasiskirstymas Biržų ploto foninėse vietose.....	15
6 pav. Skirtingos žemėnaudos dirvožemių pasiskirstymas Biržų ploto foninėse teritorijose	16
7 pav. Biržų ploto geologinis-geomorfologinis rajonavimas.....	21
8 pav. Faktorinių reikšmių žemėlapis gamtiniam Biržų ploto dirvožemiams....	24

TEKSTAS

ĮVADAS

Atliekant geocheminius tyrimus, svarbu ne tik gauti visapusišką informaciją apie teritoriją, bet ir nustatyti kokybinius, bei kiekybinius skirtumus tiriamojo regiono plote. Rajonuoti galima pagal technogeninę apkrovą, geologinius-geomorfologinius požymius, žemėnaudą ir kt. “Geocheminis kartografavimas 1:50 000 masteliu Biržų plote“ darbo tikslas buvo dirvožemio viršutinio sluoksnio geocheminis kartografavimas, įvertinant dirvožemių fonines charakteristikas ir patikslinant gamtines bei technogenines anomalijas. Taip pat geochemiškai buvo tirtas ir kvartero nuogulų kernas, siekiant išaiškinti prekvartero uolienų cheminės sudėties įtaką kvartero nuoguloms ir jose besiformuojančių dirvožemių mikroelementinei sudėčiai ir atitinkamai karstiniam procesui. Tačiau šiame darbe nebuvo atliekamas geocheminis rajonavimas pagal geologinius-geomorfologinius požymius. Aktualiausia nūdienos problema yra antropogeninė tarša pramonės ir žemės ūkio objektų bei žmonių gyvenamų teritorijų plotuose. Tačiau ne mažiau svarbu yra atskirti geocheminio lauko ypatumus, kurie atsiranda dėl litogenetinių, geomorfologinių dirvožemio (grunto) skirtumų gamtiniuose ar urbanizuotuose zonose. Šie skirtumai lemia dirvožemių savybę akumuliuoti cheminius elementus (arba nuo jų išsivalyti), vadinasi, apsprendžia ir dirvožemio užterštumo technogeniniais cheminiais elementais skirtumus. Šiems ypatumams išskirti bei įvertinti ir skirtas šis darbas.

Diplominio darbo tikslas – atlikti Biržų ploto dirvožemių geocheminį rajonavimą pagal geologinius-geomorfologinius požymius, nustatyti jų geocheminio lauko skirtumus, įvertinti gamtinių veiksnių apsprestus cheminių elementų kaupimo skirtumus.

Darbo tikslui pasiekti buvo suformuluoti tokie **uždaviniai**:

1. Apibendrinti anksčiau atlikto geocheminio rajonavimo Lietuvoje patirtį
2. Susipažinti su geocheminiu kartografavimu Biržų plote (Gregorauskienė, Putys, 2000).
3. Išnagrinėti Biržų ploto geologines (kvartero), geomorfologines ir antropogeninės taršos sąlygas, pagal tai išskirti atitinkamus dirvožemio rajonus bei nustatyti jų geocheminio lauko skirtumus, naudojant matematinius-statistinius metodus patikrinti jų išskyrimo pagrįstumą.

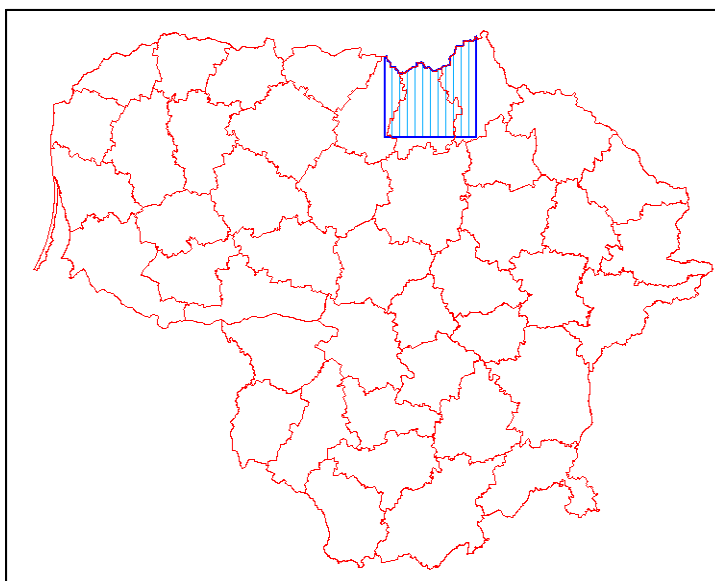
4. Naudojant faktorinę analizę, sudaryti dviejų informatyvių faktorių faktorinių reikšmių žemėlapius - atskirai gamtiniam dirvožemiui ir miestų gruntui.
5. Nustatyti atskirų rajonų dirvožemio galimybes kaupti arba išnešti technogeninius elementus (Pb, Zn, Ag, Sn, Cu, Cr ir kt.).

Darbo objektas yra Biržų plotas, kuriame buvo vykdomas projektas „Geocheminis kartografavimas 1:50 000 masteliu Biržų plote“ (atsakingoji vykdytoja – LGT Kvartero geologijos skyriaus geochemijos poskyrio vadovė V. Gregorauskienė). Biržų plotas apima Pasvalio rajoną, dalį Biržų ir Pakruojo rajonų. Jo bendras plotas 2010 km².

Diplominiame darbe panaudota medžiaga: Lietuvos geologijos tarnybos sudaryti kvartero geologinis žemėlapis 1:200 000 masteliu (Guobytė, 1999), geomorfologinis žemėlapis 1:400 000 masteliu (Guobytė, 2002) bei GIS-Centro sudarytas Lietuvos topografinis žemėlapis 1:200 000 masteliu, Biržų ploto 2197 dirvožemio mėginių emisinės-spektrinės analizės rezultatai (28 cheminių elementų).

1. TRUMPAS BIRŽŲ PLOTO APRAŠYMAS

Geografinė padėtis ir fiziniai-geografiniai ypatumai. Biržų plotas apima dalį Biržų, Pasvalio, Pakruojo rajonų (1 pav.). Jame vyrauja lygumos ir mažai banguotos lygumos. Linkuvos kalvagūbris skiria Joniškio žemumą nuo Mūšos-Nemuno žemumos. Biržų plote gausu nedidelių miestelių (Joniškėlis, Vabalninkas, Saločiai, Vaškai, Rinkūnai, Tetervinai ir kt), bei gausybė kaimelių. Miškai išsidėstę netolygiai, čia yra Laumenio botaninis – zoologinis draustinis, Biržų regioninis parkas, Biržų girios draustinis. Biržai – Šiaurės Lietuvos miestas, prie pat jo, šiaurinėje miesto dalyje, telkšo seniausias Lietuvoje dirbtinis 2.9 km² Širvėnos ežeras, centrine miesto dalimi vinguriuoja Apaščios, Agluonos upės, 4 km nuo miesto centro, pietinėje dalyje, įsikūręs Vabalninko miestelis, 5 km į rytų pusę – Biržų regioninis parkas.

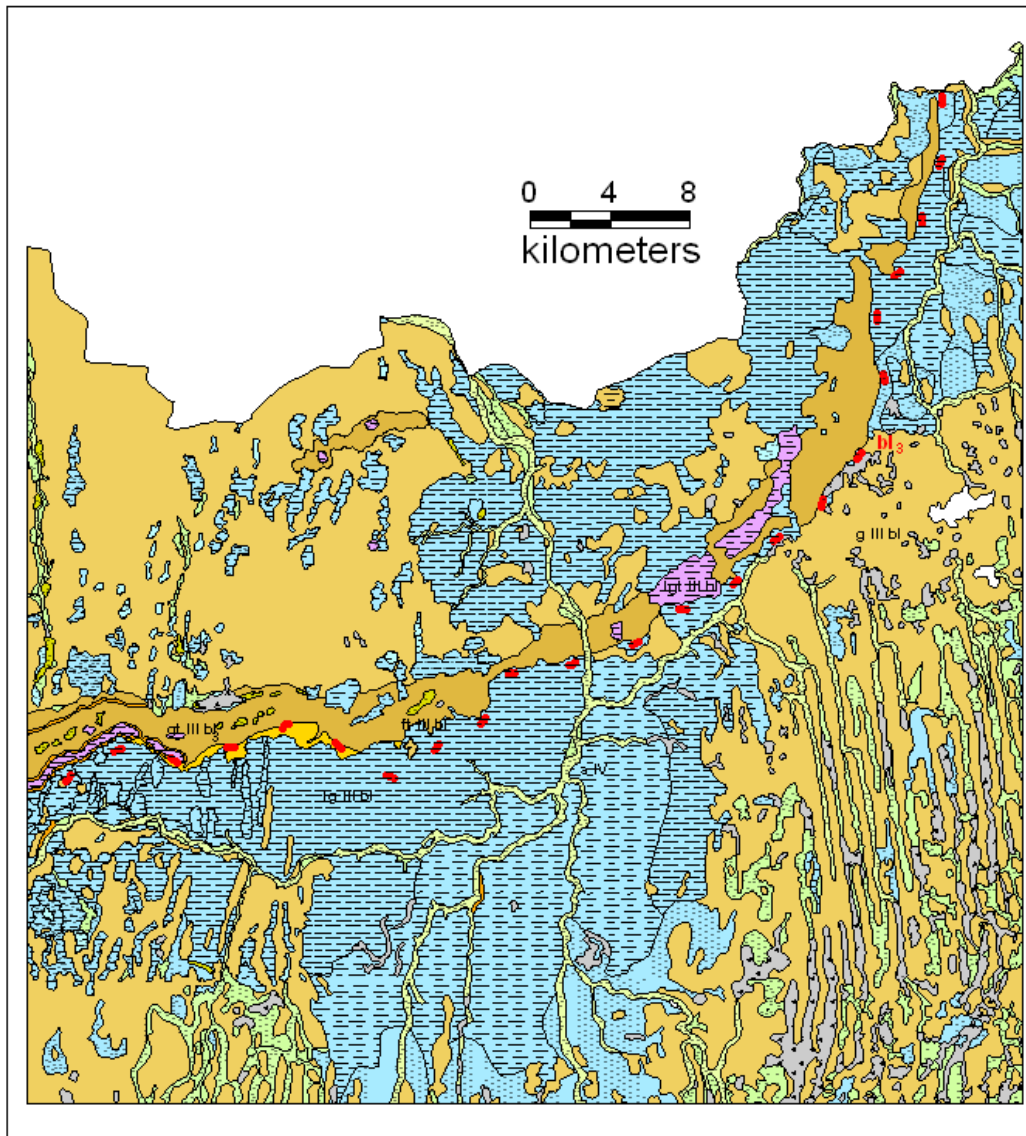


1 pav. Biržų ploto schema (M 1:25 000)

Geologinės (kvartero) ir geomorfologinės sąlygos. Biržų plote paplitusios įvairaus amžiaus ir įvairios kilmės kvartero nuogulos: glacialinės, fliuvioglacialinės, limnoglacialinės, aliuvinės, organogeninės (2 pav.). Šiame regione vyrauja karbonatingi priesmėliai bei moliai su priemoliais.

Biržų ploto reljefo formas veikė natūralūs egzogeniniai procesai. Geomorfologiniu požiūriu Biržų plotas apima Joniškio žemumos pietrytinę dalį (paskutiniojo apledėjimo Šiaurės Lietuvos fazė) ir Mūšos-Nemunėlio žemumos (Vidurio Lietuvos fazė) šiaurinę dalį, kur vyrauja lygumos ir mažai banguotos

lygumos. Šiaurinę ir pietinę dalis skiria išilgai nusidriekęs 2-3 kilometrų ilgio Linkuvos moreninis kalvagūbris, išsiskiriantis kalvotu ir banguotu reljefu (2 pav.). Tirpstant ledynui, pakilumos vietos buvo apsemtos susitvenkusių tirpsmo vandenų, kurie aplygino kalvagūbrio paviršių, apklodami jį limnoglacialinėmis nuosėdomis.



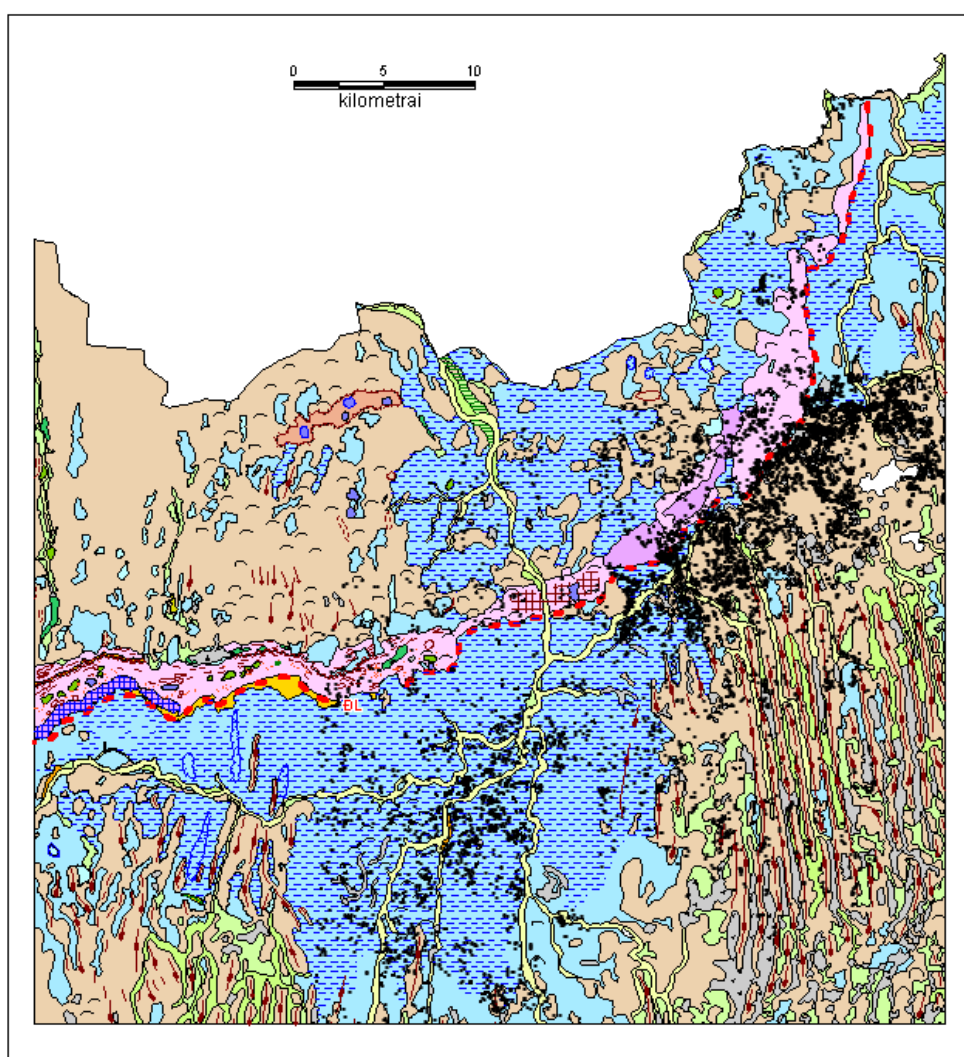
2 pav. Biržų ploto kvartero geologinis žemėlapis (Guobytė, 1999)

Legendą žr. A.1 priede

Šiaurės vakarų dalyje, pagal patikslintus Tetervinų ploto tyrimų duomenis (Karmazienė ir kiti 1999), vyrauja paskutiniojo apledėjimo Baltijos stadijos Šiaurės Lietuvos fazės glacialinės pagrindinės morenos nuogulos, ant šių dirvodarinių uolienu susiformavo priesmėlio ir priemolio dirvožemiai. Čia taip pat yra nedidelių limnoglacialinių nuosėdų plotų (smėliai, aleuritingi smėliai). Rytinėje, pietrytinėje bei pietvakarinėje Biržų ploto dalyse paplitusios Vidurio Lietuvos fazės pagrindinės morenos nuogulos. Ant šių nuogulų pagrindo

daugiausiai susiformavo priemolio dirvožemiai. Rytinėje ploto dalyje išilgai šiaurės pietų kryptimi fliuvioglacialinių prieledyninių darinių, aliuvio bei biogeninių nuogulų ruožai. Šiaurinėje ir centrinėje dalyse paplitusios limnoglacialinės nuosėdos, čia vyrauja priemolio ir molio dirvožemiai (2 pav.).

Rajone vyrauja plokščios, silpnai banguotos ir banguotos lygumos, o Linkuvos kalvagūbrio plote – smulkiai kalvotas ir vidutiniškai kalvotas reljefas (3 pav.). Rytinė ploto dalis yra karsto zona. Joje paplitusios karstinės smegduobės. Biržų krašto vidurio ir šiaurės vakarų dalyje yra apie 8000 karstinių įgriuvų. Šiaurrietinėje ir pietvakarinėje dalyse paplitę drumlinai – volų pavidalo gūbriai.



3 pav. Biržų ploto geomorfologinis žemėlapis
(autorė- dr. R. Guobytė, mastelis – 1:200 000, 1999)

Legendą žr. A.1 priede

Dirvožemiai. Pagal seną dirvožemių klasifikaciją Biržų plote vyrauja velėniniai glėjiniai ir velėniniai karbonatingi dirvožemių tipai (Šapoliienė ir kt., 1971, 1972). Biržų rajone vyrauja (25,1%) velėniniai glėjiški nujaurėję (pagal naują dirvožemių klasifikaciją – glėjiškieji rudžemiai), ypač centrinėje ir pietinėje jo dalyje. Jie susiformavo Vidurio Lietuvos fazės metu susidariusiuose dugninės morenos priesmėliuose (Radzevičius ir kt., 2004). Pasvalio rajone irgi dominuoja (33,2%) velėniniai glėjiški nujaurėję (pagal naują dirvožemių klasifikaciją – glėjiškieji rudžemiai (Buivydaite ir kt., 2001), nors gausu ir velėninių jaurinių glėjiškų (18,1%) dirvožemių (pagal naują dirvožemių klasifikaciją – stagniniai išplautžemiai) (Radzevičius ir kt., 2004). Visumoje pagal naują klasifikaciją Biržų plote vyrauja rudžemiai, išplautžemiai, yra smėlžemių, salpžemių, durpžemių, šlynžemių, pavieniais ploteliais apie Biržus - kalkžemių.

Pagal sudėtį didžiausią teritorijos dalį dengia priemolio ir molio dirvožemiai, paplitę ir priesmėlio dirvožemiai, o smėlio ir praturtinti organine medžiaga dirvožemiai užima mažiausią teritorijos dalį.

Žemėnauda ir antropogeninės taršos sąlygos. Biržų plotas – intensyvios žemdirbystės ir sodininkystės kraštas, jame gausu dirbamų laukų, sodų. Čia intensyviai naudojama žemės ūkio technika, mineralinės bei organinės trąšos. Yra fermų, tačiau ne visos yra naudojamos, kai kurios jų apleistos. Dauguma technogeninių objektų yra remonto dirbtuvės, technikos kiemai ir autotransporto garažai. Be jų, technogeninė tarša paplitusi ir miestuose.

2. ANKSTESNIŲ GEOCHEMINIŲ TYRIMŲ APŽVALGA

Kadangi Biržų regionas – svarbi žemės ūkio veiklos zona, todėl jame reikėjo spręsti aplinkos geocheminės kokybės problemas. Šiam tikslui buvo vykdomi geocheminiai tyrimai.

1995 m. karstinio regiono fondo užsakymu buvo atliekami karstinio regiono kompleksinio monitoringo darbai, tarp jų ir geocheminiai tyrimai (Katinas, 1998). Be to, šis regionas buvo tiriamas ir 1998 m., sudarant Lietuvos geocheminį atlasą masteliu 1:500 000, kuriame buvo analizuojami dirvožemiai, upių dugno nuosėdos, sniegas. Nustatyta, kad Biržų ploto dirvožemiai pasižymi anomaliais kai kurių cheminių elementų, ypač litogeninių bei karbonatinių (Ti, Ga, Rb, Ni, La, Li, Sc, Sr, Ba) kiekiais (Kadūnas ir kt., 1999). Kai kurios šio regiono hidrocheminės bei dirvožemių savybės apžvelgtos geografo darbuose (Šiaurės Lietuvos karstinis regionas, 2000).

1999–2001 m. buvo atliktas Biržų, Pakruojo, Pasvalio rajonų geocheminis kartografavimas 1:50000 masteliu (Gregorauskienė, Putys, 2000). Lauko darbai buvo atliekami 1999 m. vasarą, paimti 2178 mėginiai. Foninė zona buvo kartografuojama tinkleliu 1x1 km², technogeninė zona – 250x250 m², iš nedidelių taršos šaltinių (fermų, dirbtuvių) buvo paimta po vieną informatyvų mėginį (Gregorauskienė, Putys, 2001). Mėginiai buvo imami iš viršutinio, geochemiškai informatyviausio, dirvožemio sluoksnio. Tikslios mėginių paėmimo koordinatės, dirvožemio tipas pagal mechaninę sudėtį, reljefas, drėkinimo pobūdis, žemėnauda ir taršos šaltinis fiksuoti anketose. Paruošti mėginiai buvo analizuojami spektrografu DFS-13, taikant atominės emisinės spektrofotometrijos metodą. Nustatyti 28 cheminių elementų 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 ir Zr bendrieji kiekiai. 2002-2003 m., ruošiant Panevėžio apkritys geocheminį atlasą, Biržų plote buvo paimti papildomi dirvožemio, miestų grunto ir dugno nuosėdų mėginiai (Radzevičius ir kt., 2004).

Biržų plote, kaip ir kituose Lietuvos rajonuose, nuo 1993 m. vykdomi agromonitoringo darbai (Adomaitis ir kt., 2001). Šio monitoringo tikslas fiksuoti teigiamus ir neigiamus dirvožemio dangos, atskirų savybių, tarp jų ir sunkiųjų metalų kiekių, pokyčius.

3. DARBUI NAUDOTA MEDŽIAGA

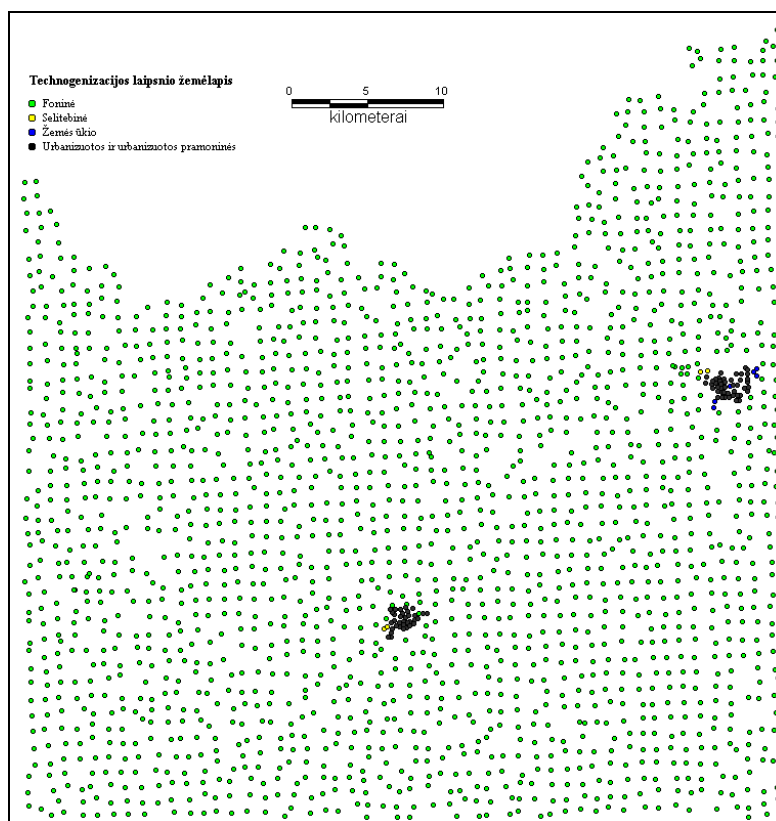
Šiame darbe detalesnei analizei ir geocheminio rajonavimo tikslams pasinaudota ankstesniame skyrelyje minėta Biržų ploto geocheminio kartografavimo metu sukaupta medžiaga, kuri papildyta analizuojant kvartero geologinį ir geomorfologinį žemėlapius.

Darbe panaudoti 2148 mėginių bendrųjų kiekių analizės rezultatai. Mėginiai klasifikuoti pagal 2 požymius: technogenizacijos laipsnį ir geologines-geomorfologines sąlygas.

Pagal technogenizacijos laipsnį ir pobūdį išskirtos 4 mėginių grupės (A.2 priedas):

1. foninių teritorijų – 1953 (90,9 % visų tirtų mėginių),
2. selitebinių teritorijų – 53 (2,5%),
3. žemės ūkio teritorijų – 59 (2,8%),
4. urbanizuotų ir urbanizuotų pramoninių teritorijų – 83(3,9%).

Mėginių priklausomybė skirtingo technogenizacijos laipsnio ir pobūdžio grupėms pavaizduota 4 pav. Atskirai išskirtos dviejų stambiausių urbanizuotų zonų – Biržų ir Pasvalio miestų – grupės.

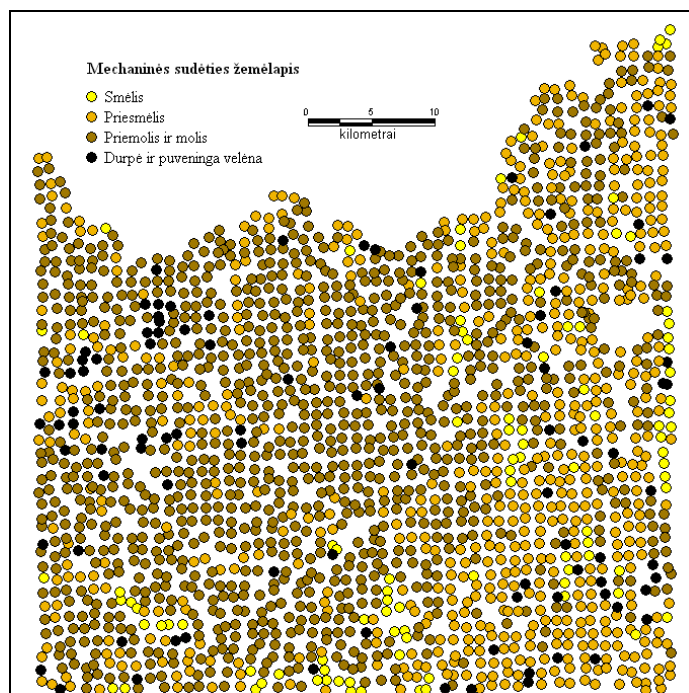


4 pav. Biržų ploto skirtingo technogenizacijos laipsnio mėginių ėmimo vietos

Anketose buvo nurodyta 11 technogeninio grunto mėginiai. Likusieji mėginiai suskirstyti pagal sudėtį į 4 tipus (A. 3 priedas):

1. smėlio – 114 (5,6%),
2. priemolio – 702 (34,2%),
3. priemolio ir molio – 1143 (55,7%),
4. durpių ir puveningos velėnos – 103 (4,6%).

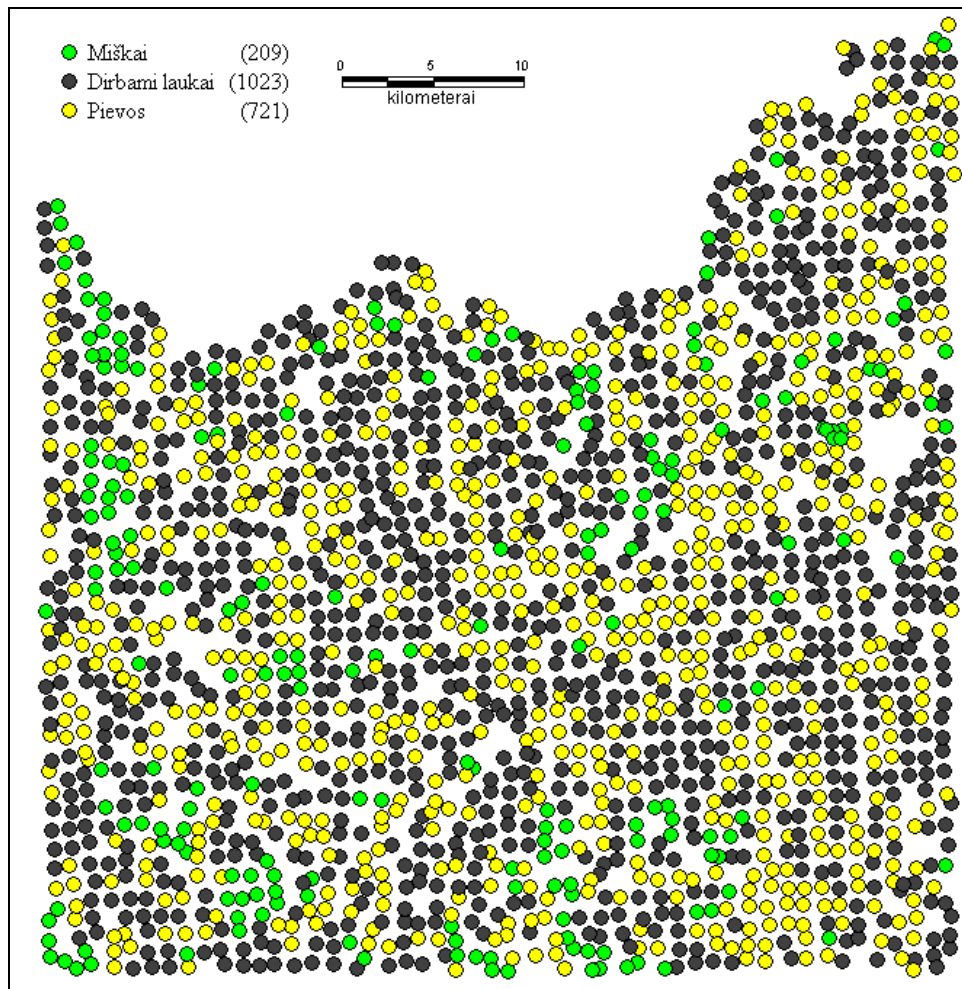
Skirtingos sudėties mėginių išsidėstymas pavaizduotas 5 pav.



5 pav. Skirtingos sudėties dirvožemių pasiskirstymas
Biržų ploto foninėse vietose

Pagal žemėnaudos pobūdį mėginiai suskirstyti į 3 tipus (6 pav., A. 4 priedas):

1. miškų – 209 (9,7%),
2. dirbamų laukų – 1023 (56,2%),
3. pievų – 721 (34,1%).



6 pav. Skirtingos žemėnaudos dirvožemių pasiskirstymas Biržų ploto foninėse teritorijose

4. DARBŲ METODIKA

Skirstant Biržų ploto dirvožemius į geocheminius rajonus vadovautasi dvejomis prielaidomis, kurios seka iš anksčiau Lietuvoje atliktų geocheminių tyrimų:

1. Didžiausi geocheminio lauko skirtumai išryškėja tarp gamtinio dirvožemio ir urbanizuotų zonų grunto (Kadūnas ir kt., 1999; Stankevičius, 2006). Todėl pirmas geocheminio rajonavimo etapas – suskirstyti tiriamąjį plotą pagal technogeninės apkrovos laipsnį, t.y. į foninę (gamtinę) zoną ir urbanizuotas zonas.
2. Tiriant tiek gamtinių, tiek urbanizuotų zonų dirvožemius, nustatyta, kad antras pagal reikšmę faktorius, lemiantis cheminių elementų kiekių pasiskirstymą, yra dirvožemių mechaninė sudėtis, savo ruožtu priklausanti nuo dirvodarinių uolienuų litogenetinio tipo (Baltakis, 1993; Zinkutė, 2002). Todėl antrasis geocheminio rajonavimo etapas – išskirti gamtinio dirvožemio generalizuotus geologinius-geomorfologinius rajonus ir matematiniais- statistiniais metodais (Kruskal-Wallis ir medianinis kriterijai), nustatyti reikšmingus geocheminio lauko skirtumus tarp rajonų. Tokie metodai taikyti tiriant Šiaulių regioną (Stankevičius, 2006).

Siekiant nustatyti bendras visam plotui būdingas geocheminio lauko savybes, atliekama geocheminių duomenų faktorinė analizė (atskirai urbanizuotoms ir gamtinei zonoms): nustatomi du informatyviausi faktoriai, turintys didžiausią įtaką cheminių elementų akumuliacijai (arba išnešimui), apskaičiuojamos faktorių reikšmės. Pagal dviejų faktorių reikšmių santykį išskiriamos 4 zonos: 1) 1 ir 2 faktoriai teigiami; 2) 1 faktorius teigiamas, 2 - neigiamas, 3) 1 faktorius neigiamas, 2 – teigiamas, 4) abu faktoriai yra neigiamų reikšmių.

Toliau kiekvienam geologiniu-geomorfologiniu pagrindu išskirtam geocheminiam rajonui nustatoma, kokią jo procentinę dalį sudaro kiekviena faktorių zonų (sudaromi grafikai). Pagal tai sprendžiama apie vieno ar kito rajono dirvožemio savybes akumuliuoti sunkiuosius metalus, t.y. išryškinamos teršalų kaupimosi dirvožemiuose galimybės.

Urbanizuotos zonos taip pat suskirstytos į 4 zonas pagal du informatyviausius faktorius. Nustatomi plotai, kuriuose galima didesnė ar mažesnė sunkiųjų metalų akumuliacija. Taip pat pagal faktorinės analizės krūvių matricą nustatomos technogeninių cheminių elementų (Pb, Zn, Cu, Ag, Sn, Mo, Cr, V ir kt.) sąsajos su informatyviausiais faktoriais, tuo apibūdinant realių aplinkos teršalų kaupimąsi.

Šiame darbe buvo taikomi neparimetriniai Kruskal Wallis'o ir medianinis kriterijai, tikrinant, ar yra esminių skirtumų tarp grupių, išskirtų pagal skirtingus klasifikavimo požymius. Šiam tikslui buvo naudojamas statistinis paketas STATISTICA 5.5. Tačiau, atliekant faktorinę analizę pagal Spearman'o ranginius koeficientus, paketas nesuteikia galimybės skaičiuoti faktorines reikšmes. Todėl taikytas standartinis faktorinės analizės metodas (Zinkutė, 2002) logaritmuotų duomenų Pirsono koreliacijos koeficientų matricai, išskiriant faktorius, kurių tikrinės reikšmės viršija 1. Šiam tikslui naudotas statistinis paketas SPSS for Windows 8.0.0.

Taip buvo skaičiuojamos išskirtų grupių statistinės charakteristikos: medianos, vidurkiai, minimalios ir maksimalios reikšmės. Iš gautų rezultatų buvo sudarytos lentelės ir vėliau interpretuojami rezultatai.

Klasifikuojant mėginius į grupes buvo naudotasi Mapinfo 8.5 programiniu paketu.

5. DARBŲ REZULTATAI

Kruskal-Wallis'o ir medianiniai kriterijai, ieškant esminių skirtumų tarp mėginių iš skirtingo technogenizacijos laipsnio teritorijų (foninių, selitebinių, žemės ūkio, urbanizuotų gyvenamųjų ir urbanizuotų pramoninių) parodė, kad visiems elementams šie skirtumai reikšmingi ($p < 0,05$). Tai patvirtina, kad technogenizacijos laipsnis yra svarbus geocheminio rajonavimo pagrindas. Pagal technogeninės apkrovos laipsnį Biržų plotas suskirstytas į gamtinę (foninę) zoną ir į urbanizuotas Biržų bei Pasvalio zonas. Pastarieji laikomi atskirais geocheminiais rajonais, bet dėl mažo ploto tiriamoje teritorijoje smulkiau neskirstomi. Mėginiai iš gamtinėje zonoje esančių smulkesnio ploto selitebinių ir žemės ūkio teritorijų skaičiavimams nenaudoti.

Pagrindinės cheminių elementų kiekių statistinės charakteristikos foninėje teritorijoje ir urbanizuotose Pasvalio bei Biržų teritorijose pateiktos B priedo B.1, B.2 ir B.3 lentelėse. Palyginus cheminių elementų medianinius kiekius šiose trijose zonose, matyti, kad Ca ir Mg kiekiai urbanizuotose teritorijose didesni nei foninėse (1 lentelė). Tuo tarpu foninėse teritorijose didesni Fe ir Al kiekiai. Taigi urbanizuotų teritorijų dirvožemis (gruntas) yra karbonatingesnis.

Daugumos mikroelementų, kuriems dirvožemių higienos normoje (HN 60:2004, 2004) nurodytos didžiausios leistinos koncentracijos (Ag, Ba, B, Co, Cr, Cu, Mn, Mo, Ni, Pb, Sn, V, Zn) kiekiai Biržų ploto urbanizuotose teritorijose didesni nei foninėje. Tai Ag, Co, Cu, Mn, Mo, Ni, Pb, Sn, Zn. Išimtį sudaro Ba, B, Cr ir V. Didesni Ba kiekiai foninėje teritorijoje gali būti dėl karbonatingų dirvodarinių uolienuų, o didesni B, Cr ir V kiekiai – dėl molingesnio nei miestuose grunto. Didžiausi Ag, Co, Cu, Ni, Pb, Sn ir Zn medianiniai kiekiai yra Pasvalyje, o Mn ir Mo – Biržuose. Todėl Biržų miestas, lyginant su Pasvalio, yra mažiau užterštas (Radzevičius ir kt., 2004).

Kruskal-Wallis'o ir medianiniai kriterijų taikymas, ieškant esminių skirtumų tarp mėginių iš skirtingų dirvodarinių uolienuų genetinių tipų (B.4 lentelė) parodė, kad visiems elementams šie skirtumai reikšmingi ($p < 0,05$). Tai patvirtina, kad kvartero geologinis žemėlapis, rodantis dirvodarinių uolienuų sudėtį ir genezę (litogenetines dirvodarinių uolienuų savybes), gali būti geocheminio rajonavimo pagrindas.

1 lentelė. Cheminių elementų medianiniai kiekiai gamtinėje ir urbanizuotose zonose

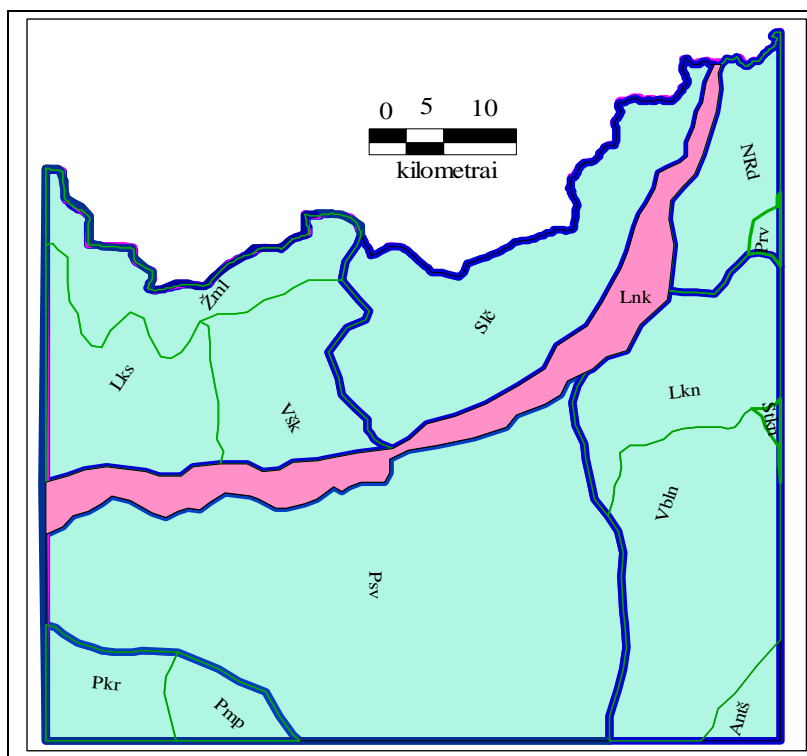
Cheminis elementas	Foninės teritorijos, N=1953	Pasvalys, N=37	Biržai, N=57
Ca, %	1,06	3,37	2,64
Mg, %	0,67	1,76	1,17
Fe, %	2,24	2,04	1,82
Al, %	5,16	4,47	4,22
Ag, ppm	0,061	0,077	0,076
Co, ppm	6,06	6,15	5,08
Cu, ppm	11,1	13,9	13,4
Ni, ppm	16,9	17,6	14,8
Pb, ppm	14,1	22,2	20,4
Sn, ppm	2,40	2,72	2,55
Zn, ppm	28,9	74,9	61,0
Mo, ppm	0,72	0,76	0,82
Cr, ppm	44,4	38,6	31,6
Mn, ppm	322	446	481
Sr, ppm	98	105	117
Ba, ppm	472	369	363
V, ppm	50,2	41,0	40,1
Li, ppm	17,1	15,7	11,8
Ga, ppm	8,25	7,04	5,65
B, ppm	33,5	27,1	27,9
Sc, ppm	8,6	5,5	3,7
P, ppm	568	970	943
Y, ppm	19,8	15,4	22,3
La, ppm	28,6	17,3	27,3
Ti, ppm	2939	1930	2226
Yb, ppm	2,63	2,03	2,40
Nb, ppm	15,1	12,0	12,5
Zr, ppm	293	183	302

Kadangi litogenetiniai uolienuų ypatumai Biržų plote gerai koreliuojasi su geomorfologiniu teritorijos suskirstymu, pasinaudota geomorfologiniame žemėlapyje patektu rajonavimu. Apjungus kai kuriuos rajonus pagal litogenetinius tipus, gauti 7 geologiniai-geomorfologiniai rajonai (7 pav.).

Rajonų užimamas plotas nevienodas (A.5 priedas):

1. Vaškų, Lauksodžio ir Žeimelio moreninės lygumos – 361 km² (16,9%),
2. Saločių limnoglacialinė lyguma – 263 km² (12,3%),
3. Nemunėlio Radviliškio limnoglacialinė lyguma ir Parovėjos moreninė lyguma – 96 km² (4,5%),
4. Linkuvos moreninis kalvagūbris – 148 km² (6,9%),
5. Pasvalio limnoglacialinė lyguma – 736 km² (34,4%),

6. Pumpėnų moreninė lyguma – 99 km² (4,6%),
7. Likėnų, Satkūnų, Vabalninkų, Antašavos moreninės lygumos – 438 km² (20,5%).



7 pav. Biržų ploto geologinis-geomorfologinis rajonavimas pagal (Guobytė, 2002)

Paiškinimas. Lks – Lauksodžio moreninė lyguma, Všk – Vaškų moreninė lyguma, Žml – Žeimelio moreninė lyguma, Slč – Saločių limnoglacialinė lyguma, Nrd – Nemunėlio Radviliškio limnoglacialinė lyguma, Prv – Parovėjos moreninė lyguma, Lnk – Linkuvos moreninis kalvagūbris, Lkn – Likėnų moreninė lyguma, Stkn – Satkūnų moreninė lyguma, Vbln – Vabalninko moreninė lyguma, Antš – Antašavos moreninė lyguma, Psv – Pasvalio limnoglacialinė lyguma, Pmp – Pumpėnų moreninė lyguma, Pkr – Pakruojo moreninė lyguma.

Pagal Kruskal-Wallis'o ir medianinį kriterijus visiems cheminiams elementams pagal jų kiekius egzistuoja reikšmingi skirtumai tarp geologinių-geomorfologinių rajonų (B.5 lentelė). Todėl šie rajonai gali būti geocheminio rajonavimo pagrindas. Pagrindinės cheminių elementų kiekių statistinės charakteristikos septyniuose geocheminiuose rajonuose pateiktos priedo B B.6–B.12 lentelėse.

Palyginus cheminių elementų medianinius kiekius šiuose geocheminiuose rajonuose, matyti (2 lentelė), kad didžiausiais medianiniais kiekiais išsiskiria Saločių limnoglacialinės lygumos rajonas (Ba, Zn, Co, Cr, Ti, Fe, Ga, Sc, B, Al,

Ni, Mo, Sn), dauguma šių elementų priklauso litogeninei asociacijai, t.y. molingumu.

2 lentelė. Cheminių elementų medianiniai kiekiai geologiniuose-geomorfologiniuose rajonuose

Cheminis elementas N=1953	Vaškų, Lauksodžio ir Žeimelio moreninių lygumų	Saločių limnoglacialinės lygumos	Nemunėlio Radviliškio moreninės limnoglacialinės lygumos ir Parovėjos moreninės lygumos	Linkuvos moreninio gūbrio	Pasvalio limnoglacialinės lygumos	Pumpėnų moreninės lygumos	Likėnų, Satkūnų, Vabalinkų, Antašavos moreninių lygumų
Ca, %	1.62	1.02	0.67	1.19	0.90	1.45	1.34
Mg, %	0.86	0.71	0.41	0.73	0.68	0.68	0.68
Li, ppm	18.1	17.9	14.5	17.4	17.5	15.8	14.8
Ba, ppm	456	487	463	475	476	399	441
Zn, ppm	26.4	32.7	23.8	32.2	31.9	23.0	29.0
Co, ppm	6.30	6.62	4.94	6.31	6.29	5.21	5.37
Cr, ppm	43.1	47.5	41.3	45.1	46.5	36.8	37.6
Ti, ppm	2647	3253	3068	2937	3191	2256	2419
Fe, %	2.27	2.46	1.74	2.39	2.36	2.05	1.91
Ga, ppm	8.17	8.81	7.89	8.47	8.38	7.01	7.00
Sc, ppm	8.5	10.4	6.1	9.3	9.4	6.3	6.2
B, ppm	32.9	38.1	33.4	35.0	36.7	28.1	28.5
Al, %	5.05	5.48	4.62	5.16	5.51	4.38	4.53
Ni, ppm	16.7	18.2	13.9	17.6	18.0	14.5	14.7
Sn, ppm	2.31	2.53	2.31	2.41	2.49	2.11	2.23
Mo, ppm	0.72	0.75	0.67	0.75	0.75	0.63	0.72
Nb, ppm	14.0	15.5	16.7	14.7	15.4	13.8	14.5
Ag, ppm	0.062	0.059	0.067	0.063	0.058	0.058	0.064
Zr, ppm	271	300	384	281	277	239	319
La, ppm	28.4	29.3	28.6	29.9	27.9	24.9	29.1
Yb, ppm	2.65	2.71	2.56	2.68	2.60	2.28	2.51
V, ppm	50.0	54.2	40.5	54.1	54.6	44.8	42.4
Cu, ppm	10.9	11.3	9.6	11.2	11.5	9.5	11.1
P, ppm	578	493	557	549	557	660	712
Y, ppm	20.0	19.8	17.9	20.8	19.1	17.7	20.9
Mn, ppm	341	315	295	350	313	270	373
Sr, ppm	105	93	95	98	101	99	106
Pb, ppm	14.8	14.4	13.8	14.6	13.7	14.3	14.9

Vaškų, Lauksodžio ir Žeimelio moreninėse lygumose, kuriuose vyraujantis dirvožemio tipas yra priesmėliai, didžiausi Ca, Mg ir Li medianiniai kiekiai. Tai reiškia, jog jie yra praturtinti molinga ir karbonatine medžiaga.

V ir Cu didžiausios medianinės reikšmės - Pasvalio limnoglacialinėje lygumose. Tai tipingi technogeniniai elementai. Be to, šiame geocheminiame rajone įsikūręs ir Pasvalio miestas, o V – tipingiausias energetinės taršos (mazuto degimo) produktas, jo atmosferinė sklaida labai plati, kadangi stambesnės katilinės naudoja aukštus kaminus.

Likėnų, Satkūnų, Vabalninkų, Antašavos moreninių lygumų geocheminis rajonas pasižymi Y, Mn, Sr ir Pb didžiausiomis medianinėmis koncentracijomis. Visi šie elementai susiję su agrogenine tarša, išimtis – Pb, kuris gali būti siejamas ne tik su trąšomis, bet ir su žemės ūkio technikos naudojimu. Be to, rajono rytinėje dalyje įsikūręs Biržų miestas.

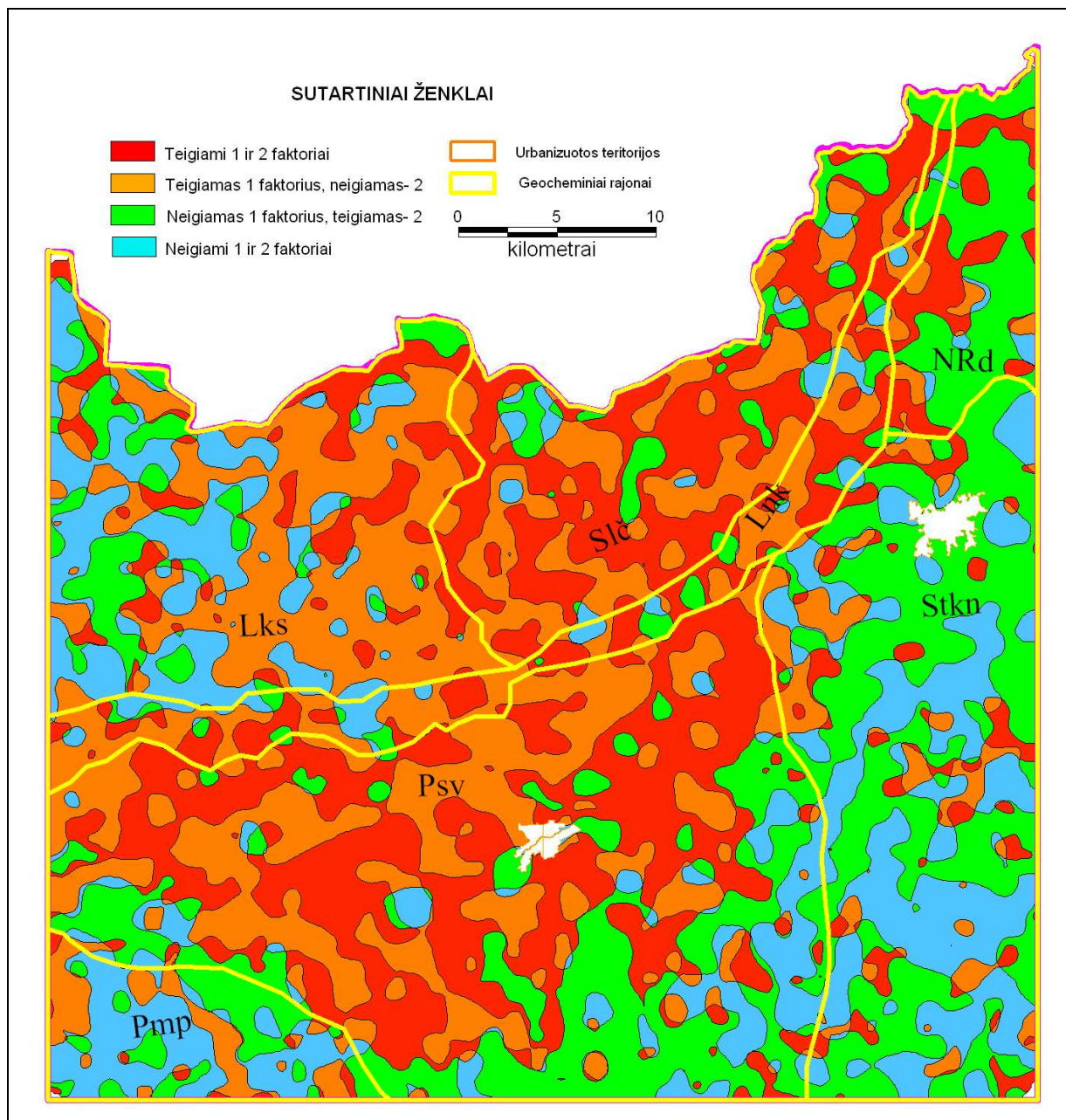
Nemunėlio Radviliškio moreninės limnoglacialinės lygumos ir Parovėjos moreninės lygumos rajone yra didžiausi medianiniai Nb, Zr, La, Ag kiekiai. Dėl gali būti dėl smėlingų nuogulų paplitimo rajone.

Atlikus foninės zonos mėginių bendrą faktorinę analizę, išsiskyrė 5 faktoriai (B.13 lentelė). Informatyviausi faktoriai yra du: pirmasis, su kuriuo siejasi litogeninė cheminių elementų asociacija (Baltakis, 1993), ir antrasis polinis, kurio didžiausius teigiamus krūvius formuoja su karbonatais susiję Ca ir Mg, o didžiausius absoliutiniu didumu neigiamus krūvius – Zr ir Nb, kurie priskiriami klastogeninei asociacijai (Baltakis, 1993). Šių dviejų faktorių reikšmės naudotos teritorijos geocheminiam rajonavimui.

Vaškų, Lauksodžio ir Žeimelio moreninės lygumos rajone vyraujantis dirvožemio tipas yra priesmėlis (2 pav.). Faktorių zonų diagramoje (A.6 priedas) matome, kad vyrauja 1-jo faktoriaus teigiamų ir 2-jo faktoriaus neigiamų reikšmių zona. Tai matyti ir iš geocheminio rajonavimo žemėlapiu (8 pav.). Vadinas, didelele dalis dirvožemių yra pakankamai molingi ir kartu mažai karbonatingi. Sąlyginai nemolingų ir nekarbonatingų dirvožemių yra maždaug tik 13%. Esant antropogeninei taršai, čia kauptųsi platus technogeninių elementų: Pb, Cu, Zn, Cr ir kt. Tai patvirtina ir šio rajono mėginių elementų kiekių faktorinė analizė (B.14 lentelė). Čia pirmąjį faktorių formuoja Fe-Sc-Cr-Ni-Ba-V-B-Al-Li-Ga-Mn-Sn, dauguma šių elementų priklauso litogeninei asociacijai, o ketvirtąjį – karbonatinė asociacija (Ca-Mg-Sr). Gana stiprius koreliacinius ryšius sudaro antrojo faktoriaus Pb-Mo-Zn-Co-P-Cu asociacija. Įdomu tai, kad šios asociacijos elementai gerai koreliuojasi ir su litogeniniais elementais, ir su karbonatiniais. Vadinas, technogeniniai elementai yra gerai akumuliuojami molinguose ir karbonatinguose dirvožemiuose.

Nemunėlio Radviliškio moreninės limnoglacialinės lygumos rajono dirvodarinių nuogulų sudėtis įvairi. Gausiausiai joje yra karbonatingų, bet mažai molingų dirvožemių (apie 58%) (A 7. priedas), tačiau kartu nemažai dirvožemių, kurie yra ir molingi, ir karbonatingi (apie 29%). Faktorinės analizės krūvių

lentelėje (B. 15 lentelė) matome gausią litogeninių elementų asociaciją: V-B-Ni-Fe-Ti-Co-Cr-Sc-Ga-Mg-Al-Zn-Cu-Sn-La-Y-Li. Joje didelius krūvius turi netgi Y ir La, kurie paprastai būna klastogeniniai. Tai rodo didesnius kvarco ir sunkiųjų mineralų kiekius šio rajono dirvožemyje. Ca-Sr-Mg asociacijos ryšiai yra silpnėsi. Taršųjų elementų asociacija čia neišryškėja. Išvada - šio rajono dirvožemiai neblogai akumuliuoja taršalus.



8 pav. Faktorinių reikšmių žemėlapis gamtiniams Biržų ploto dirvožemiams

Linkuvos moreninio kalvagūbrio geocheminiame rajone gausiausiai molingų ir mažai karbonatingų dirvožemių, taip pat labai paplitę molingi ir karbonatingi dirvožemiai (A.8 priedas). Litogeninių elementų asociacija čia „skyla“ į dvi dalis (B.16 lentelė), kas rodo esant kraštinės morenos darinių mineralinį nevienalytiškumą. Atitinkamai karbonatinė asociacija taip pat „sviri“: Ca-P-Mg-Sr-Cu. Tuo tarpu Pb-Mo-Ag asociacija rodo esant nedidelę, bet atsekamą taršą oro keliu.

Saločių limnoglacialinės lygumos geocheminiame rajone taip pat stipresnis faktorius yra dirvožemio molingumas, mažiau karbonatingumas (A.9 priedas). Faktorių krūvių matricoje (B.17 lentelė) matome negausią taršiųjų elementų Pb-Mo-Mn-(Zn-Ga) asociaciją, susijusią su molingais dirvožemiais (indikatorius – Ga). Ji paprastai išryškėja autotransporto taršos zonoje (Kadūnas, 1998). Tai gali būti susiję su intensyviu judėjimu prie buvusio Saločių pasienio kontrolės posto.

Pasvalio limnoglacialinės lygumos vyraujantys dirvožemiai taip pat labai molingi ir karbonatingi (A.10 priedas). Tačiau ir nemolingų, bet karbonatingų dirvožemių yra nemažai (22,5%) – pietinėje rajono dalyje yra smėlingų plotų. Labai didelę dispersiją turi litogeninis faktorius (B.18 lentelė)– dirvožemiuose gausi molio frakcija. Taršos asociacija (Pb-Ag-Mo) taip pat išryškėja.

Pumpėnų moreninės lygumos zona išsiskiria Biržų ploto kontekste. Čia molingų dirvožemių mažiau, tačiau vietomis gana didelis dirvožemių karbonatingumas, vyrauja nekarbonatingi molingi dirvožemiai (A.11 priedas). Tai patvirtina vieninga litogeninių-klastogeninių elementų asociacija (B.19 lentelė), rodanti didesnę kvarco kiekį dirvožemyje ir didelę dispersiją turintis karbonatinis faktorius. Pastarojo asociacijoje dalyvauja Pb, Cu, Co. Šių elementų asociacija su karbonatinių faktorių nebūtinai atsiranda dėl taršos. Tačiau, tai rodo, kad esant taršai, šių elementų kaupimasis dirvožemyje būtų žymus.

Likėnų, Satkūnų, Vabalninkų, Antašavos moreninės lygumos geocheminiame rajone stebime nedidelį molingumą ir kiek didesnę karbonatingumą (A.12 priedas). Esama daug mažai molingų ir tuo pačiu nekarbonatingų dirvožemių. Tai, matyt, lemia smėlingi fliuvioglacialiniai bei aliuviniai plotai, taip pat durpių plotai šio rajono srityje. Stebime antagonizmą tarp karbonatinių elementų (Ca-Mg) ir klastogeninių (Zr-Nb), kuris rodo, kad

karbonatai susitelkę aleurito frakcijoje. Taršieji elementai ir molingumo indikatorius sudaro atskirą asociaciją Pb-P-Ag-Ga-Zn (B.20 lentelė). Taigi nepaisant mažo molingumo ir karbonatingumo, tarša rajone išryškėja. Akumuliuojančios technogeninius elementus nuogulos šiuo atveju, matyt, yra durpės.

Miesto gruntams pagal du informatyviausius faktorius taip pat išskirtos 4 faktorių reikšmių zonos (A.13 ir A.14 priedai).

Pasvalio miesto gruntuose išsiskiria informatyvus polinis antrasis faktorius, kurio teigiamus krūvius formuoja su karbonatais susiję elementai (Ca, Mg, Sr), su jais asocijuojasi technogeniniai elementai Pb, Cu, Zn (B.21 lentelė). Tačiau didžiausią reikšmę vis dėlto turi litogeninis faktorius, kas rodo, kad Pasvalio gruntų pagrindinę geocheminio kintamumo dalį lemia ne tarša, o molingumas.

Pasvalyje molingi dirvožemiai išsidėstę centrinėje (Geležinkelių, Topolių, Taikos, Vilties, Gėlių) ir pietvakarinėje (Joniškėlio, Panevėžio, Parko, Pakrantės) gatvių dalyse (A.13 priedas). Karbonatingi susitelkia daugiausiai šiaurinėje (Mūšos, Stoties, Geležinkelių) ir pietinėje (Panevėžio) gatvių miesto dalyse. Taigi šių gatvių srityse didžiausia tikimybė kauptis taršos elementams. Šiaurinėje miesto dalyje driekiasi geležinkelis, apie kurį susitelkę sandėliai, angarai, įvairios įmonės. Mažiausiai karbonatingi dirvožemiai yra centrinėje (Joniškėlio, Nepriklausomybės g.), taip pat pietvakarių (Dvareliškių g.) dalyse.

Sprendžiant iš faktorių krūvių matricos, Biržų gruntuose taršos elementai (Pb-Zn-Cu-Mo-Ni-Sn) sudaro savarankišką asociaciją, nesusijusią su karbonatine asociacija (B.22 lentelė), kas reikštų, kad Biržų miesto gruntai teršiami plotuose, kur sugebėjimas kaupti teršalus nėra didžiausias. Mažesnę Biržų grunto užteršumą patvirtina cheminių elementų kiekių medianų palyginimas abiejuose miestuose (1 lentelė). Pasvalio gruntuose akivaizdžiai daugiau karbonatų (mažiau sunkiųjų mineralų), didesni ir technogeninių elementų (Zn, Ni, Pb, Co, Sn) kiekiai, susiję su karbonatiniu faktoriumi. Tuo tarpu Mo, kuris labiau šarminėje aplinkoje išnešamas iš dirvožemių (gruntų) yra mažiau.

Biržų miesto gruntuose sąlyginai galima išskirti rytinę ir vakarinę dalis (A.14 priedas): gruntai labiau molingi rytinėje miesto dalyje (išskyrus Upės, J. Bielinio, Rinkos gatvių sritis) šiek tiek vakarinėje (Aglunos ir Sąjungos

gatvėse). Karbonatingumas Biržų mieste labai nevienalytis, tačiau labiau būdingas šiaurinei bei centrinei (Vytauto, Vilniaus gatvės) miesto dalims. Pastarojoje gana daug karbonatinio grunto. Karbonatingas, bet mažai molingas gruntas būdingas šiaurės vakarų daliai (Saločių, P. Kalpoko gatvės), centrui (Tilto gatvė), šiaurės rytų daliai (J. Basanavičiaus, Vėjo gatvės). Taigi mažiausiai imlūs taršai Biržų mieste yra vakarinės dalies gruntai.

IŠVADOS

1. Biržų ploto dirvožemio ir grunto geocheminiam rajonavimui optimalu naudoti du kriterijus:

- a) technogeninės apkrovos laipsnį;
- b) litogenetinę-geomorfologinę dirvodarinių uolienuų priklausomybę.

Pagal technogeninės apkrovos laipsnį ploto teritorija suskirstyta į gamtinę (foninę) ir dvi urbanizuotas zonas: Pasvalio ir Biržų. Pagal litogenetinę-geomorfologinę priklausomybę gamtinėje zonoje išskirti 7 geocheminiai rajonai: Vaškų, Lauksodžio ir Žeimelio moreninių lygumų, Nemunėlio Radviliškio moreninės limnoglacialinės lygumos, Linkuvos moreninio kalvagūbrio, Pasvalio limnoglacialinės lygumos, Saločių limnoglacialinės lygumos, Pumpėnų moreninės lygumos, Likėnų, Satkūnų, Antašavos moreninių lygumų.

2. Svarbiausi faktoriai, sąlygojantys cheminių elementų akumuliaciją, yra litogeninis ir karbonatinis. Pirmasis susijęs su molio frakcijos dirvožemyje procentiniu kiekiu, antrasis – su karbonatų ir sunkiųjų mineralų santykiu aleurito frakcijoje. Su litogeniniu faktoriumi asocijuojasi tokie technogeniniai elementai kaip Cr, Ni, Co, Zn, mažiau – Cu, Sn (sorbuojami ant molio mineralų. Su karbonatiniu faktoriumi asocijuojasi Pb, Cu, Co, Zn (sudaro patvarius junginius ir nusėda šarminėje aplinkoje).

3. Pagal teigiamas arba neigiamas faktorių reikšmes padaryta išvada apie dirvožemių molingumą bei karbonatingumą. Išskirtos 4 sąlyginės dirvožemių zonos:

- a) dirvožemiai molingi-karbonatingi;
- b) dirvožemiai molingi-mažai karbonatingi;
- c) dirvožemiai mažai molingi-karbonatingi;
- d) dirvožemiai mažai molingi-mažai karbonatingi.

Kiekviename geocheminiame rajone šių zonų procentinis santykis yra skirtingas.

4. Nagrinėjant dirvožemio užterštumą technogeniniais elementais, reikia atsižvelgti ne tik į realius taršos šaltinius, bet ir potencialią dirvožemio galimybę akumuliuoti cheminius elementus. Ją nusako vienos ar kitos faktorių reikšmių zonos vyravimas geocheminiame rajone.
5. Daugumos geocheminių rajonų dirvožemiai yra daugiau mažiau molingi-karbonatingi, vadinasi, gali daugiau akumuliuoti taršos elementus. Saločių limnoglacialinėje lygumoje molingų-karbonatingų dirvožemių procentinis kiekis yra didžiausias, todėl ir daugelio taršos elementų medianiniai kiekiai didžiausi. Vaškų, Lauksodžio ir Žeimelio moreninių lygumų rajone paplitę ir molingi, ir karbonatingi dirvožemiai. Ten tarša technogeniniais elementais (Pb-Mo-Zn-Co-P-Cu) asocijuojasi su litogeninės ir ypač karbonatinės asociacijos elementais. Pumpėnų moreninės lygumos dirvožemiai mažai molingi ir mažai karbonatingi. Technogeniniai elementai (Cu-Pb-Mn-Co-Ni) susiję su karbonatine asociacija. Likėnų, Satkūnų, Antašavos moreninių lygumų dirvožemiai išsiskiria bendrame kontekste. Jie mažai molingi, bet palyginus karbonatingi. Technogeninės taršos asociacija (Pb-P-Ag-Ga-Zn-Cu) dalinai susijusi su molingumu, dalinai su durpingų nuogulų savybe akumuliuoti taršos elementus.
6. Biržų miesto dirvožemių užterštumas mažesnis, lyginant su Pasvalio. Pasvalio gruntuose daugiau karbonatų, todėl didesni ir technogeninių elementų kiekiai.
7. Pasvalio miesto grunto užterštumas yra didesnis šiaurinėje miesto dalyje, kur driekiasi geležinkelis ir išsidėstę daugelis pramoninių objektų, o pats gruntas yra karbonatingas ir molingas.
8. Biržų miesto gruntas mažiau karbonatingas ir mažiau molingas yra vakarinėje miesto dalyje – čia jo galimybės akumuliuoti taršos elementus yra mažiausios.
9. Lyginant Baltijos apledėjimo Šiaurės Lietuvos fazės pagrindinės morenos dirvožemį su Vidurio Lietuvos fazės morenos dirvožemiu Biržų plote, aiškėja, kad pirmieji yra labiau molingi ir karbonatingi, taigi technogeninių elementų kaupimo potencialas čia yra didesnis.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

Publikuota literatūra:

Adomaitis T., Antanaitis A., Eitminavičius L., Lubytė J., Matusevičius K., Mažvila J. 2001. Sunkieji metalai Lietuvos dirvožemiuose ir augaluose. Lietuvos žemdirbystės institutas, Agrocheminių tyrimų centras, 2001. 343 p.

Baltakis V. Foniniai mikroelementų pasiskirstymai ir jų tarpusavio ryšiai Lietuvos dirvožemiuose. Geologija, Nr.15, 1993, p. 32-35.

Buivydaitė V.V., Vaičys M., Juodis J., Motuzas A. Lietuvos dirvožemių klasifikacija LTDK-99. „Lietuvos mokslo“ redakcija. Vilnius, 2001.

Kadūnas V. Technogeninė geochemija. Vilniaus Universitetas/Geologijos Institutas. 1998. 60 p.

Kadūnas V., Budavičius R., Gregorauskienė V., Katinas V., Kliaugienė E., Radzevičius A., Taraškevičius R. Lietuvos geocheminis Atlasas. Lietuvos geologijos tarnyba, Geologijos institutas. Vilnius. 1999. 90 p.

Katinas V. Lietuvos karstinio regiono dirvožemių ir upių dugno nuosėdų geochemija. Geologija, Nr. 26, 1998. 38 p.

Pavojingų cheminių medžiagų didžiausios leidžiamos koncentracijos dirvožemyje įsakymas Nr.V-114. 2004 m

Šiaurės Lietuvos karstinis regionas. Geografiniai gamtonaudos aspektai (monografija). Vilnius, 2000. 69 p.

Taraškevičius R. 2000. Sunkieji metalai Vilniaus miesto Naujamiesčio, Senamiesčio, Šnipiškių, Žirmūnų, Žvėryno ir Antakalnio seniūnijų dirvožemiuose. Aplinkos inžinerija. 8(3). 137-145.

Zinkutė R. Mikroelementų technogeninės asociacijos Lietuvos urbanizuotų teritorijų dirvožemiuose. Geografijos ir geologijos institutas. Vilnius, 2002. 200 p.

Davis J. C. Statistics and data analysis in geology. John Willey & sons, Inc. New York; London; Sydney; Toronto, 1973. 550p.

Kruskal, W. H. A nonparametric test for the several sample problem. Annals of Mathematical Statistics. 23, 525-540.

Nepublikuota literatūra:

Gregorauskienė V., Putys P. Geocheminis kartografavimas 1:50 000 masteliu Biržų plote. Lietuvos geologijos tarnyba. Vilnius, 2000.

Karmazienė D., Aleksa P., Stančikaitė M. Antrojo lygio kvartero nuogulų geologinis kartografavimas M 1:50 000 Tetervinų plote. Lietuvos geologijos tarnyba. Vilnius, 1999. 12 p.

Stankevičius T. Cheminių elementų pasiskirstymo dėsningumai Šiaulių miesto grunte ir Šiaulių regiono dirvožemyje. Bakalaurinis darbas, 2006.

Internetinė literatūra

<http://www.itl.nist.gov/div898/software/dataplot/refman1/auxillar/kruskwal.htm>

<http://www3.lrs.lt/cgi-bin/getfmt?C1=e&C2=228693>

Žemėlapiai

Guobytė R. Lietuvos Kvartero geologinis žemėlapis M 1:200 000. 1999.

Guobytė R. Lietuvos geomorfologinis žemėlapis. Geologijos akiračiai, Nr.3, Vilnius, 2001. 23-25 p.

Lietuvos dirvožemių žemėlapis M 1:300 000. LTSR ŽŪM, Respublikinis žemėtvarkos institutas. Kaunas, 1985.

Šapoliienė R., Šinkūnienė R., Vilys S., Namikienė A. (autoriai). Lietuvos TSR / LTSR Biržų rajono dirvožemio žemėlapis M: 1:50 000 / LTSR ŽŪM, Respublikinis žemėtvarkos institutas, 1972.

Šapoliienė R., Šinkūnienė R., Vilys S., Namikienė A. (autoriai). Lietuvos TSR / LTSR Pakruojo rajono dirvožemio žemėlapis M: 1:50 000 / LTSR ŽŪM, Respublikinis žemėtvarkos institutas, 1972

Šapoliienė R., Šinkūnienė R., Vilys S., Namikienė A. (autoriai). Lietuvos TSR / LTSR Pasvalio rajono dirvožemio žemėlapis M: 1:50 000 / LTSR ŽŪM, Respublikinis žemėtvarkos institutas, 1971

Summary

Objectives:

to perform Biržai region soil geochemical regionalism in accordance with geological-geopharmalogical evidence, to establish geochemical field differences, evaluate resistance to pollution technogenous chemical elements.

Goals:

1. Summarize experience gained in previously accomplished geochemical regionalism in Lithuania.
2. Familiarize with geochemical mapping of Biržai region .
3. To explore geological (quaternary), geomorphologic and anthropocentric pollution conditions in Biržai region, according to this distinguish appropriate areas of soil and establish their geochemical field differences, by employing mathematical-statistical methods to verify extrication validity.
4. Applying factoring analysis Compose informative factors factoring significance maps – both for natural soil and city priming.
5. Determine different soil regions resistance to technogenic pollution by technogenous elements (Pb, Zn, Ag, Sn, Cu, Cr etc.), which represent their accumulation or immunity.

Findings:

1. Two criteria were applied to Biržai area soil and priming geochemical regionalism:
 - a) technogenic load rate;
 - b) lithogenetical-geomorphological dependence of dirvodarinių rocksIn Accordance to technogenic load rate area is divided into natural and two urbanized zones: Pasvalys and Biržai. By lithogenetical-geomorphological subordination in natural zone, 7 regions were identified: Vaškai, Lauksodis and Žeimelis morainic plains, Nemunėlis Radviliškis morainic limnoglacial plains, Linkuva morainic crest, Pasvalys limnoglacial plains, Saločiai limnoglacial plains, Pumpėnai morainic plains, Likėnai, Satkūnai and Antašava morenic plains.

2. Main factors determining accumulation of chemical elements are: lithogenic and carbonaceous. The first one relates to clay's percentage fraction in the soil, the second – carbonates and heavy minerals ratio in aleurite fraction. Technogenous elements such as Cr, Ni, Co, Zn are mainly associated with lithogenic factor, less associated elements are: Cu, Sn (Sorption on clay minerals). Following elements are associated with carbonaceous factor: Pb, Cu, Co, Zn (compose stable compounds and precipitate in alkaline environment).

3. With accordance to positive or negative values of factors, conclusion was made about argillaceous and carbonaceous of soil. Four conditional soil zones were distinguished:
 - a) argillaceous and carbonaceous soils
 - b) argillaceous and little carbonaceous soils
 - c) little argillaceous and carbonaceous soils
 - d) little argillaceous and little carbonaceous soils

4. Considering pollution of soil with technogenous it is required to consider not only relevant pollution, the one which is happening, but also into soil potential to accumulate chemical elements – potential pollution. Potential pollution is outlined by domination of varied zone factors values in geochemical region.





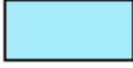

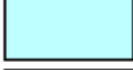




5. Majority of geochemical region's soils are more or less argillaceous and carbonaceous, that means can accumulate more pollution elements. Especially argillaceous and carbonaceous are soils of Vaškai, Lauksodis and Žeimelis morainic plains. Relevant pollution with technogenous elements (Pb-Mo-Zn-Co-P-Cu) is also evident here; these elements are associated with lithogenic and particularly carbonaceous association elements. Soils of Pumpėnai morainic plains are less argillaceous but more carbonaceous. Technogenous elements (Cu-Pb-Mn-Co-Ni) are related to carbonaceous association.

Soils of Linkėnai, Satkūnai, Antašava morainic plains are distinguished in the context. They are less argillaceous and relatively little carbonaceous. Although technogenic pollution association (Pb-P-Ag-Ga-Zn-Cu) is evident, it is related to peaty sediments attribute to accumulate

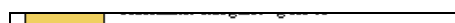
A PRIEDAS

GRAFINÉ MEDŽIAGA

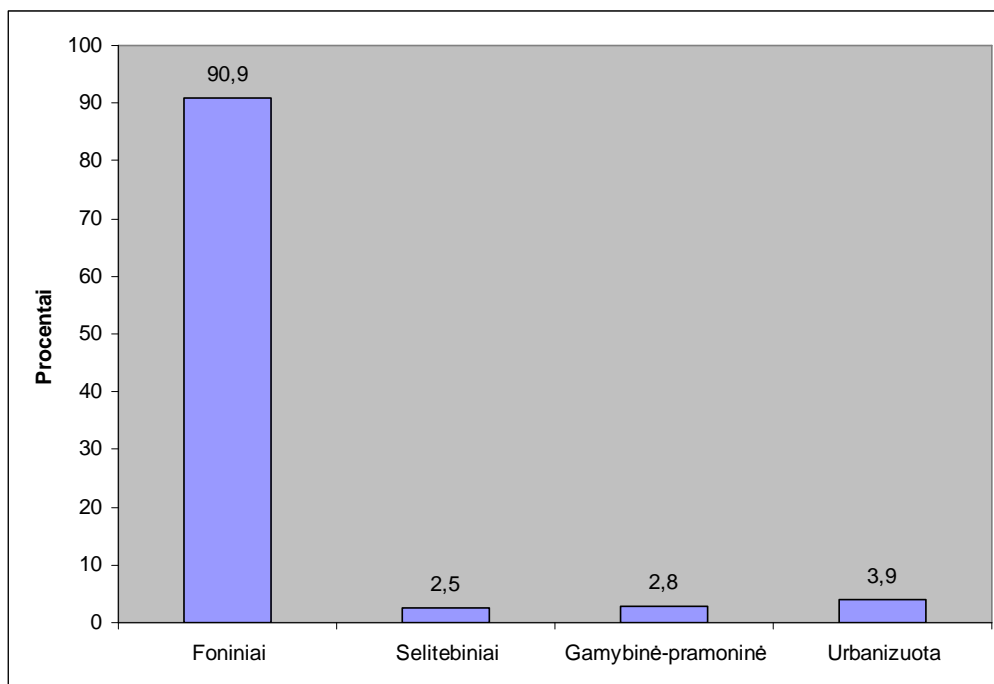
Kvartero geologinio žemėlapio legenda

	Deglaciacijos ribos
	Pelkės- bIV
	Glacialinės nuogulos- g III b1
	Aliuvis- a III b1
	Limnoglacialinės nuogulos- lg III b1
	Fluvioglacialinės nuogulos- f III b1
	Ėšerines nuosėdos- I IV
	Krastiniai limnoglacialiniai dariniai- lgt III b1
	Krastiniai glacialiniai dariniai- gt III b1 3
	Aliuvis- a IV
	Krastiniai fluviglacialiniai dariniai- ft III b1

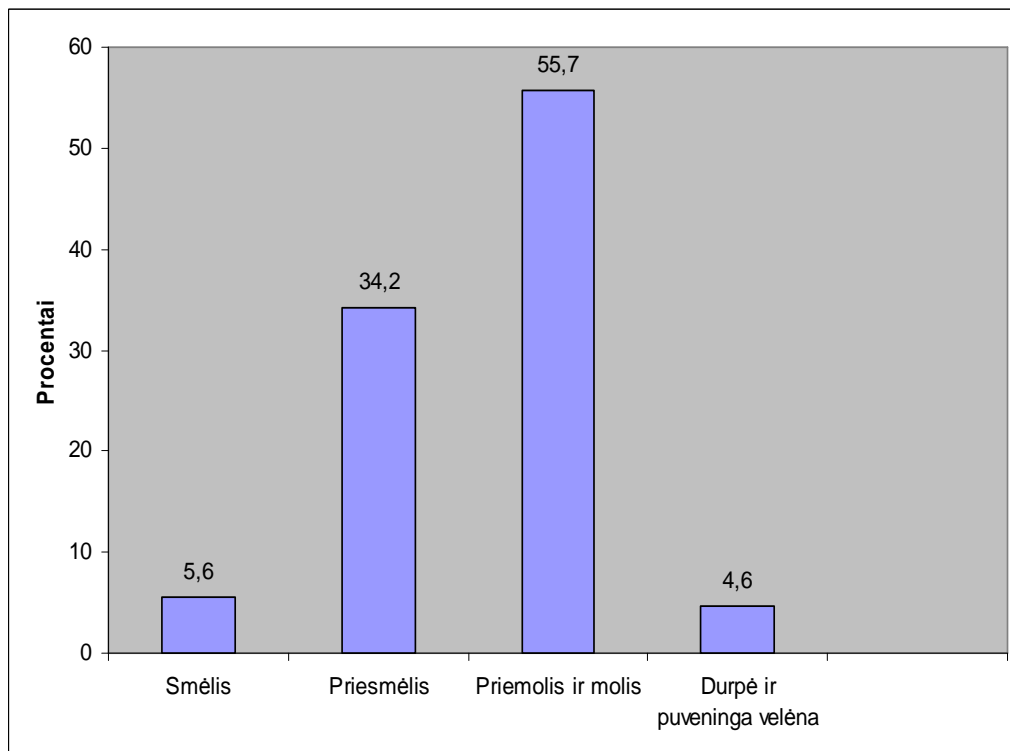
Geomorfologinio žemėlapio legenda



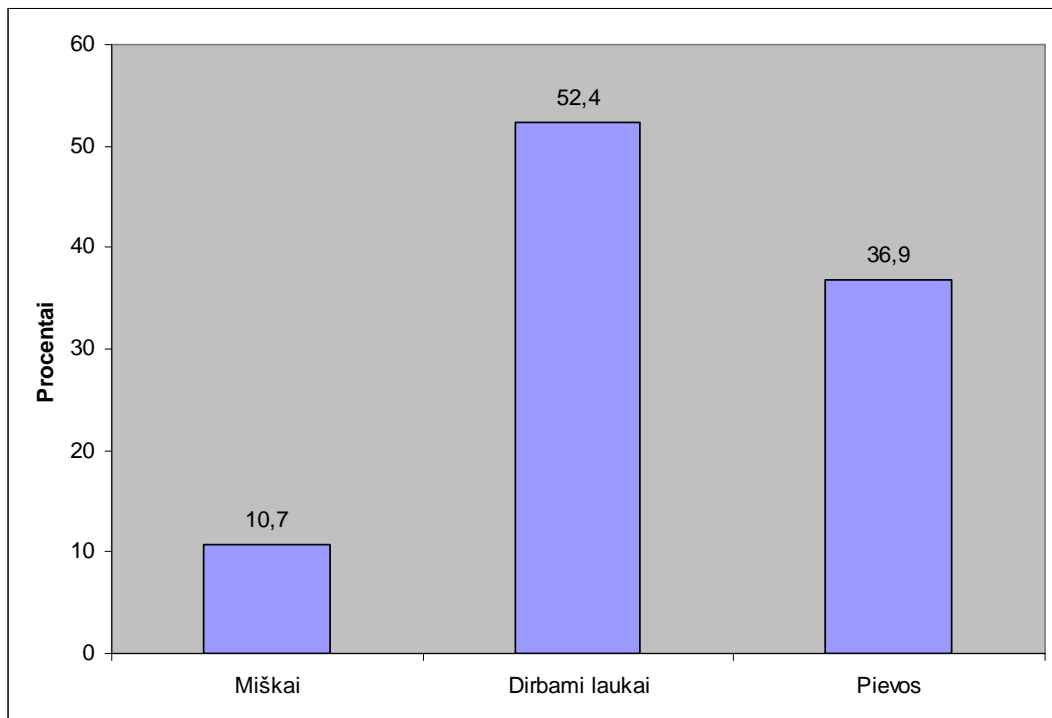
Biržų ploto dirvožemio atrankos vietų technogenizacijos laipsnis



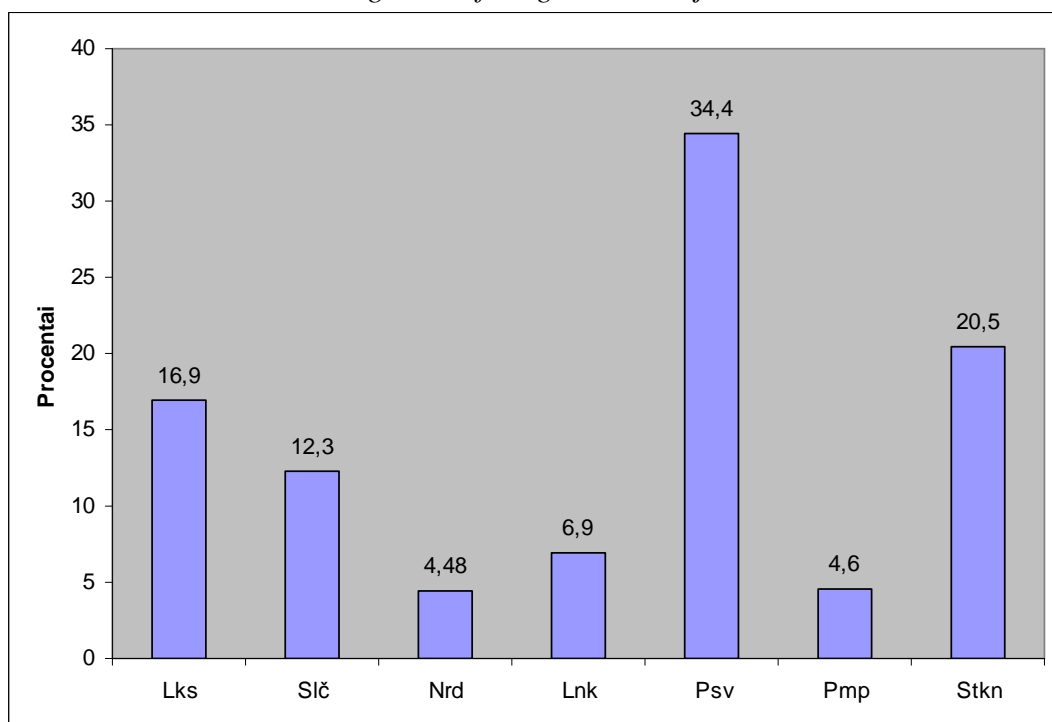
Biržų ploto dirvožemio sudėtis



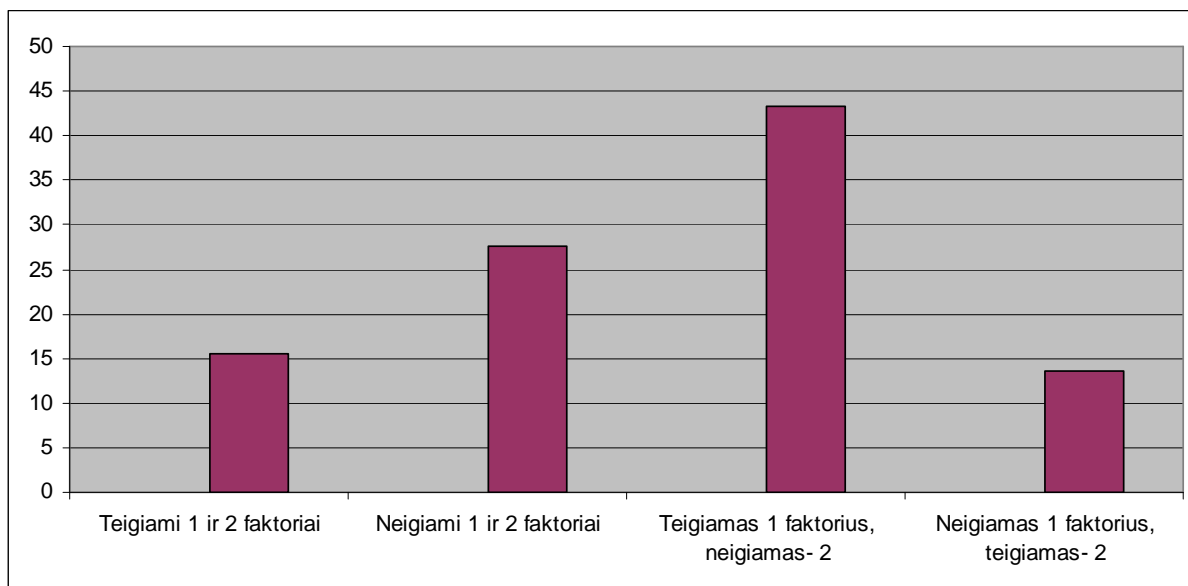
Biržų ploto dirvožemių žemėnauda



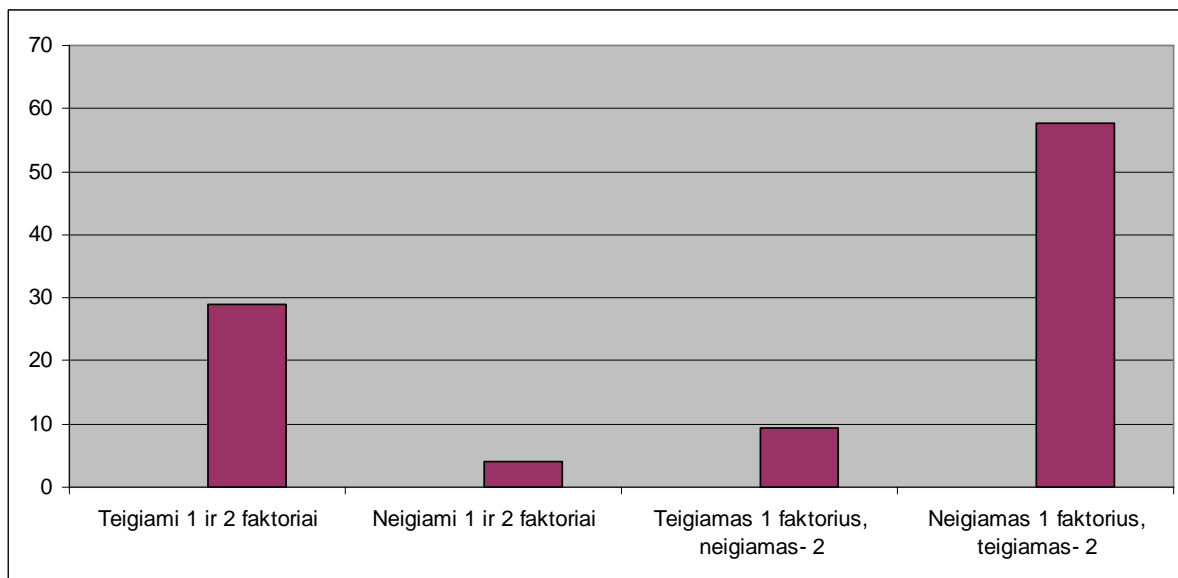
Biržų ploto dirvožemio atrankos vietų priklausomybė geomorfologiniams rajonams



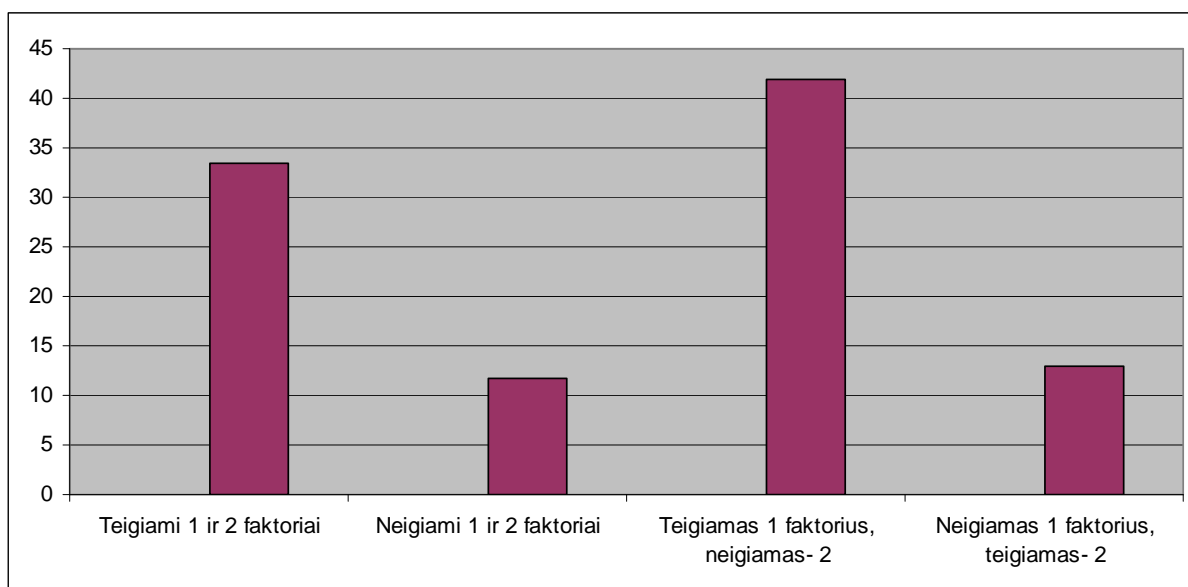
Faktorių zonų procentinis kiekis Vaškų, Lauksodžio ir Žeimelio moreninės lygumos rajone



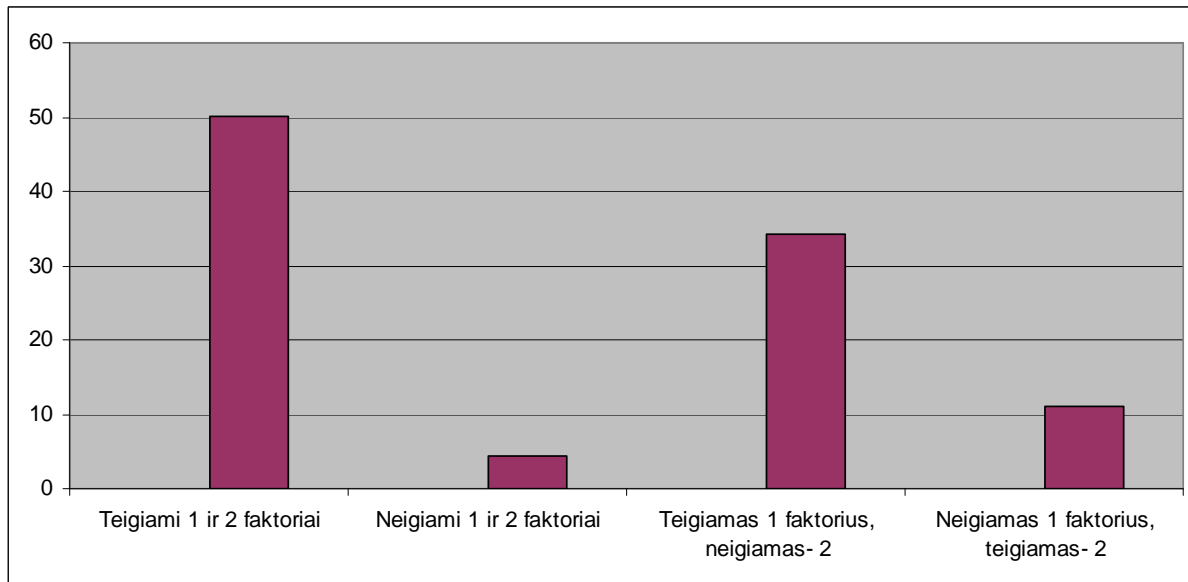
Faktorių zonų procentinis kiekis Nemunėlio Radviliškio moreninės limnoglacialinės lygumos rajone



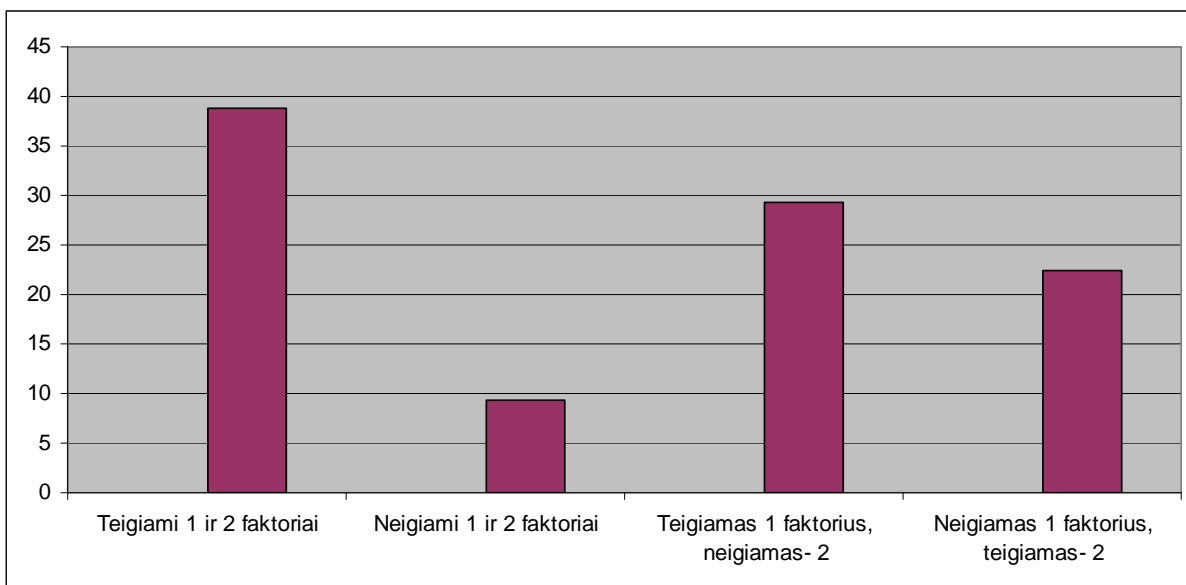
Faktorių zonų procentinis kiekis Linkuvos moreninio kalvagūbrio rajone



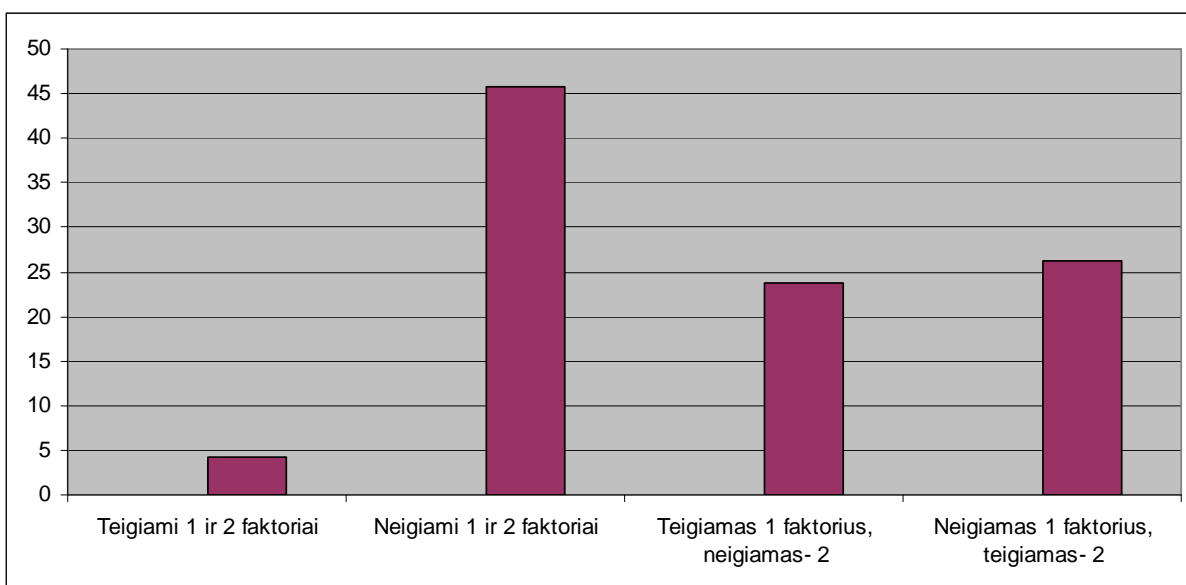
Faktorių zonų procentinis kiekis Saločių limnoglacialinės lygumos rajone

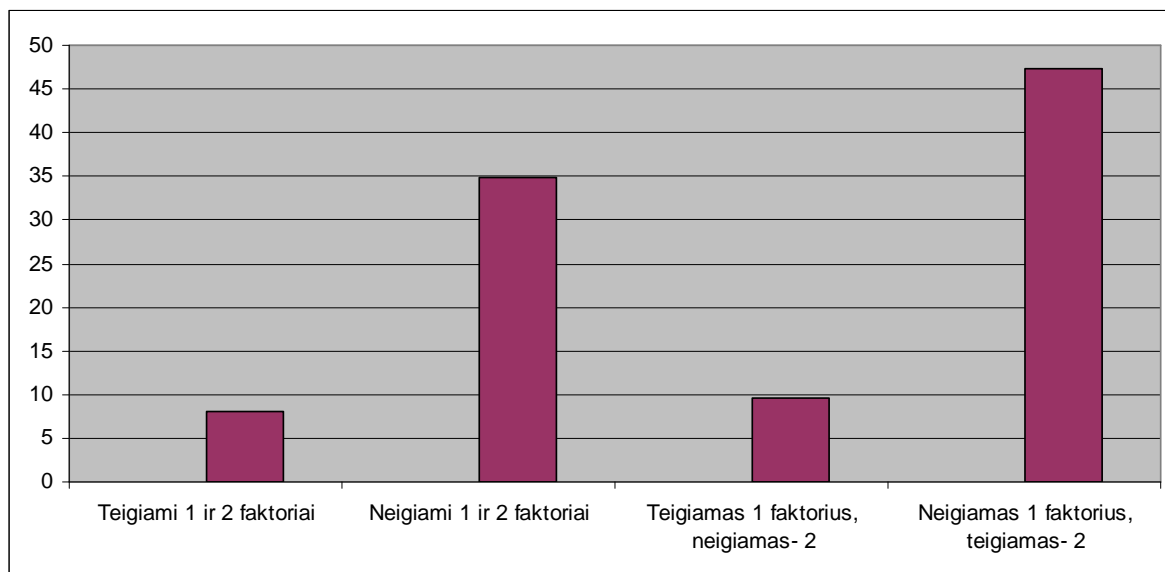


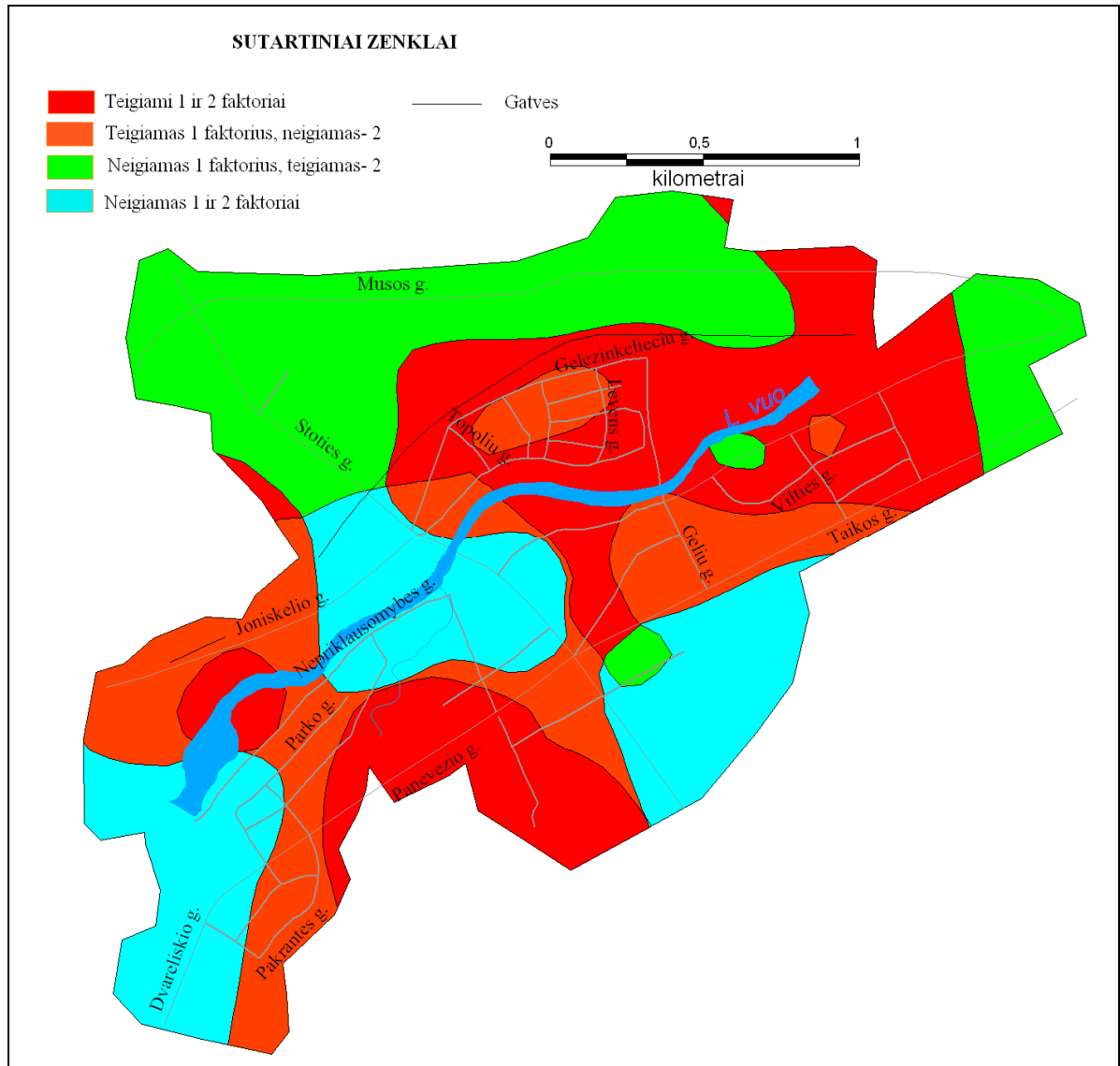
Faktorių zonų procentinis kiekis Pasvalio limnoglacialinės lygumos rajone



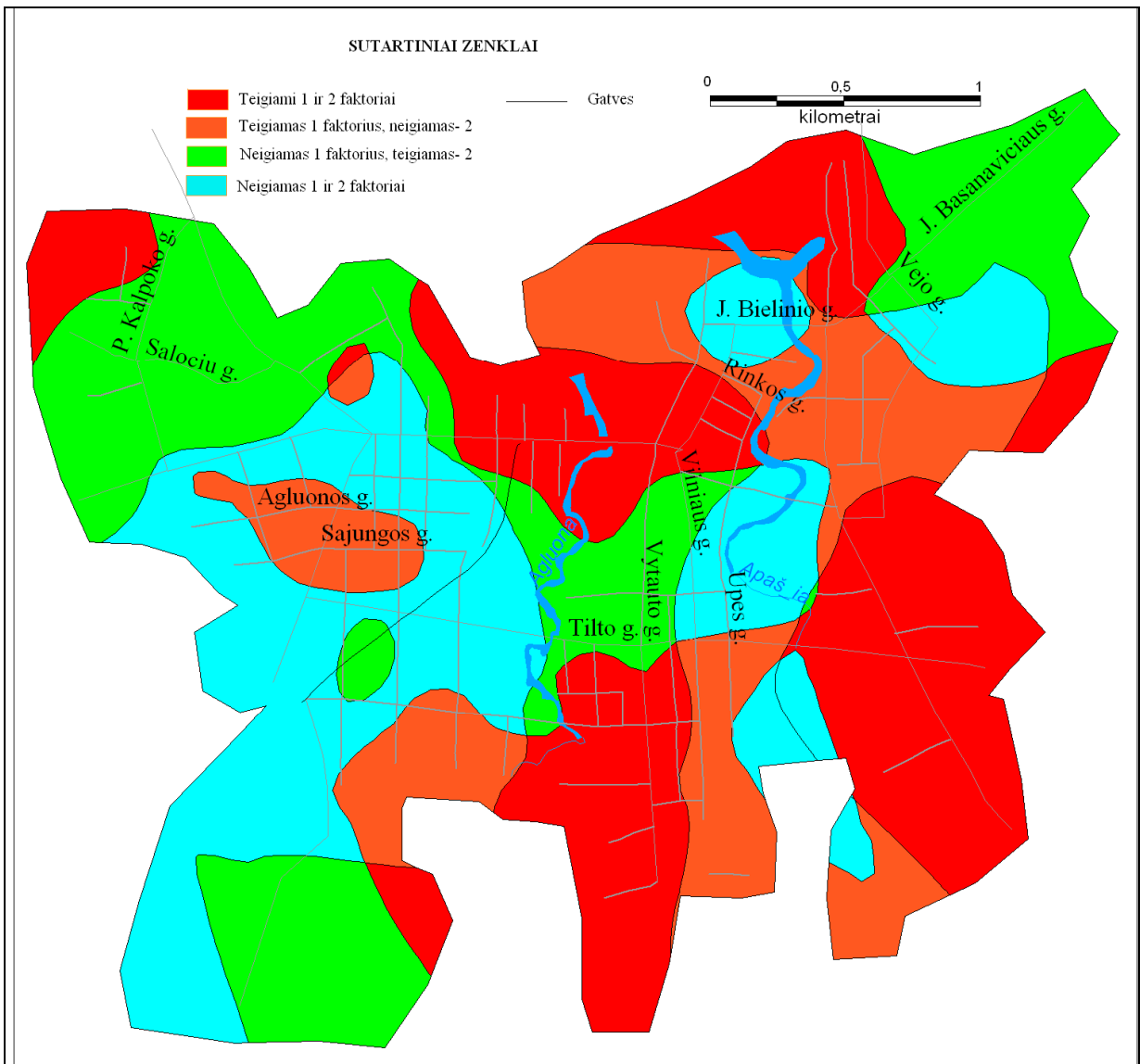
Faktorių zonų procentinis kiekis Pumpėnų moreninės lygumos rajone



Faktorių zonų procentinis kiekis Likėnų, Satkūnų, Antašavos moreninės lygumos rajone



A.13 priedas. Pasvalio miesto gruntų faktorių reikšmių žemėlapis



A.14 priedas. Biržų miesto gruntų faktoringių reikšmių žemėlapis

B PRIEDAS

LENTELÉS

Cheminių elementų statistinės charakteristikos Biržų ploto foninėse teritorijose

Cheminis elementas, N=1953	Vidurkis	Mediana	Minimumas	Maksimumas
Ag, ppm	0,067	0,061	0,002	8,042
Al, %	5,13	5,16	0,28	9,28
B, ppm	34,3	33,5	2,0	85,7
Ba, ppm	469	472	29	1044
Ca, %	1,42	1,06	0,03	15,93
Co, ppm	6,24	6,06	0,17	18,18
Cr, ppm	42,8	44,4	1,1	78,5
Cu, ppm	11,0	11,1	0,9	80,7
Fe, %	2,20	2,24	0,08	4,18
Ga, ppm	8,19	8,25	0,19	20,00
La, ppm	28,9	28,6	1,6	168,9
Li, ppm	17,4	17,1	0,4	70,6
Mg, %	0,79	0,67	0,03	9,84
Mn, ppm	332	322	13	1044
Mo, ppm	0,76	0,72	0,14	3,81
Nb, ppm	14,8	15,1	0,7	29,8
Ni, ppm	17,1	16,9	0,6	54,2
P, ppm	661	568	25	9160
Pb, ppm	14,9	14,1	1,4	83,1
Sc, ppm	8,8	8,6	0,2	24,7
Sn, ppm	2,41	2,40	0,15	7,13
Sr, ppm	104	98	12	2815
Ti, ppm	2975	2939	158	7510
V, ppm	50,9	50,2	0,9	160,2
Y, ppm	20,3	19,8	0,9	72,6
Yb, ppm	2,63	2,63	0,06	5,60
Zn, ppm	30,9	28,9	0,0	148,6
Zr, ppm	307	293	7	1327

Mikroelementų ir makroelementų statistinės charakteristikos Pasvalio miesto teritorijoje

Cheminis elementas, N=37	Vidurkis	Mediana	Minimumas	Maksimumas
Ag, ppm	0,102	0,077	0,031	0,431
Al, %	4,60	4,47	2,46	6,88
B, ppm	28,9	27,1	14,4	51,7
Ba, ppm	376	369	139	686
Ca, %	4,92	3,37	0,27	15,84
Co, ppm	6,58	6,15	3,38	10,39
Cr, ppm	39,1	38,6	21,9	70,7
Cu, ppm	17,8	13,9	4,8	47,3
Fe, %	2,11	2,04	0,92	4,95
Ga, ppm	7,58	7,04	3,67	11,43
La, ppm	18,8	17,3	9,1	43,1
Li, ppm	17,5	15,7	8,6	47,1
Mg, %	2,38	1,76	0,09	6,10
Mn, ppm	469	446	182	1336
Mo, ppm	0,84	0,76	0,25	2,84
Nb, ppm	12,3	12,0	5,8	21,4
Ni, ppm	18,3	17,6	7,7	34,3
P, ppm	1113	970	344	3015
Pb, ppm	45,7	22,2	8,8	324,0
Sc, ppm	6,2	5,5	1,3	14,9
Sn, ppm	3,03	2,72	1,49	6,15
Sr, ppm	107	105	48	173
Ti, ppm	2074	1930	768	5513
V, ppm	42,9	41,0	16,3	94,8
Y, ppm	15,8	15,4	3,9	41,3
Yb, ppm	1,86	2,03	0,68	3,79
Zn, ppm	97,3	74,9	4,6	453,0
Zr, ppm	190	183	96	375

Cheminių elementų statistinės charakteristikos Biržų miesto teritorijoje

Cheminis elementas, N=57	Vidurkis	Mediana	Minimumas	Maksimumas
Ag, ppm	0,095	0,076	0,016	0,447
Al, %	4,13	4,22	2,60	6,13
B, ppm	29,5	27,9	14,6	99,5
Ba, ppm	370	363	93	580
Ca, %	2,88	2,64	0,53	6,65
Co, ppm	5,25	5,08	2,05	11,27
Cr, ppm	32,2	31,6	11,7	50,5
Cu, ppm	16,8	13,4	7,8	57,3
Fe, %	1,72	1,82	0,63	2,97
Ga, ppm	6,26	5,65	3,22	11,47
La, ppm	29,3	27,3	14,8	58,7
Li, ppm	13,3	11,8	5,3	50,4
Mg, %	1,36	1,17	0,32	3,51
Mn, ppm	474	481	215	932
Mo, ppm	0,87	0,82	0,47	1,58
Nb, ppm	12,6	12,5	6,1	19,2
Ni, ppm	15,8	14,8	6,6	31,5
P, ppm	1005	943	179	3074
Pb, ppm	26,0	20,4	8,8	97,8
Sc, ppm	4,2	3,7	1,0	10,8
Sn, ppm	2,69	2,55	1,38	4,65
Sr, ppm	124	117	73	261
Ti, ppm	2257	2226	488	4099
V, ppm	39,3	40,1	10,7	74,5
Y, ppm	22,5	22,3	9,8	34,5
Yb, ppm	2,42	2,40	0,78	4,05
Zn, ppm	85,0	61,0	17,4	437,9
Zr, ppm	327	302	59	857

Cheminių elementų kiekių skirtumų reikšmingumo patikrinimas statistinėse imtyse iš foninių dirvožemių ant įvairių dirvodarinių uolienu genolinių tipų

Kruskal - Walley'io kriterijus		
Cheminis elementas	χ^2	Tikimybė (p)
Ag, ppm	17,7	<0.05
Al, %	107,7	<0.05
B, ppm	275,7	<0.05
Ba, ppm	45,8	<0.05
Ca, %	122,0	<0.05
Co, ppm	67,8	<0.05
Cr, ppm	116,0	<0.05
Cu, ppm	19,5	<0.05
Fe, %	93,7	<0.05
Ga, ppm	124,8	<0.05
La, ppm	17,2	<0.05
Li, ppm	33,4	<0.05
Mg, %	18,1	<0.05
Mn, ppm	58,4	<0.05
Mo, ppm	31,5	<0.05
Nb, ppm	53,1	<0.05
Ni, ppm	114,5	<0.05
P, ppm	80,4	<0.05
Pb, ppm	28,8	<0.05
Sc, ppm	164,1	<0.05
Sn, ppm	85,3	<0.05
Sr, ppm	22,6	<0.05
Ti, ppm	188,8	<0.05
V, ppm	130,6	<0.05
Y, ppm	25,8	<0.05
Yb, ppm	25,9	<0.05
Zn, ppm	43,4	<0.05
Zr, ppm	17,2	<0.05

Foninių mėginių skaičius N=1953.

B. 5 lentelė

Cheminių elementų kiekių skirtumų reikšmingumo patikrinimas statistinėse imtyse iš įvairių geologinių-geomorfologinių rajonų dirvožemių

Cheminis elementas	Kruskal-Walley'io kriterijus		Medianinis kriterijus	
	χ^2	Tikimybė (p)	H	Tikimybė (p)
Ag, ppm	25,3758	<0,05	38,6193	<0,05
Al, %	174,292	<0,05	202,753	<0,05
B, ppm	313,393	<0,05	336,471	<0,05
Ba, ppm	67,1441	<0,05	59,0405	<0,05
Ca, %	231,553	<0,05	267,424	<0,05
CO, ppm	127,594	<0,05	146,049	<0,05
Cr, ppm	194,562	<0,05	228,841	<0,05
Cu, ppm	60,9301	<0,05	57,7544	<0,05
Fe, %	202,245	<0,05	225,791	<0,05
Ga, ppm	158,46	<0,05	162,746	<0,05
La, ppm	21,7958	<0,05	47,8085	<0,05
Li, ppm	114,445	<0,05	126,001	<0,05
Mg, %	86,7975	<0,05	86,7975	<0,05
Mn, ppm	102,194	<0,05	144,968	<0,05
Mo, ppm	35,7331	<0,05	41,5936	<0,05
Nb, ppm	73,0189	<0,05	97,4361	<0,05
Ni, ppm	155,06	<0,05	172,369	<0,05
P, ppm	85,3904	<0,05	102,47	<0,05
Pb, ppm	45,7646	<0,05	51,8899	<0,05
Sc, ppm	342,024	<0,05	349,631	<0,05
Sn, ppm	127,825	<0,05	162,09	<0,05
Sr, ppm	49,6486	<0,05	78,9578	<0,05
Ti, ppm	243,394	<0,05	225,759	<0,05
V, ppm	203,566	<0,05	225,185	<0,05
Y, ppm	34,7258	<0,05	67,5551	<0,05
Yb, ppm	29,339	<0,05	47,993	<0,05
Zn, ppm	76,4297	<0,05	71,374	<0,05
Zr, ppm	99,6297	<0,05	156,224	<0,05

**Cheminių elementų kiekių statistinės charakteristikos Biržų ploto
Vaškų, Lauksodžio ir Žeimelio moreninių lygumų geocheminiame rajone**

Cheminis elementas, N=52	Vidurkis	Mediana	Minimumas	Maksimumas
Ag, ppm	0,062	0,062	0,021	0,116
Al, %	5,01	5,05	0,58	7,32
B, ppm	33,0	32,9	8,5	59,4
Ba, ppm	449	456	75	794
Ca, %	2,12	1,62	0,09	13,71
Co, ppm	6,59	6,30	1,42	12,66
Cr, ppm	42,1	43,1	2,9	65,7
Cu, ppm	11,3	10,9	2,8	47,0
Fe, %	2,23	2,27	0,58	3,71
Ga, ppm	8,59	8,17	0,70	16,89
La, ppm	29,4	28,4	2,3	74,3
Li, ppm	18,5	18,1	0,9	40,7
Mg, %	1,10	0,86	0,12	6,10
Mn, ppm	352	341	95	917
Mo, ppm	0,79	0,72	0,39	3,81
Nb, ppm	13,9	14,0	0,9	26,3
Ni, ppm	17,2	16,7	5,0	34,7
P, ppm	712	578	261	6303
Pb, ppm	16,2	14,8	7,7	88,2
Sc, ppm	8,6	8,5	1,2	20,5
Sn, ppm	2,34	2,31	0,55	7,13
Sr, ppm	108	105	54	539
Ti, ppm	2767	2647	351	5629
V, ppm	50,7	50,0	7,6	92,7
Y, ppm	21,6	20,0	2,1	52,5
Yb, ppm	2,72	2,65	0,24	5,30
Zn, ppm	32,0	26,4	1,9	435,6
Zr, ppm	275	271	19	757

**Cheminių elementų kiekių statistinės charakteristikos Biržų ploto
Nemunėlio Radviliškio moreninės limnoglacialinės lygumos ir Parovėjos moreninės lygumos
geocheminiame rajone**

Cheminis elementas, N=97	Vidurkis	Mediana	Minimumas	Maksimumas
Ag, ppm	0,065	0,067	0,039	0,096
Al, %	4,75	4,62	2,39	7,94
B, ppm	33,4	33,4	17,3	60,2
Ba, ppm	470	463	125	997
Ca, %	0,86	0,67	0,10	4,06
Co, ppm	5,32	4,94	1,43	10,63
Cr, ppm	40,3	41,3	12,4	62,3
Cu, ppm	9,9	9,6	4,7	18,2
Fe, %	1,80	1,74	0,45	3,56
Ga, ppm	7,86	7,89	2,85	14,15
La, ppm	28,0	28,6	9,8	50,3
Li, ppm	14,8	14,5	6,3	38,5
Mg, %	0,48	0,41	0,05	2,19
Mn, ppm	305	295	135	897
Mo, ppm	0,71	0,67	0,40	1,13
Nb, ppm	16,6	16,7	10,0	29,8
Ni, ppm	14,1	13,9	4,2	29,6
P, ppm	601	557	283	1447
Pb, ppm	14,5	13,8	8,4	47,4
Sc, ppm	6,8	6,1	1,2	19,0
Sn, ppm	2,30	2,31	0,95	3,39
Sr, ppm	95	95	48	141
Ti, ppm	3098	3068	1149	6100
V, ppm	43,1	40,5	12,4	85,0
Y, ppm	18,4	17,9	5,0	53,6
Yb, ppm	2,62	2,56	0,72	5,55
Zn, ppm	26,6	23,8	0,00	91,2
Zr, ppm	377	384	170	745

Cheminių elementų kiekių statistinės charakteristikos Biržų ploto
Linkuvos moreninio kalvagūbrio geocheminiame rajone

Cheminis elementas, N=149	Vidurkis	Mediana	Minimumas	Maksimumas
Ag, ppm	0,063	0,063	0,018	0,104
Al, %	5,14	5,16	1,33	7,97
B, ppm	35,9	35,0	10,3	85,2
Ba, ppm	482	475	85	984
Ca, %	1,68	1,19	0,34	11,81
Co, ppm	6,63	6,31	1,21	12,23
Cr, ppm	44,5	45,1	9,1	62,1
Cu, ppm	11,8	11,2	5,8	49,2
Fe, %	2,35	2,39	0,38	3,69
Ga, ppm	8,67	8,47	1,82	15,69
La, ppm	31,6	29,9	6,7	283,8
Li, ppm	17,6	17,4	1,8	30,7
Mg, %	0,90	0,73	0,04	5,45
Mn, ppm	353	350	73	602
Mo, ppm	0,78	0,75	0,40	1,92
Nb, ppm	14,1	14,7	2,7	20,5
Ni, ppm	18,3	17,6	4,2	32,8
P, ppm	838	549	241	24836
Pb, ppm	18,0	14,6	9,2	372,5
Sc, ppm	9,5	9,3	0,6	21,6
Sn, ppm	2,47	2,41	1,33	3,71
Sr, ppm	126	98	38	3548
Ti, ppm	2963	2937	605	5078
V, ppm	53,7	54,1	9,1	89,3
Y, ppm	20,9	20,8	4,0	47,9
Yb, ppm	2,71	2,68	0,54	5,51
Zn, ppm	174,3	32,2	4,8	20969,1
Zr, ppm	287	281	32	849

**Cheminių elementų kiekių statistinės charakteristikos Biržų ploto
Saločių limnoglacialinės lygumos geocheminiame rajone**

Cheminis elementas, N=264	Vidurkis	Mediana	Minimumas	Maksimumas
Ag, ppm	0,064	0,059	0,023	1,129
Al, %	5,40	5,48	2,50	8,41
B, ppm	38,2	38,1	15,3	74,8
Ba, ppm	490	487	164	914
Ca, %	1,41	1,02	0,19	8,01
Co, ppm	6,65	6,62	2,02	14,71
Cr, ppm	46,6	47,5	8,6	68,6
Cu, ppm	11,5	11,3	3,9	80,7
Fe, %	2,39	2,46	0,75	3,97
Ga, ppm	8,88	8,81	3,27	15,60
La, ppm	29,8	29,3	11,6	61,5
Li, ppm	17,9	17,9	3,5	42,3
Mg, %	0,87	0,71	0,10	4,16
Mn, ppm	329	315	139	822
Mo, ppm	0,78	0,75	0,30	1,96
Nb, ppm	15,0	15,5	7,2	24,4
Ni, ppm	18,5	18,2	7,1	40,1
P, ppm	615	493	277	5118
Pb, ppm	15,8	14,4	7,6	83,1
Sc, ppm	10,1	10,4	1,4	24,7
Sn, ppm	2,57	2,53	1,13	5,08
Sr, ppm	94	93	12	192
Ti, ppm	3263	3253	963	6242
V, ppm	54,1	54,2	14,4	105,4
Y, ppm	20,4	19,8	5,7	49,6
Yb, ppm	2,72	2,71	0,87	5,60
Zn, ppm	34,5	32,7	8,8	141,7
Zr, ppm	301	300	52	650

Cheminių elementų kiekių statistinės charakteristikos Biržų ploto
Pasvalio limnoglacialinės lygumos geocheminiame rajone

Cheminis elementas, N=737	Vidurkis	Mediana	Minimumas	Maksimumas
Ag, ppm	0,064	0,058	0,002	0,851
Al, %	5,35	5,51	0,28	9,28
B, ppm	36,2	36,7	2,0	74,8
Ba, ppm	468	476	29	1044
Ca, %	1,65	0,90	0,03	15,84
Co, ppm	6,37	6,29	0,17	18,18
Cr, ppm	44,2	46,5	1,1	100,2
Cu, ppm	14,5	11,5	1,7	1822,6
Fe, %	2,27	2,36	0,08	4,95
Ga, ppm	8,13	8,38	0,19	20,00
La, ppm	27,1	27,9	1,6	53,5
Li, ppm	17,2	17,5	0,4	47,1
Mg, %	0,95	0,68	0,03	6,11
Mn, ppm	328	313	13	1336
Mo, ppm	0,79	0,75	0,14	3,25
Nb, ppm	14,9	15,4	0,7	27,1
Ni, ppm	17,9	18,0	0,6	54,7
P, ppm	728	557	25	11665
Pb, ppm	16,9	13,7	1,4	324,0
Sc, ppm	9,4	9,4	0,2	20,9
Sn, ppm	2,53	2,49	0,15	6,49
Sr, ppm	104	101	22	255
Ti, ppm	3106	3191	158	7510
V, ppm	53,5	54,6	0,9	160,2
Y, ppm	18,8	19,1	0,9	41,7
Yb, ppm	2,51	2,60	0,06	5,51
Zn, ppm	38,7	31,9	0,0	583,2
Zr, ppm	282	277	7	666

Cheminių elementų kiekių statistinės charakteristikos Biržų ploto
Pumpėnų moreninės lygumos geomorfologiniame rajone

Cheminis elementas, N=100	Vidurkis	Mediana	Minimumas	Maksimumas
Ag, ppm	0,139	0,058	0,009	8,042
Al, %	4,40	4,38	0,54	8,10
B, ppm	27,7	28,1	8,9	43,9
Ba, ppm	397	399	64	782
Ca, %	1,66	1,45	0,14	7,72
Co, ppm	5,31	5,21	0,99	11,22
Cr, ppm	34,6	36,8	2,7	55,6
Cu, ppm	9,7	9,5	0,9	19,8
Fe, %	1,92	2,05	0,21	3,24
Ga, ppm	7,04	7,01	0,54	14,36
La, ppm	25,4	24,9	1,9	110,4
Li, ppm	16,3	15,8	0,7	29,7
Mg, %	0,77	0,68	0,04	2,90
Mn, ppm	287	270	37	597
Mo, ppm	0,67	0,63	0,33	1,50
Nb, ppm	13,5	13,8	1,2	25,4
Ni, ppm	14,4	14,5	1,9	26,5
P, ppm	877	660	134	11964
Pb, ppm	15,2	14,3	8,2	26,9
Sc, ppm	6,6	6,3	0,3	19,8
Sn, ppm	2,14	2,11	0,49	4,56
Sr, ppm	109	99	54	699
Ti, ppm	2285	2256	269	4274
V, ppm	43,4	44,8	3,6	74,2
Y, ppm	18,0	17,7	1,6	36,2
Yb, ppm	2,22	2,28	0,10	3,91
Zn, ppm	26,9	23,0	0,0	94,2
Zr, ppm	243	239	11	603

B.12 lentelė

**Cheminių elementų kiekių statistinės charakteristikos Biržų ploto
Likėnų, Satkūnų, Vabalninkų, Antašavos moreninių lygumų geocheminiame rajone**

Cheminis elementas, N=439	Vidurkis	Mediana	Minimumas	Maksimumas
Ag, ppm	0,069	0,064	0,011	0,521
Al, %	4,53	4,53	1,19	7,35
B, ppm	29,3	28,5	14,6	99,5
Ba, ppm	444	441	93	997
Ca, %	1,97	1,34	0,18	15,93
Co, ppm	5,57	5,37	1,19	12,73
Cr, ppm	37,3	37,6	3,7	64,3
Cu, ppm	11,8	11,1	4,8	57,3
Fe, %	1,90	1,91	0,63	3,22
Ga, ppm	7,24	7,00	0,89	16,31
La, ppm	30,0	29,1	13,1	168,9
Li, ppm	15,8	14,8	2,9	70,6
Mg, %	0,92	0,68	0,15	9,84
Mn, ppm	391	373	33	989
Mo, ppm	0,77	0,72	0,31	2,31
Nb, ppm	14,0	14,5	3,7	23,6
Ni, ppm	15,6	14,7	5,9	54,2
P, ppm	822	712	81	4310
Pb, ppm	17,0	14,9	6,7	97,8
Sc, ppm	6,2	6,2	1,0	15,2
Sn, ppm	2,28	2,23	0,63	4,65
Sr, ppm	118	106	38	2815
Ti, ppm	2536	2419	488	5931
V, ppm	43,1	42,4	5,2	95,0
Y, ppm	21,7	20,9	5,6	72,6
Yb, ppm	2,54	2,51	0,52	4,77
Zn, ppm	37,0	29,0	0,0	437,9
Zr, ppm	348	319	54	1327

Biržų ploto gamtinės zonos faktorių krūvių matrica

Cheminis elementas, N=1953	1 faktorius	2 faktorius	3 faktorius	4 faktorius	5 faktorius
Ni, ppm	0,875	0,186	0,083	0,082	0,174
V, ppm	0,870	-0,001	0,143	-0,083	0,096
B, ppm	0,848	-0,148	0,057	-0,195	0,131
Co, ppm	0,788	0,228	0,149	0,224	0,244
Ga, ppm	0,780	0,111	0,049	0,366	0,135
Cr, ppm	0,755	-0,090	-0,095	0,162	0,334
Ti, ppm	0,749	-0,269	0,363	-0,017	0,128
Fe, %	0,723	0,060	-0,010	0,034	0,471
Zn, ppm	0,674	0,086	0,357	0,189	0,035
Sc, ppm	0,614	0,019	0,093	-0,120	0,644
Al, %	0,586	-0,172	0,341	-0,182	0,529
Cu, ppm	0,554	0,154	0,251	0,143	0,004
Li, ppm	0,541	0,307	0,082	0,278	0,384
Sn, ppm	0,537	-0,161	0,050	0,162	0,476
Mg, %	0,514	0,602	0,300	-0,004	0,038
Mo, ppm	0,509	-0,007	0,071	0,375	-0,110
La, ppm	0,437	-0,091	0,609	0,139	0,080
Yb, ppm	0,436	-0,089	0,727	0,130	0,199
Ca, %	0,139	0,799	0,315	0,222	-0,018
Nb, ppm	0,187	-0,660	0,220	0,132	0,220
Y, ppm	0,306	0,097	0,811	0,080	0,075
Zr, ppm	-0,067	-0,560	0,606	-0,022	-0,004
Sr, ppm	-0,084	0,194	0,592	-0,054	0,129
P, ppm	-0,204	0,322	0,373	0,280	-0,230
Ag, ppm	-0,117	-0,196	-0,031	0,768	0,209
Pb, ppm	0,246	0,166	0,047	0,750	-0,201
Mn, ppm	0,281	0,234	0,266	0,487	0,079
Ba, ppm	0,138	-0,124	0,197	0,033	0,815
FDP	8,466	2,439	3,290	2,194	2,492

Vaškų, Lauksodžio, Žeimelio geocheminio rajono faktorių krūvių matrica

Cheminis elementas, N=346	1 faktorius	2 faktorius	3 faktorius	4 faktorius	5 faktorius
Fe, %	0,831	0,153	0,186	0,027	0,160
Sc, ppm	0,796	0,016	0,202	-0,019	0,029
Cr, ppm	0,776	0,113	0,394	0,005	0,228
Ni, ppm	0,692	0,553	0,254	0,085	-0,060
Ba, ppm	0,660	-0,289	0,167	0,062	0,364
V, ppm	0,656	0,346	0,448	0,198	-0,045
B, ppm	0,649	0,291	0,411	0,082	-0,273
Al, %	0,637	-0,123	0,610	0,125	0,113
Li, ppm	0,616	0,348	0,289	0,143	0,302
Ga, ppm	0,590	0,540	0,347	0,096	0,252
Mn, ppm	0,525	0,434	0,112	0,376	0,154
Sn, ppm	0,483	0,196	0,465	-0,257	0,270
Pb, ppm	0,051	0,873	-0,008	-0,093	0,206
Mo, ppm	0,035	0,691	-0,113	0,017	-0,076
Zn, ppm	0,341	0,641	0,380	0,187	-0,087
Co, ppm	0,582	0,622	0,289	0,191	0,085
P, ppm	-0,192	0,601	0,057	0,255	0,237
Cu, ppm	0,227	0,598	0,200	0,097	-0,124
Zr, ppm	0,216	-0,135	0,841	0,002	-0,014
Yb, ppm	0,444	0,326	0,690	0,192	0,060
Y, ppm	0,328	0,445	0,647	0,291	-0,007
Nb, ppm	0,360	-0,142	0,620	-0,145	0,349
Ti, ppm	0,516	0,406	0,596	0,190	-0,010
La, ppm	0,448	0,311	0,595	0,213	0,113
Mg, %	0,357	0,494	0,006	0,678	-0,153
Sr, ppm	-0,119	-0,099	0,436	0,671	0,113
Ca, %	0,183	0,601	-0,152	0,647	-0,089
Ag, ppm	0,284	0,091	0,081	-0,002	0,793
FDP	25,3	18,8	16,8	7,2	5,4

Nemunėlio Radviliškio geocheminio rajono faktorių krūvių matrica

Cheminis elementas, N=96	1 faktorius	2 faktorius	3 faktorius	4 faktorius	5 faktorius	6 faktorius
V, ppm	0,895	0,085	-0,050	0,046	0,006	-0,053
B, ppm	0,882	-0,247	0,123	0,016	-0,116	0,052
Ni, ppm	0,873	0,264	-0,017	0,045	0,236	-0,041
Fe, %	0,845	0,146	-0,081	-0,114	0,305	-0,075
Ti, ppm	0,833	0,070	0,387	0,065	0,074	0,102
Co, ppm	0,825	0,316	0,039	0,044	0,367	0,088
Cr, ppm	0,780	0,099	0,160	-0,010	0,285	0,121
Sc, ppm	0,778	0,409	0,102	-0,178	0,258	0,040
Ga, ppm	0,765	0,005	-0,072	0,176	0,216	0,367
Mg, %	0,712	0,518	-0,116	0,135	0,117	-0,107
Al, %	0,702	0,479	0,202	-0,310	0,064	0,034
Zn, ppm	0,696	0,219	0,076	0,323	0,222	0,059
Cu, ppm	0,644	0,267	0,244	0,226	0,007	-0,020
Sn, ppm	0,607	0,078	0,357	-0,053	0,082	-0,133
La, ppm	0,594	0,215	0,474	0,217	0,048	0,098
Y, ppm	0,541	0,372	0,490	0,311	0,056	-0,053
Li, ppm	0,509	0,501	-0,228	0,208	0,364	0,065
Sr, ppm	0,052	0,831	0,294	-0,026	-0,043	0,061
Ca, %	0,404	0,663	-0,077	0,405	0,030	0,037
Zr, ppm	-0,135	0,009	0,865	0,127	-0,064	-0,092
Yb, ppm	0,482	0,413	0,630	0,183	0,051	0,048
Nb, ppm	0,156	-0,096	0,613	-0,390	-0,013	0,385
Ba, ppm	0,378	0,400	0,512	-0,138	0,333	0,034
Pb, ppm	0,071	0,079	0,115	0,867	0,002	0,214
Mn, ppm	0,328	0,256	0,111	0,173	0,692	0,036
P, ppm	-0,201	0,438	0,084	0,177	-0,661	-0,022
Ag, ppm	-0,227	-0,100	0,216	0,143	0,103	0,750
Mo, ppm	0,271	0,225	-0,214	0,090	-0,060	0,736
FDP	45,6	9,7	7,6	6,0	4,5	3,7

Linkuvos geocheminio rajono faktorių krūvių matrica

Cheminis elementas, N=140	1 faktorius	2 faktorius	3 faktorius	4 faktorius	5 faktorius
Ba, ppm	0,786	-0,044	0,357	-0,032	-0,100
Sc, ppm	0,748	0,367	0,209	0,105	-0,210
Fe, %	0,739	0,476	0,071	0,082	-0,044
Li, ppm	0,716	0,326	-0,018	0,234	0,228
Sn, ppm	0,659	0,256	0,213	-0,167	0,166
Al, %	0,586	0,382	0,471	0,061	-0,322
Mn, ppm	0,577	0,126	0,003	0,322	0,435
Co, ppm	0,561	0,557	0,069	0,313	0,281
V, ppm	0,308	0,836	0,201	0,123	-0,021
B, ppm	0,216	0,806	0,295	-0,122	-0,101
Ni, ppm	0,375	0,716	0,039	0,304	0,229
Cr, ppm	0,584	0,590	0,120	-0,199	0,284
Ga, ppm	0,375	0,571	0,178	0,172	0,493
Zn, ppm	0,095	0,567	0,419	0,321	0,225
Yb, ppm	0,266	0,232	0,806	0,254	0,070
Zr, ppm	-0,078	-0,143	0,791	-0,291	0,058
Ti, ppm	0,230	0,516	0,663	-0,058	0,081
La, ppm	0,183	0,394	0,631	0,234	0,057
Nb, ppm	0,397	0,098	0,621	-0,405	0,042
Y, ppm	0,123	0,303	0,593	0,555	-0,048
Ca, %	0,083	0,142	-0,135	0,829	0,155
P, ppm	-0,242	-0,092	-0,027	0,606	0,242
Mg, %	0,357	0,480	-0,042	0,588	-0,067
Sr, ppm	0,249	-0,234	0,328	0,586	-0,155
Cu, ppm	0,012	0,330	0,022	0,480	0,117
Pb, ppm	-0,097	-0,020	0,116	0,197	0,810
Mo, ppm	0,063	0,362	-0,036	0,092	0,604
Ag, ppm	0,452	-0,343	0,056	-0,234	0,524
FDP	18,7	18,3	13,6	12,0	8,5

Saločių geocheminio rajono faktorių krūvių matrica

Cheminis elementas, N=247	1 faktorius	2 faktorius	3 faktorius	4 faktorius	5 faktorius	6 faktorius
Sc, ppm	0,858	0,158	-0,166	0,216	-0,043	0,033
Fe, %	0,842	0,095	0,102	0,124	-0,023	-0,046
Ni, ppm	0,830	0,119	0,315	0,155	0,158	-0,157
Co, ppm	0,828	0,081	0,272	0,156	0,201	-0,035
V, ppm	0,791	0,342	0,213	0,039	0,108	-0,251
Ga, ppm	0,760	0,101	0,415	0,053	0,083	0,103
Li, ppm	0,758	-0,153	0,159	0,209	0,049	0,253
B, ppm	0,753	0,283	0,242	-0,115	0,096	-0,206
Cr, ppm	0,734	0,170	0,158	-0,155	0,056	0,177
Al, %	0,731	0,453	-0,132	0,131	-0,007	-0,050
Sn, ppm	0,694	0,191	0,125	-0,094	0,153	0,078
Ti, ppm	0,619	0,559	0,207	0,045	0,066	-0,150
Ba, ppm	0,601	0,249	-0,280	0,212	-0,070	0,343
Zn, ppm	0,528	0,280	0,469	0,215	-0,003	-0,218
Cu, ppm	0,493	0,104	0,295	-0,020	0,342	-0,254
Zr, ppm	-0,128	0,772	-0,078	-0,219	-0,058	0,083
Yb, ppm	0,483	0,646	0,107	0,226	0,178	0,029
Nb, ppm	0,347	0,626	0,095	-0,203	-0,121	0,150
Y, ppm	0,372	0,586	0,096	0,489	0,171	-0,160
La, ppm	0,413	0,567	0,097	0,299	0,298	-0,023
Pb, ppm	0,059	-0,005	0,744	0,149	0,097	0,076
Mo, ppm	0,350	0,141	0,641	0,038	-0,036	0,046
Mn, ppm	0,124	-0,031	0,577	0,243	0,095	0,168
Ca, %	0,274	-0,112	0,239	0,776	0,244	0,011
P, ppm	-0,263	-0,027	0,314	0,673	-0,195	-0,050
Mg, %	0,504	0,057	0,109	0,518	0,417	-0,136
Sr, ppm	0,047	0,026	0,075	0,075	0,855	0,092
Ag, ppm	-0,005	0,090	0,278	-0,096	0,082	0,827
FDP	32,9	11,2	9,3	7,9	5,2	4,7

Pasvalio geocheminio rajono faktorių krūvių matrica

Cheminis elementas, N=649	1 faktorius	2 faktorius	3 faktorius	4 faktorius
Ni, ppm	0,942	0,079	0,027	0,156
Co, ppm	0,923	0,134	0,096	0,161
Fe, %	0,911	0,204	0,044	0,091
Sc, ppm	0,898	0,173	0,110	-0,072
V, ppm	0,894	0,201	0,064	0,095
Mg, %	0,854	-0,210	0,269	-0,085
Cr, ppm	0,853	0,341	-0,012	0,194
Ga, ppm	0,851	0,264	0,011	0,280
B, ppm	0,838	0,330	-0,151	0,092
Al, %	0,808	0,485	0,112	0,018
Ti, ppm	0,805	0,349	0,033	0,084
Cu, ppm	0,787	-0,024	0,229	0,122
La, ppm	0,773	0,336	0,303	0,060
Li, ppm	0,765	0,379	0,127	0,140
Yb, ppm	0,761	0,351	0,413	0,103
Zn, ppm	0,751	-0,028	0,146	0,159
Ba, ppm	0,734	0,338	0,150	-0,058
Y, ppm	0,715	0,264	0,513	0,017
Sn, ppm	0,659	0,444	-0,055	0,306
Mn, ppm	0,629	0,136	0,246	0,290
Ca, %	0,583	-0,425	0,558	0,038
Nb, ppm	0,340	0,822	-0,033	0,175
Zr, ppm	0,249	0,779	0,341	0,015
P, ppm	-0,204	0,015	0,666	0,351
Sr, ppm	0,306	0,348	0,615	-0,029
Pb, ppm	0,242	-0,237	0,203	0,779
Ag, ppm	-0,042	0,320	0,074	0,747
Mo, ppm	0,478	0,166	-0,039	0,501
FDP	50,4	12,1	7,6	7,3

Pumpėnų geocheminio rajono faktorių krūvių matrica

Cheminis elementas, N=98	1 faktorius	2 faktorius	3 faktorius	4 faktorius	5 faktorius
Al, %	0,914	0,024	0,248	-0,019	0,060
Ga, ppm	0,892	0,254	-0,090	0,200	0,088
Ti, ppm	0,887	0,254	-0,069	0,083	0,145
Li, ppm	0,878	0,144	0,122	0,062	0,154
La, ppm	0,873	0,229	0,047	0,111	0,257
Cr, ppm	0,872	0,158	0,083	0,097	-0,133
Yb, ppm	0,866	0,309	0,180	0,024	0,214
V, ppm	0,865	0,372	0,100	0,032	-0,025
Nb, ppm	0,841	-0,290	0,120	0,075	0,074
Fe, %	0,825	0,428	0,037	0,033	-0,126
Ni, ppm	0,823	0,447	0,009	0,116	-0,006
Sc, ppm	0,815	0,192	0,210	-0,142	-0,082
Co, ppm	0,791	0,536	-0,042	0,135	0,063
Sn, ppm	0,780	0,083	0,277	0,082	0,015
B, ppm	0,763	0,348	-0,018	-0,027	-0,241
Zr, ppm	0,739	-0,117	0,249	0,073	0,177
Zn, ppm	0,736	0,364	-0,128	0,104	0,247
Y, ppm	0,733	0,425	0,154	0,082	0,280
Ba, ppm	0,595	-0,217	0,377	0,090	-0,046
Ca, %	0,119	0,893	0,032	0,029	0,239
Mg, %	0,311	0,883	0,127	-0,038	0,034
Cu, ppm	0,454	0,595	0,258	0,170	-0,094
Pb, ppm	-0,063	0,571	-0,384	0,475	0,138
Mn, ppm	0,449	0,541	-0,200	0,348	-0,193
SR, ppm	0,225	0,161	0,854	0,179	0,048
Mo, ppm	-0,013	0,336	0,115	0,781	-0,114
Ag, ppm	0,188	-0,207	0,175	0,508	0,206
P, ppm	0,139	0,145	0,014	0,040	0,891
FDP	47,7	16,1	5,6	5,2	5,1

**Likėnų, Satkūnų, Vabalninko, Antašavos geocheminio rajono faktorių
krūvių matrica**

Cheminis elementas, N=377	1 faktorius	2 faktorius	3 faktorius	4 faktorius	5 faktorius	6 faktorius	7 faktorius
Sc, ppm	0,817	0,207	0,157	0,000	0,183	-0,010	-0,035
Ba, ppm	0,701	0,215	-0,235	-0,193	-0,336	-0,058	0,114
Cr, ppm	0,673	0,018	-0,132	0,369	0,239	0,235	-0,107
Sn, ppm	0,652	0,097	-0,342	0,312	0,164	0,035	0,029
Fe, %	0,632	0,074	-0,048	0,133	0,272	0,387	-0,100
Al, %	0,523	0,512	-0,389	-0,039	0,195	-0,063	0,038
Li, ppm	0,502	-0,138	0,161	0,324	0,353	0,205	0,273
Y, ppm	0,063	0,868	0,194	0,058	0,108	-0,068	0,051
Yb, ppm	0,226	0,817	-0,075	0,127	0,232	0,088	0,092
La, ppm	0,074	0,722	-0,052	0,106	-0,009	0,163	0,127
Ti, ppm	0,158	0,667	-0,072	0,141	0,263	0,318	-0,110
Ca, %	-0,043	0,125	0,852	0,247	0,088	0,069	0,210
Mg, %	0,025	0,140	0,715	0,070	0,244	0,227	0,122
Zr, ppm	-0,064	0,496	-0,682	-0,142	0,195	-0,007	0,034
Nb, ppm	0,374	0,146	-0,671	0,010	0,021	0,225	0,055
Pb, ppm	0,104	0,074	0,206	0,806	0,043	0,265	0,040
P, ppm	0,033	0,427	0,201	0,588	-0,047	-0,237	0,081
Ag, ppm	0,354	-0,180	-0,392	0,566	0,074	0,151	0,157
Ga, ppm	0,481	0,128	0,232	0,553	0,222	0,366	-0,047
Zn, ppm	0,012	0,275	0,134	0,536	0,397	0,176	-0,107
B, ppm	0,174	0,204	-0,077	-0,055	0,782	0,048	0,082
V, ppm	0,329	0,273	0,001	0,387	0,597	0,148	-0,141
Ni, ppm	0,325	0,171	0,338	0,293	0,575	0,293	-0,085
Cu, ppm	0,056	0,145	0,305	0,447	0,455	-0,185	0,373
Mn, ppm	0,121	0,160	0,014	0,143	0,063	0,791	0,068
Co, ppm	0,425	0,158	0,296	0,252	0,457	0,511	0,043
Sr, ppm	-0,037	0,415	0,109	-0,170	-0,217	-0,103	0,698
Mo, ppm	-0,002	-0,052	0,114	0,350	0,259	0,313	0,613
FDP	14,3	13,5	11,5	11,1	9,8	7,0	4,7

Pasvalio miesto gruntų faktorių krūvių matrica

Cheminis elementas, N=37	1 faktorius	2 faktorius	3 faktorius	4 faktorius	5 faktorius
Yb, ppm	0,905	-0,161	0,007	0,197	0,224
Ga, ppm	0,887	0,244	0,017	0,234	-0,051
Al, %	0,887	-0,141	0,198	-0,065	-0,248
Ti, ppm	0,886	-0,202	0,195	0,232	0,205
Y, ppm	0,883	0,141	-0,013	0,106	0,301
V, ppm	0,830	-0,201	0,213	0,332	0,128
La, ppm	0,829	-0,266	0,123	0,182	0,203
Co, ppm	0,808	0,365	0,213	0,178	-0,182
Sc, ppm	0,787	0,191	0,446	-0,157	-0,048
Ni, ppm	0,777	0,307	0,466	0,127	0,039
B, ppm	0,733	-0,274	0,351	0,277	0,278
Li, ppm	0,727	-0,130	0,037	0,459	0,141
Fe, %	0,693	0,241	0,367	0,052	0,218
Cr, ppm	0,582	0,065	0,566	0,257	0,368
Ca, %	0,023	0,952	-0,138	0,013	0,137
Mg, %	0,138	0,948	0,064	0,070	0,123
Nb, ppm	0,368	-0,815	-0,007	0,065	0,238
Pb, ppm	-0,118	0,749	0,401	0,272	0,030
Sr, ppm	0,016	0,727	0,006	-0,268	0,467
Zr, ppm	0,483	-0,708	-0,074	0,065	0,255
Cu, ppm	0,200	0,682	0,496	0,246	0,181
Zn, ppm	0,137	0,681	0,402	0,458	0,019
Mn, ppm	0,385	0,547	0,013	0,403	0,274
Ba, ppm	0,405	-0,074	0,755	-0,201	0,029
Sn, ppm	0,204	0,384	0,700	0,252	0,167
Ag, ppm	0,236	0,078	0,241	0,785	-0,043
P, ppm	0,314	0,141	-0,178	0,665	0,136
Mo, ppm	0,276	0,297	0,350	0,160	0,756
FDP	36,2	22,3	10,9	9,0	6,2

Biržų miesto gruntų faktorių krūvių matrica

Cheminis elementas, N=57	1 faktorius	2 faktorius	3 faktorius	4 faktorius	5 faktorius
Ga, ppm	0,759	0,337	0,156	0,303	0,079
Li, ppm	0,747	0,098	0,078	0,410	0,274
Co, ppm	0,722	0,310	0,514	0,124	0,135
Mn, ppm	0,720	0,338	0,219	0,074	0,179
V, ppm	0,719	0,216	0,474	-0,159	0,181
Sr, ppm	-0,709	0,171	0,022	0,170	-0,003
Sc, ppm	0,691	0,019	0,379	-0,195	0,304
Cr, ppm	0,653	0,333	0,207	0,023	0,398
Fe, %	0,642	0,382	0,259	-0,358	0,273
B, ppm	0,519	0,213	0,481	-0,226	-0,042
Pb, ppm	0,103	0,839	-0,056	0,279	0,056
Zn, ppm	-0,045	0,814	0,264	0,161	0,000
Cu, ppm	0,191	0,787	-0,031	0,217	0,081
Mo, ppm	0,337	0,722	-0,180	0,171	-0,131
Ni, ppm	0,434	0,686	0,346	0,064	-0,101
Sn, ppm	0,118	0,683	0,186	-0,188	0,474
La, ppm	0,005	0,068	0,836	0,007	0,122
Y, ppm	0,250	0,097	0,830	0,046	0,277
Yb, ppm	0,504	0,026	0,734	-0,141	0,184
Zr, ppm	0,216	-0,218	0,704	-0,526	0,117
Ti, ppm	0,539	0,221	0,662	-0,194	-0,045
Al, %	0,432	-0,172	0,482	-0,320	0,342
Mg, %	0,045	0,299	-0,060	0,856	-0,179
Ca, %	-0,041	0,389	-0,163	0,848	-0,173
Ba, ppm	0,210	-0,356	0,109	-0,066	0,731
Nb, ppm	0,022	0,070	0,262	-0,397	0,607
Ag, ppm	0,313	0,271	0,090	-0,156	0,535
P, ppm	0,371	0,262	0,164	0,095	0,409
FDP	22,4	17,2	16,3	10,2	8,7