

**VILNIAUS UNIVERSITETAS**

**GAMTOS MOKSLŲ FAKULTETAS  
EKOLOGIJOS IR APLINKOTYROS CENTRAS**

**Remigijus Alavočius**

**AUTOMOBILIŲ KELIŲ INFRASTRUKTŪROS ĮTAKA DIRVOŽEMIO pH  
APLINKINĖSE TERITORIJOSE**

Magistro darbas

*Aplinkotyra ir aplinkotvarka*

Mokslinis vadovas:  
doc. dr. Gytautas Ignatavičius

VILNIUS, 2006

## TURINYS

<b>TURINYS .....</b>	<b>2</b>
<b>LENTELIŲ, ILIUSTRACIJŲ IR SCHEMŲ SĄRAŠAS.....</b>	<b>3</b>
<i>Lentelių sąrašas .....</i>	<b>3</b>
<i>Iliustracijų sąrašas .....</i>	Klaida! Žymelė neapibrėžta.
<i>Schemų sąrašas .....</i>	Klaida! Žymelė neapibrėžta.
<b>ĮVADAS .....</b>	Klaida! Žymelė neapibrėžta.
<b>1. LITERATŪROS APŽVALGA .....</b>	Klaida! Žymelė neapibrėžta.
<b>2. DARBO TIKSLAS IR UŽDAVINIAI .....</b>	Klaida! Žymelė neapibrėžta.
<b>3. TYRIMO OBJEKTAS IR METODIKA .....</b>	Klaida! Žymelė neapibrėžta.
3.1 <i>Tyrimo objektas .....</i>	Klaida! Žymelė neapibrėžta.
3.2 <i>Darbo metodika .....</i>	Klaida! Žymelė neapibrėžta.
<b>4. DARBO (TYRIMO) REZULTATAI IR JŲ DALINĖ ANALIZĖ.....</b>	Klaida! Žymelė neapibrėžta.
4.1 <i>Bendras dirvožemio pH kitimas. Regresijos lygtys .....</i>	Klaida! Žymelė neapibrėžta.
4.1.1 <i>Skyriaus išvados.....</i>	Klaida! Žymelė neapibrėžta.
4.2 <i>Mėginių, paimtų atskirais mėnesiais, dalinis analizavimas .....</i>	Klaida! Žymelė neapibrėžta.
4.2.1 <i>Skyriaus išvados.....</i>	Klaida! Žymelė neapibrėžta.
4.3 <i>Duomenų analizavimas pakeičiant absoliutines tyrimų rezultatų vertes .....</i>	Klaida! Žymelė neapibrėžta.
4.3.1 <i>Skyriaus išvados.....</i>	Klaida! Žymelė neapibrėžta.
<b>5. KAI KURIŲ VEIKSNIŲ POVEIKIS DIRVOŽEMIO pH.....</b>	Klaida! Žymelė neapibrėžta.
5.1 <i>Autotransporto poveikis dirvožemio pH .....</i>	Klaida! Žymelė neapibrėžta.
5.2 <i>Stacionarių taršos objektų poveikis .....</i>	Klaida! Žymelė neapibrėžta.
5.3 <i>Slidumą mažinančių medžiagų įtaka .....</i>	Klaida! Žymelė neapibrėžta.
5.4 <i>Dolomito poveikis .....</i>	Klaida! Žymelė neapibrėžta.
<b>6. REZULTATŲ APTARIMAS .....</b>	Klaida! Žymelė neapibrėžta.
<b>7. DARBO IŠVADOS .....</b>	<b>42</b>
<b>LITERATŪROS SĄRAŠAS .....</b>	Klaida! Žymelė neapibrėžta.
<b>SUMMARY .....</b>	Klaida! Žymelė neapibrėžta.
<b>PRIEDAI.....</b>	<b>47</b>
<i>Dirvožemio, paimto prie kelių su asfaltbetonio danga iš paviršinio sluoksnio, pH tyrimo rezultatai .....</i>	<b>47</b>
<i>Grafinis kelio Kaniūkai-Einorai-Nemunaitis ėminių ėmimo vietų apibūdinimas .....</i>	Klaida! Žymelė neapibrėžta.
<i>Grafinis, kelio Alytus-Simnas-Kalvarija ėminių ėmimo vietų, apibūdinimas .....</i>	Klaida! Žymelė neapibrėžta.
<i>Grafinis, magistralinio Vilniaus-Kaunas Kelio ėminių ėmimo vietų, apibūdinimas .....</i>	Klaida! Žymelė neapibrėžta.
<i>Grafinis, kelio su grunto danga ėminių ėmimo vietų, apibūdinimas .....</i>	Klaida! Žymelė neapibrėžta.
<i>Lietuvos standarto (Dirvožemio kokybė. pH nustatymas) ištrauka. (Tapatus ISO 10390:1994) Versija anglų kalba .....</i>	Klaida! Žymelė neapibrėžta.

## LENTELIŲ, ILIUSTRACIJŲ IR SCHEMŲ SARAŠAS

### Lentelių sąrašas

- **1 lentelė.** Suvidurkinti dirvožemio pH tyrimo rezultatai mėginių, paimtų iš paviršinio (iki 20 cm) dirvožemio sluoksnio 2005 04 – 2005 09 (imtinais), prie skirtingos apkrovos autotransportu kelių (kelių, su asfaltbetonio danga). *17 puslapis.*
- **2 lentelė.** Dirvožemio pH tyrimo rezultatai mėginių, paimtų iš gilesnio (0,8 – 1 m) dirvožemio sluoksnio, prie trijų, skirtingos apkrovos autotransportu. Kelių, su asfaltbetonio danga. *20 puslapis.*
- **3 lentelė.** Dirvožemio pH tyrimo rezultatai mėginių, paimtų 2006 04 iš paviršinio (iki 20 cm), ir gilesnio (0,8 – 1 m) dirvožemio sluoksnių, prie kelio, su žvyro danga. *22 puslapis.*
- **4 lentelė.** Rezultatai dirvožemio pH mėginių, paimtų iš paviršinio (iki 20 cm) sluoksnio, prie silpnos apkrovos autotransportu kelio, atskirais mėnesiais (2005 04 – 2005 09 imtinai). *25 puslapis.*
- **5 lentelė.** Rezultatai dirvožemio pH mėginių, paimtų iš paviršinio (iki 20 cm) sluoksnio, prie vidutinės apkrovos autotransportu kelio, atskirais mėnesiais (2005 04 – 2005 09 imtinai). *26 puslapis.*
- **6 lentelė.** Rezultatai dirvožemio pH mėginių, paimtų iš paviršinio (iki 20 cm) sluoksnio, prie stiprios apkrovos autotransportu kelio, atskirais mėnesiais (2005 04 – 2005 09 imtinai). *27 puslapis.*
- **7 lentelė.** Pakeistos (rezultatai išdėstyti (mažėja ar didėja jų pH vertės), lyginant juos su foninių mėginių tyrimų rezultatais (juos prilyginau ,0‘)) **paviršinio** dirvožemio sluoksnio (prie kelių su asfaltbetonio danga) tyrimo rezultatų absoliutinės vertės. *29 puslapis.*
- **8 lentelė.** Pakeistos (rezultatai išdėstyti (mažėja ar didėja jų pH vertės), lyginant juos su foninių mėginių tyrimų rezultatais (juos prilyginau ,0‘)) **gilesnio** dirvožemio sluoksnio (prie kelių su asfaltbetonio danga) tyrimo rezultatų absoliutinės vertės. *30 puslapis.*
- **9 lentelė.** Pakeistos (rezultatai išdėstyti (mažėja ar didėja jų pH vertės), lyginant juos su foninių mėginių tyrimų rezultatais (juos prilyginau ,0‘)) **paviršinio ir gilesnio** dirvožemio sluoksnio (**prie kelio su žvyro danga**) tyrimo rezultatų absoliutinės vertės. *31 puslapis.*
- **10 lentelė.** Bendra NOx emisija tonomis per metus iš autotransporto (bendrai), jam važiuojant magistraliniais ir užmiesčio keliais. *33 puslapis.*
- **11 lentelė.** Techninių druskų cheminė sandara. *36 puslapis.*
- **12 lentelė.** Skirtingais sezonais panaudotų druskų ir sdm. kiekiai („Vilniaus regiono keliai“). *36 puslapis.*
- **13 lentelė.** „Alytaus regiono kelių“ per sezoną sunaudotų druskų kiekiai barstant magistralinius, krašto kelius, taip pat ir rajoninius prilygintus krašto keliams. Prižiūrint Varėnos, Lazdijų, Simno, Veisiejų miestų gatves. *36 puslapis.*
- **14 lentelė.** „Alytaus regiono kelių“ per sezoną sunaudotų druskų kiekiai barstant pavojingus eismo saugumui rajoninių kelių ruožus. *37 puslapis.*

- **15 lentelė.** Dirvožemio pH tyrimo rezultatai mėginių, paimtų 2005 04 iš paviršinio (iki 20 cm) dirvožemio sluoksnio, prie skirtingos apkrovos autotransportu kelių (kelių, su asfaltbetonio danga). *46 puslapis.*
- **16 lentelė.** Dirvožemio pH tyrimo rezultatai mėginių, paimtų 2005 05 iš paviršinio (iki 20 cm) dirvožemio sluoksnio, prie skirtingos apkrovos autotransportu kelių (kelių, su asfaltbetonio danga). *46 puslapis.*
- **17 lentelė.** Dirvožemio pH tyrimo rezultatai mėginių, paimtų 2005 06 iš paviršinio (iki 20 cm) dirvožemio sluoksnio, prie skirtingos apkrovos autotransportu kelių (kelių, su asfaltbetonio danga). *46 puslapis.*
- **18 lentelė.** Dirvožemio pH tyrimo rezultatai mėginių, paimtų 2005 07 iš paviršinio (iki 20 cm) dirvožemio sluoksnio, prie skirtingos apkrovos autotransportu kelių (kelių, su asfaltbetonio danga). *47 puslapis.*
- **19 lentelė.** Dirvožemio pH tyrimo rezultatai mėginių, paimtų 2005 08 iš paviršinio (iki 20 cm) dirvožemio sluoksnio, prie skirtingos apkrovos autotransportu kelių (kelių, su asfaltbetonio danga). *47 puslapis.*
- **20 lentelė.** Dirvožemio pH tyrimo rezultatai mėginių, paimtų 2005 09 iš paviršinio (iki 20 cm) dirvožemio sluoksnio, prie skirtingos apkrovos autotransportu kelių (kelių, su asfaltbetonio danga). *47 puslapis.*

### **Iliustracijų sąrašas**

- **1 paveikslas.** Vietos, prie kelių kur ėmiau ėminius analizei, pavaizdavimas Lietuvos mastu bendrai. *6 puslapis.*
- **2 paveikslas.** Suvidurkinti dirvožemio pH tyrimo rezultatai mėginių, paimtų iš paviršinio (iki 20 cm) dirvožemio sluoksnio 2005 04 – 2005 09 (imtinai), prie trijų, skirtingos apkrovos autotransportu, kelių. Kelių, su asfaltbetonio danga. *15 puslapis.*
- **3 paveikslas.** Suvidurkinti dirvožemio pH tyrimo rezultatai mėginių, paimtų iš paviršinio (iki 20 cm) dirvožemio sluoksnio 2005 04 – 2005 09 (imtinai), prie trijų, skirtingos apkrovos autotransportu, kelių. Kelių, su asfaltbetonio danga. **Išvesta polinominė kreivė.** *16 puslapis.*
- **4 paveikslas.** Dirvožemio pH tyrimo rezultatai mėginių, paimtų iš gilesnio (0,8–1 m) dirvožemio sluoksnio, prie trijų, skirtingos apkrovos autotr.kelių. Kelių, su asfaltbetonio danga. *17 puslapis.*
- **5 paveikslas.** Dirvožemio pH tyrimo rezultatai mėginių, paimtų iš gilesnio (0,8–1 m) dirvožemio sluoksnio, prie trijų, skirtingos apkrovos autotransportu. Kelių, su asfaltbetonio danga. **Išvesta polinominė kreivė.** *18 puslapis.*
- **6 paveikslas.** Dirvožemio pH tyrimo rezultatai mėginių, paimtų 2006 04 iš paviršinio (iki 20 cm), ir gilesnio (0,8–1 m) dirvožemio sluoksnių, prie kelio, su žvyro danga. *20 puslapis.*
- **7 paveikslas.** Dirvožemio pH tyrimo rezultatai mėginių, paimtų 2006 04 iš paviršinio (iki 20 cm), ir gilesnio (0,8–1 m) dirvožemio sluoksnių, prie kelio, su žvyro danga. **Išvesta polinominė kreivė.** *20 puslapis.*
- **8 paveikslas.** Rezultatai dirvožemio pH mėginių, paimtų prie *silpnos* apkrovos autotransportu kelio, iš paviršinio (iki 20 cm) dirvožemio sluoksnio, atskirais mėnesiais (2005 04–2005 09 imtinai). *22 puslapis.*
- **9 paveikslas.** Rezultatai dirvožemio pH mėginių, paimtų prie *vidutinės* apkrovos

- autotransportu kelio, iš paviršinio (iki 20 cm) dirvožemio sluoksnio, atskirais mėnesiais (2005 04–2005 09 imtinai). *23 puslapis.*
- **10 paveikslas.** Rezultatai dirvožemio pH mėginių, paimtų prie *stiprios* apkrovos autotransportu kelio, iš paviršinio (iki 20 cm) dirvožemio sluoksnio, atskirais mėnesiais (2005 04–2005 09 imtinai). *23 puslapis.*
  - **11 paveikslas.** Pakeistos (rezultatai išdėstyti (mažėja ar didėja jų pH vertės), lyginant juos su foninių mėginių tyrimų rezultatais (juos prilyginau ,0‘)) **gilesnio** dirvožemio sluoksnio (prie kelių su asfaltbetonio danga) tyrimo rezultatų absoliutinės vertės. *25 puslapis.*
  - **12 paveikslas.** Pakeistos (rezultatai išdėstyti (mažėja ar didėja jų pH vertės), lyginant juos su foninių mėginių tyrimų rezultatais (juos prilyginau ,0‘)) **gilesnio** dirvožemio sluoksnio (prie kelių su asfaltbetonio danga) tyrimo rezultatų absoliutinės vertės. *26 puslapis.*
  - **13 paveikslas.** Pakeistos (rezultatai išdėstyti (mažėja ar didėja jų pH vertės), lyginant juos su foninių mėginių tyrimų rezultatais (juos prilyginau ,0‘)) *paviršinio ir gilesnio* dirvožemio sluoksnio (**prie kelio su žvyro danga**) tyrimo rezultatų absoliutinės vertės. *27 puslapis.*
  - **14 paveikslas.** Stacionarūs taršos šaltiniai Lietuvoje. *30 puslapis.*
  - **15 paveikslas.** Ėminių ėmimo vietos prie silpnos apkrovos autotransportu rajoninio kelio Kaniūkai-Einorai-Nemunaitis (Nr. 1102). *42 puslapis.*
  - **16 paveikslas.** Ėminių ėmimo vietos prie silpnos apkrovos autotransportu rajoninio kelio Kaniūkai-Einorai-Nemunaitis ((geomorfologinis žemėlapis). *43 puslapis.*
  - **17 paveikslas.** Ėminių ėmimo vietos prie silpnos apkrovos autotransportu rajoninio kelio Kaniūkai- Einorai-Nemunaitis (Kvartero geologinis žemėlapis). *44 puslapis.*
  - **18 paveikslas.** Ėminių ėmimo vieta prie vidutinės apkrovos autotransportu krašto kelio Alytus-Simnas-Kalvarija (Nr. 131). *45 puslapis.*
  - **19 paveikslas.** Ėminių ėmimo vieta prie vidutinės apkrovos autotransportu krašto kelio Alytus-Simnas-Kalvarija (geomorfologinis žemėlapis). *46 puslapis.*
  - **20 paveikslas.** Ėminių ėmimo vieta prie vidutinės apkrovos autotransportu krašto kelio Alytus-Simnas-Kalvarija (Kvartero geologinis žemėlapis). *47 puslapis.*
  - **21 paveikslas.** Ėminių ėmimo vieta prie stiprios apkrovos autotransportu magistralinio A1 kelio Vilnius – Kaunas. *48 puslapis.*
  - **22 paveikslas.** Ėminių ėmimo vieta prie stiprios apkrovos autotransportu magistralinio A1 kelio Vilnius – Kaunas (geomorfologinis žemėlapis). *49 puslapis.*
  - **23 paveikslas.** Ėminių ėmimo vieta prie stiprios apkrovos autotransportu magistralinio A1 kelio Vilnius – Kaunas (Kvartero geologinis žemėlapis). *50 puslapis.*
  - **24 paveikslas.** Ėminių ėmimo vieta prie rajoninio kelio su žvyro danga (Lietuvos-Lenkijos pasienis (Lazdijų rajonas)). *51 puslapis.*
  - **25 paveikslas.** Ėminių ėmimo vieta prie rajoninio kelio su žvyro danga (Lietuvos-Lenkijos pasienis (Lazdijų rajonas)). Geomorfologinis žemėlapis. *52 puslapis.*
  - **26 paveikslas.** Ėminių ėmimo vieta prie rajoninio kelio su žvyro danga (Lietuvos-Lenkijos pasienis (Lazdijų rajonas)). Kvartero geologinis žemėlapis. *53 puslapis.*

### Schemų sąrašas

- **1 schema.** Mėginių išdėstymo schema (imant iš paviršinio humusingojo (iki 20 cm) dirvožemio sluoksnio). *9 puslapis.*

- **2 schema.** Mėginių išdėstymo schema (imant iš gilesnio (0,8-1 m) dirvožemio sluoksnio). *9 puslapis.*
- **3 schema.** Ėminių ėmimo gyliai. *10 puslapis.*
- **4 schema.** Ėminių ėmimo išdėstymas laike. *11 puslapis.*

## IVADAS

Mano magistrinio darbo tema yra dirvožemio pH (vandenilio jonų koncentracijos) kitimai paviršiniame (humusingame) dirvožemio sluoksnyje (A) iki 20 cm gylyje, ir gilesniame (0,8-1,0 m) prie skirtingo apkrovimo autotransportu kelių (kitimą nagrinėsiu atskirai prie kiekvieno kelio (paskui rezultatus lyginsiu tarpusavyje) einant nuo kelio tam tikrais atstumų intervalais (iki 100 metrų). Dirvožemių tyrimų vietos nėra nei miestų, nei miestelių ribose. Ateities dirvožemio pH kitimo tendencijos yra modeliuojamos pagal iš anksto sudarytą hipotetinį scenarijų, kad tiriant dirvožemį tam tikrą laiko tarpą, nesikeis tiriamų dirvožemių žemėnauda, nebus vykdoma jokia ūkinė veikla, autotransporto eismo intensyvumas bus panašus, druskų, druskų-sdm. (*sdm.* – *smėlis*, *žvyras*) išbarstymo kiekiai ant kelių smarkai nesikeis.

Nenatūralus dirvožemio pH pakitimas (tiek didėjimas, tiek mažėjimas) tam tikrus objektus ar įvairius parametrus veikia tiesiogiai ir netiesiogiai. **Tiesiogiai** veikia augalus (žolinę, sumedėjusią augaliją ar žemės ūkio kultūras) lėtindami jų augimą, nes rūgščios dirvos nepatinka kai kuriems augalams, be to tokioje dirvoje atsiranda daugiau laisvų sunkiųjų metalų jonų, kurie gali inhibuoti jų vystymąsi. Labai šarminė dirvožemio reakcija trukdo pasisavinti augalų šaknims maisto medžiagas, nes jos tampa netirpios. Jei dirvožemio šarmėjimas yra susijęs su techninių druskų sudedamąja dalimi –  $\text{NaCl}_2$  (94–98 %), tai dirvožemyje susikaupia daug  $\text{Na}^+$ , kuris stabdo augalų augimą. **Netiesiogiai** pH kitimas veikia žmones valgančius maistą paruoštą iš augalų, kurie auginti šalia kelių (augaluose gali būti susikaupusios didelės kenksmingų medžiagų koncentracijos), geriančius gruntinį neišvalytą vandenį, kuriame dirvožemio rūgštėjimo pasėkoje (padidėjęs pH mažina dirvožemio sorbuojamąją galią (buferiškumą)), gali būti patekusių kenksmingų medžiagų.

Dirvožemio rūgštingumą gali įtakoti tiek **gamtiniai** (dirvožemių jaurėjimas, humifikacija, spygliuočių (rūgština) ir plačialapių (šarmina) medynų išskiriamos medžiagos ir kt.), tiek **antropogeniniai veiksniai** (stacionarių ir mobilių taršos objektų išmetami teršalai tiek pasaulio, tiek regioniniu mastu), išsklaidyta tarša (žemės ūkyje naudojamos trąšos (amoniakas veikia šarmiškai) ir pesticidai), tos žemės naudojimo paskirtis ir būdas, kelių remontui ir priežiūrai naudojamos medžiagos (taip pat kelių statybinių medžiagų dūlėjimas). Aš nagrinėsiu tik kai kurių,

tikėtina realiai veikiančių, antropogeninių veiksnių įtaką dirvožemio rūgštingumui. Tie veiksniai tai: *stacionarūs ir mobilūs taršos šaltiniai Lietuvoje, dolomito panaudojimas (dolomito skaldos ir šio mineralo esančio natūraliai žemėse)* kelių sankasai ir dangai įrengti, ir *techninių druskų* panaudojimas keliams prižiūrėti žiemos sezono metu.

Pagrindinė paviršinio dirvožemio sluoksnio savybė, kuri rodo pH kitimo atsparumą įvairiems veiksniams, yra **dirvožemio buferiškumas** (tai yra gebėjimas, kintant išoriniams veiksniams, palaikyti vieną ar kitą terpės savybę (pH, redokso potencialą, metalų jonų koncentraciją ir kt.)). Mano tyrimui reikšminga dirvožemio buferinė savybė – tam tikrose ribose palaikyti pastovų pH, veikiant stiprioms rūgštims ar šarmams. Tai lemia dirvožemio tirpalo sudėtyje esančios silpnos rūgštys ir jų druskos: karbonatiniai buferiai –  $H_2CO_3$  ir  $Ca(HCO_3)_2$ , fosfatiniai buferiai, kuriuos apsprendžia jonai  $H_2PO_4^-$  ir  $HPO_4^{2-}$ . Didelės įtakos dirvožemio buferingumui turi humuso rūgštys ir jų druskos humatai, bei kiti dirvožemio komponentai.

Gilesnio sluoksnio (dirvodarinių uolienu) atsparumas rūgštinimui priklauso nuo jo **litologijos** (ar tai smėliai ar priesmėliai, moliai ir kt.).

Nuo dirvodarinių uolienu litologijos ir reljefo priklauso dirvožemių tipai (dirvožemio tipus formavo gyvasis pasaulis (daugumoje tai augalija prisitaikiusi augti tam tikruose dirvodarinėse uolienose, būdingame reljefe (nebūtinai) su nedideliu pradinio humuso kiekiu)). Tokių landšaftų atsparumas rūgštinimui priklausys nuo karbonatingojo sluoksnio slūgsojimo gylio dirvodarinėse uolienose (smėliuose ar priesmėliuose toks sluoksnis bus giliau (iki 150 cm), o moliuose, priesmėliuose – sekiau (40-60 cm gylyje). Ant smėlio ir priesmėlio dirvodarinių uolienu susiformavo dirvožemiai, turintys plonesnį humusingąjį horizontą (ir pats humusas turi daugiau fulvio, nei huminių rūgščių, turinčių didesnę sorbuojamąją galią).

Taigi, mano nagrinėjama tema yra tikrai aktuali. Ir tikiuosi, kad mano tyrimas prisidės prie aplinkosauginių problemų sprendimo radimo būdų.

## 1. LITERATŪROS APŽVALGA

Mano pasirinkto darbo tema yra dirvožemio (humusingame (iki 20cm) ir gilesniame (0,8-1,0 metro) sluoksnyje) pH matavimai prie autotransporto kelių. Dirvožemį iš gilesnių sluoksnių ėmiau vieną kartą kiekviename ėmimo taške (paviršiniame sluoksnyje – vieną kartą mėnesyje (04-09 mėnesiais)).

Šiuo metu dirvožemis aplink kelius yra tiriamas arba buvo tirtas sunkiųjų metalų, naftos produktų, angliavandenių ar kitais atžvilgiais. O išskirtinai pH tirtas tik dirbamuose laukuose (ir neturint tikslo būtinai prie kelių) ar sniege (redokso potencialo matavimai). Matuojant sniego pH, susiduriama su ta problema, jog pas mus Lietuvoje sniego sluoksnis nėra ilgalaikis ir pastovus, kad galėtume matuoti ilgalaikį ir kintantį transporto išmetamų teršalų poveikį sniego pH..

Panagrinėsiu konkrečius svarbiausius darbus kuriais pasinaudojau.

Pirmasis yra (16-as literatūros sąrašė) A.Jankaitės magistro baigiamasis darbas, kurio uždavinys - tirti prie Via-Baltikos automagistralės dirvožemio užterštumą sunkiaisiais metalais, priklausomai nuo atstumo iki jo. Rastas tam tikrų metalų padidėjimas arčiau kelio. Aš šiuo darbu pasinaudojau sudarydamas savo dirvožemio ėminių ėmimo metodiką: pirmiausia arčiausiai kelio ėminiai imami mažesniais atstumais, po to didesniais. Mano atveju tai svarbu, nes druskų tikėtinas poveikis bus arčiau autotransporto kelio, o automobilių išmetamųjų dujų toliau. Bet šiame darbe netirtas būtent dirvožemio pH kitimas.

Kitas mano manymu svarbus literatūros šaltinis, esantis 29-oje literatūros sąrašo vietoje yra geografijos instituto atliktas dirvožemio pH tyrimas skirtinguose Lietuvos landšaftuose. Bet vėlgi tyrimas buvo atliekamas būtent ne prie kelių (turint tikslą), bet įvairiose vietose (miškuose, pamiškėse, dirbamuose laukuose, visuose jau minėtuose tipuose prie stacionarių taršos židinių.) Tyrimas buvo atliktas ir prie automagistralės Vilnius-Kaunas (10 metrų atstumu). Ir pastebėtas dirvožemio pH padidėjimas (tolstant pH mažesnis). Panašūs rezultatai gauti ištyrus vienos Latvijos automagistralės dirvožemį (iki 100 metrų atstumu). Tai siejama (jų manymu) su dolomitinės skaldos dulkių nusėdimu ant dirvožemio (ši skalda naudojama kelių dangos tiesime). Pakeles šarmina ir žiemos sezono metu kelių priežiūros įmonių naudojamas druskos ar druskos-



smėlio(žvyro) mišinys, kurio sudėtyje yra druskos – NaCl. Tačiau pastebėtina, kad šiems tyrimams imtų mėginių kiekis buvo nepakankamas prie automagistralės Vilnius-Kaunas, be to neatsižvelgta į autotransporto eismo intensyvumą.

Pirmasis yra magistro baigiamasis darbas (literatūros sąrašė 30-tas), nagrinėjantis autotransporto išmetamų teršalų emisiją į orą lemiančius veiksnius (aktualius Vievio miesteliui) ir paskaičiuotų metinių teršalų kiekių patikslinimas. Nagrinėjami veiksniai – autotransporto judėjimo greitis, jo rūšys, kiekiai keliuose (užmiesčio ir miestų), techninė būklė (imant pagaminimo metus), klimatinės sąlygos, reljefas ir kt. Tie veiksniai yra svarbūs teršalų sklaidai ir poveikiui atskiriems aplinkos objektams (elementams). Ir aš tuo pasinaudojau išdėstydamas savo tyrimo taškus (dirvožemio ėminių ėmimo) panašaus reljefo atžvilgiu, atsižvelgdamas į vyraujančią vėjų kryptį (kad kuo mažiau teršalų patektų iš Lietuvoje esančių stacionarių taršos objektų) ir kita. Bet šiuo atžvilgiu tirtos tik teršalų emisijos į orą, jų pasiskirstymas ir sudėtis, bet neapžvelgta kaip tie teršalai veikia aplinką (suprantama, nes tai būtų jau per didelės apimties darbas).

Su dolomito skaldos panaudojimu kelių dangos tiesimui susipažinau perskaitęs ir įsigilinęs į Tomo Meilaus magistro darbą (32–as literatūros sąrašė (Meilus T. Žvirgždo ir dolomito skaldos panaudojimo asfaltbetonio dangoms analizė ir rekomendacijos. Magistro darbas. VGTU, 2004. 112p.))

38–as literatūros sąrašė yra Transporto ir Kelių tyrimo instituto atliktas dirvožemio tyrimas prie automagistralės Via-Baltika atskiruose jos ruožuose. Buvo tirta dirvožemio pH, naftos produktų kiekis, sieros junginiai, sunkieji metalai, benzpirenas. Bet manau didelis minusas šio tyrimo tas, kad ėminiai buvo imami tik vienu atstumu nuo kelio, o ne tam tikrais intervalais nuo jo.

Dirvožemių ėminių ėmimo sistemą ir mėginių tyrimo būdą parinkau remdamasis Lietuvos standartu (LST ISO 10390. 2003. Dirvožemio kokybė. pH nustatymas.). 25 literatūros sąrašė.

Nors šiam skyriui apibūdinau tik kai kuriuos literatūros šaltinius, bet kiti irgi yra daugiau ar mažiau svarbūs (nuspėsdamas kuriuos šaltinius apibūdinti, rėmiausi tam tikra sąlyga - turi būti jau atlikti tyrimai, kurie mano manymu šiam darbui bus naudingi).

Šis tyrimas yra svarbus todėl, kad dirvožemio rūgštingumo kitimas yra vienas iš svarbiausių aplinkos degeneracijos rodiklių, rodančių antropogeninės taršos įtakos laipsnį tam procesui. Mano vykdomas tyrimas yra aktualus mokslui tuo, kad tyrimo rezultatai leis giliau ir aiškiau pamatyti ryšį tarp autotransporto kelių eismo intensyvumo, kelius prižiūrinčių įmonių naudojamų slydimą mažinančių medžiagų (barstoma ant kelių žiemos sezono laikotarpiu), dolomito (skaldos ir

natūraliai žemėse esančio mineralo) naudojimo keliams ir jų dangai tiesti, ir dirvožemio pH kitimo, tolstant nuo kelio tam tikrais atstumais.

Šis darbas originalus tuo, kad Lietuvoje niekas dar netyrė ryšio tarp dirvožemio pH ir anksčiau minėtų faktorių kompleksškai. Manau, kad bus tyrimo rezultatuose atsakyta į klausimą, kaip kinta dirvožemio rūgštingumas tolstant nuo autotransporto kelių. Be to iškelsiu hipotezes, nusakančias, kokie veiksniai tai veikia.

## **2. DARBO TIKSLAS IR UŽDAVINIAI**

**Pagrindinis darbo tikslas** – nustatyti, kaip kinta dirvožemio pH tolstant nuo autotransporto kelio.

### **Uždaviniai:**

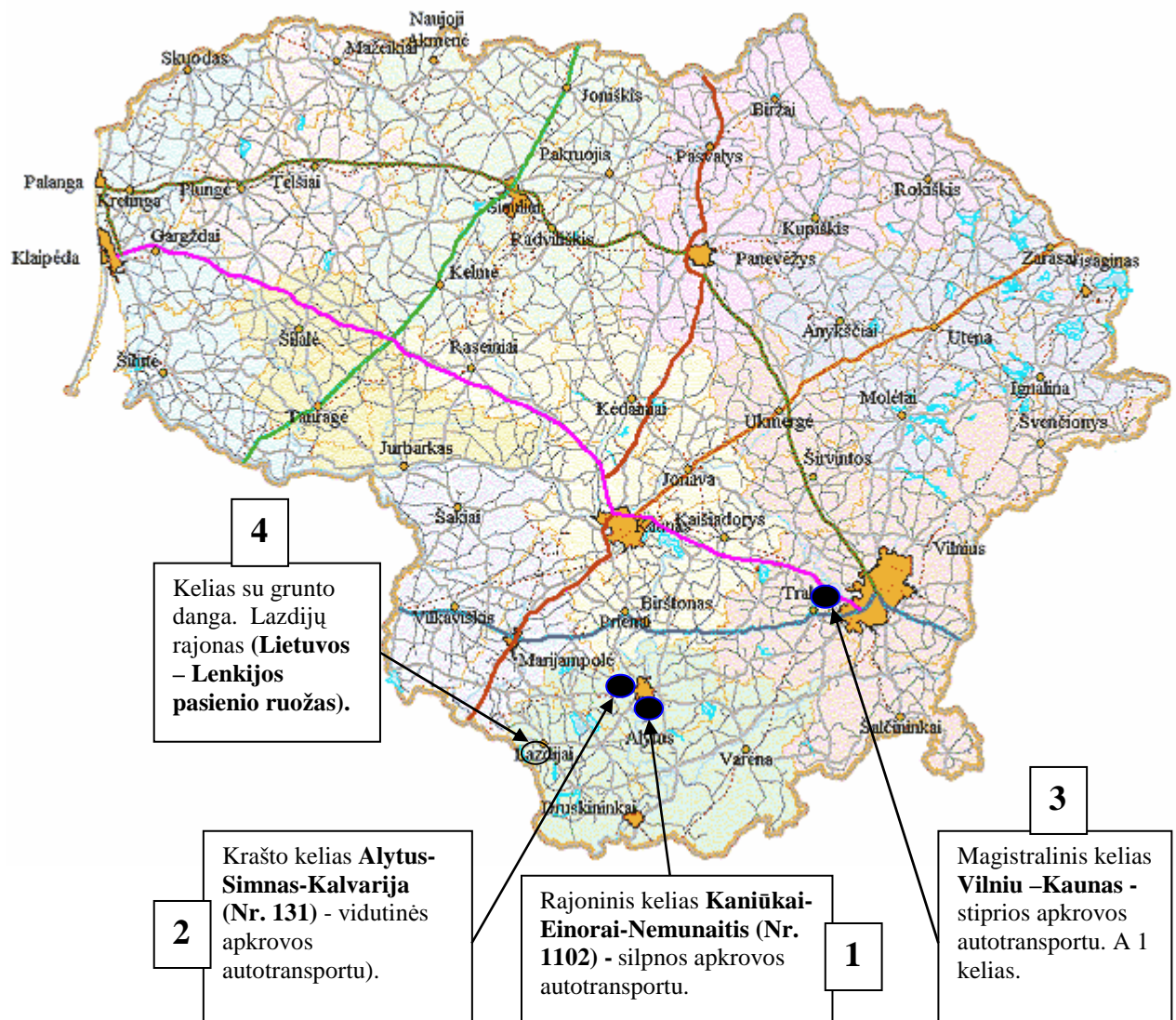
- Nustatyti kaip kinta (šarmėja, rūgštėja ar nekinta) dirvožemio pH (viršutiniam humusingam (iki 20cm. gylio)) ir gilesniame (0,8-1,0 metro) horizonte) tolstant tam tikrais atstumais nuo skirtingos apkrovos autotransporto kelių (tų kelių, kuriuose žiemos sezono metu, kelių priežiūros įmonės beria techninę druską, yra pakankamai intensyvus autotransporto eismas ir keliai yra padengti asfaltbetonio danga). Šio uždavinio klausimo atsakyme, dirvožemio mėginių, tirtų atskirais mėnesiais, rezultatai bus suvidurkinti.
- Palyginti dirvožemio pH kitimą tarp skirtingų (trijų, skirtingos apkrovos autotransportu) kelių.
- Išvesti lygtis, kurios apibūdintų dirvožemio pH kitimus tolstant nuo skirtingos apkrovos kelių.
- Palyginti tyrimų rezultatus (pH kitimą) gautus, tiriant mėginius, paimtus skirtingais mėnesiais.
- Remiantis savo atliktais tyrimais ir literatūros duomenimis, iškelti hipotezes, atsakant į klausimą, kas veikia dirvos rūgštingumą priklausomai nuo atstumo iki kelio (nagrinėjant kiekvieną kelią atskirai ir nelyginant vieną su kitu) – **techninė druska, dolomitas** (*dolomitinė skalda* ar kelio sankasai formuoti naudojamoje žemėje esantis *dolomitas* (dulkės ar irimo produktai)), **autotransporto ir stacionarių taršos objektų išmetami teršalai** kartu sudėjus, ar tik vienas iš šių komponentų atskirai.

### **3. TYRIMO OBJEKTAS IR METODIKA**

#### **3.1 Tyrimo objektas**

**Tyrimo objektas** – dirvožemis šalia autotransporto kelių (dirvožemio pH kitimas-nekitimas tolstant nuo autotransporto kelių).

**Vieta** (detaliau 15, 18, 21 ir 24 paveiksluose) – trijų, skirtingo autotransporto eismo intensyvumo lygių keliai. Tie keliai, kuriuose žiemos sezono metu kelių priežiūros įmonės beria techninę druską, yra pakankamai intensyvus autotransporto eismas ir keliai padengti asfaltbetonio danga. *Ketvirtas tyrimas yra atliktas prie vieškelio, norint išsiaiškinti dirvožemio pH kitimo priežastis prie kitų mano tiriamų vietų.*



**1 pav.** Vietos, prie kelių kur buvo imti ėminiai analizei, pavaizdavimas Lietuvos mastu bendrai.

*Ėminių ėmimo vietų apibūdinimas (aiškiau 15, 18, 21, 24 paveiksluose)::*

1. Silpno autotransporto eismo intensyvumo rajoninis kelias Kaniūkai–Einorai-Nemunaitis (Nr. 1102) 8-asis kilometras. Apytikslės koordinatės pagal Lietuvos koordinacijų sistemą (LKS 94): 507147,99 (rytai); 6023800 (vakarai) – 507246,58; 6023682,34.
2. Vidutinio autotransporto eismo intensyvumo krašto kelias Alytus–Simnas-Kalvarija (Nr.131) 6-as kilometras. Apytikslės koordinatės pagal LKS 94: 497329,84; 6028545,76 – 497352,43; 6028666,21.
3. Stipraus autotransporto eismo intensyvumo magistralinis keliais (A1) Vilnius-Kaunas 14-tasis kilometras (prieš Grigiškės, netoli „Maxsima“ bazės). Apytikslės koordinatės pagal LKS 94: 572818,44; 6059008,21 – 572724,22; 6058825,01.

4. *Rajoninis kelias (su žvyro dangą). Lazdijų rajonas (Lietuvos–Lenkijos pasienio ruožas). Apytikslės koordinatės pagal LKS 94: 465118,91; 6005630,95 – 464932,18; 6005673,39 (,1‘ tyrimo vieta), 464787,89; 6006004,41 – 464643,60; 6005970,46 (,2‘ tyrimo vieta).*

Pastaba: prie vieškelio buvo parinktos dvi ėmimo vietos tikslesniems rezultatams gauti. ,1‘ tyrimo vietoje buvo paimti mėginiai iš paviršinio ir gilesnio sluoksnių. ,2‘ vieta yra maždaug 300 metrų atstumu nuo pirmosios tyrimo vietos (matuojant išilgai kelio). Joje ėminiai paimti tik iš paviršinio dirvožemio sluoksnio.

#### **Autotransporto intensyvumas:**

- Rajoninis kelias Kaniūkai–Einorai–Nemunaitis (Nr. 1102): vidutinė paros autotransportu apkrova – **100-200** automobilių.
- Krašto kelias Alytus–Simnas–Kalvarija (Nr. 131): **3000 - 4000** tūkstančiai automobilių.
- Magistralinis (A1) kelias Vilnius–Kaunas: **15000 - 30000** automobilių.
- *Rajoninis kelias (su žvyro dangą) – neskaičiuota.*

**Techninių druskų išbarstymas** (plačiau 11 – 14 lentelėse). Rajoninį ir krašto kelius prižiūri valstybinė įmonė „Alytaus regiono keliai“, o magistralinį (A1) - „Vilniaus regiono keliai“ (abi įmonės barsto kelius lapkričio-kovo mėnesiais (6-is mėnesius, žiemos sezonas)). Druskų panaudojimas:

- Rajoninis kelias Kaniūkai–Einorai–Nemunaitis (Nr. 1102): **7,1 tonos vienam kilometrui** per sezoną (pateikta atmetus sdm. (smėlį)).
- Krašto kelias Alytus–Simnas–Kalvarija (Nr. 131): **7 t/km** per sezoną (be sdm.)
- Magistralinis (A1) kelias Vilnius–Kaunas: **4,1 t/km.**
- *Rajoninis kelias (su žvyro dangą) – nebarstoma.*

**Reljefas, dirvožemiai, dirvodarinės uolienos** (plačiau 16, 17, 19, 20, 22, 23, 25, 26 paveiksluose):

- Kaniūkai–Einorai–Nemunaitis (Nr. 1102): reljefo tipas (geomorfologinis rajonas) - **aukštumos**; reljefo tipas (reljefo genezė) – **limnoglacialinis**; dirvožemio tipas - **Velėniniai jauriniai vidutiniškai pajaurėję ((Jv2) – pagal LTdDB (senąją klasifikaciją)), Paprastosios jauros ((Jap) pagal naująją dirvožemių klasifikaciją); dirvodarinės uolienos (litologija) – žvirgždingas smėlis (Kvartero periodo).**

- Alytus–Simnas-Kalvarija (Nr. 131): reljefo tipas (geomorfologinis rajonas) – **aukštumos**; reljefo tipas (reljefo genezė) – **glacialinis**; dirvožemio tipas - **Velėniniai jauriniai silpnai pajaurėję** ((Jv1) pagal *LTdDB (Lietuvos dirvožemių duomenų bazė)*), **Nepasotinti bazėmis jauriniai dirvožemiai** ((JRn) pagal naująją dirvožemių klasifikaciją); dirvodarinės uolienos (litologija) – **moreninis priemolis, priesmėlis** (Kvartero periodo).
- Vilnius-Kaunas (A1): reljefo tipas (geomorfologinis rajonas) – **kloniai**; reljefo tipas (reljefo genezė) – **fliuvioglacialinis**; dirvožemio tipas - **Velėniniai jauriniai silpnai pajaurėję** ((Jv1) pagal *LTdDB*), **Nepasotinti bazėmis jauriniai dirvožemiai** (JRn); dirvodarinės uolienos – **smulkus smėlis** (Kvartero periodo).
- *Rajoninis kelias (žvyrkelis). Reljefo tipas (geomorfologinis rajonas) – aukštumos; reljefo tipas (reljefo genezė) – glacialinis; dirvožemio tipas - Velėniniai jauriniai silpnai pajaurėję ((Jv1) pagal LTdDB), Nepasotinti bazėmis jauriniai dirvožemiai (JRn); dirvodarinės uolienos – moreninis priemolis, priesmėlis.*

*Pastaba:* prie kelio Vilnius-Kaunas (A1) dirvožemio humusingumas yra maždaug 20% didesnis (vizualiai vertinant), negu esančio prie likusių kelių (su asfaltbetonio ir žvyro dangomis).

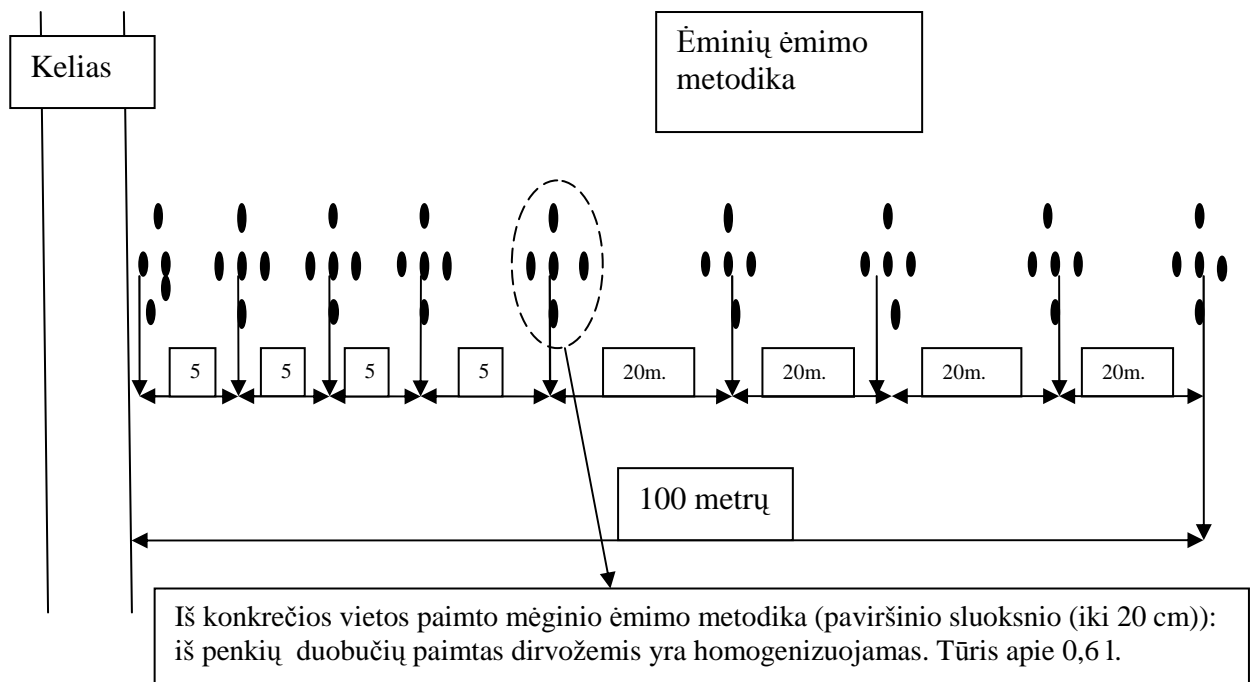
Karbonatingojo sluoksnio slūgsojimo gylis (šaltinis - 29 literatūros sąrašė) tyrimų vietose yra ne mažiau kaip 1,2 m.

### 3.2 Darbo metodika

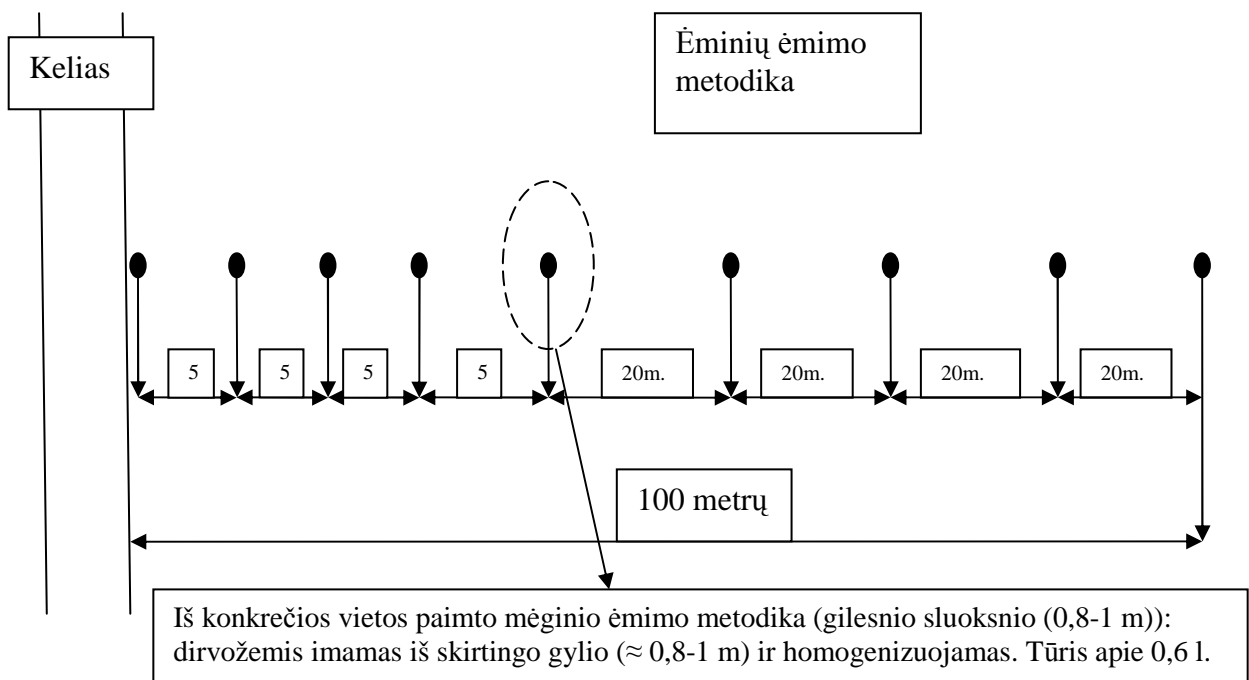
Ėminiai yra paimti iš **nesukultūrintų pievų** (buvo vengiama pamiškių, sukultūrintų pievų ir dirbamų, užmirkusių žemių), stengiantis sumažinti rezultatų iškraipymo tikimybę.

#### **Ėminių paėmimui naudota metodika (išdėstymo schema):**

**1 schema.** Mėginių išdėstymo schema (imant iš paviršinio humusingojo (iki 20 cm) dirvožemio sluoksnio).



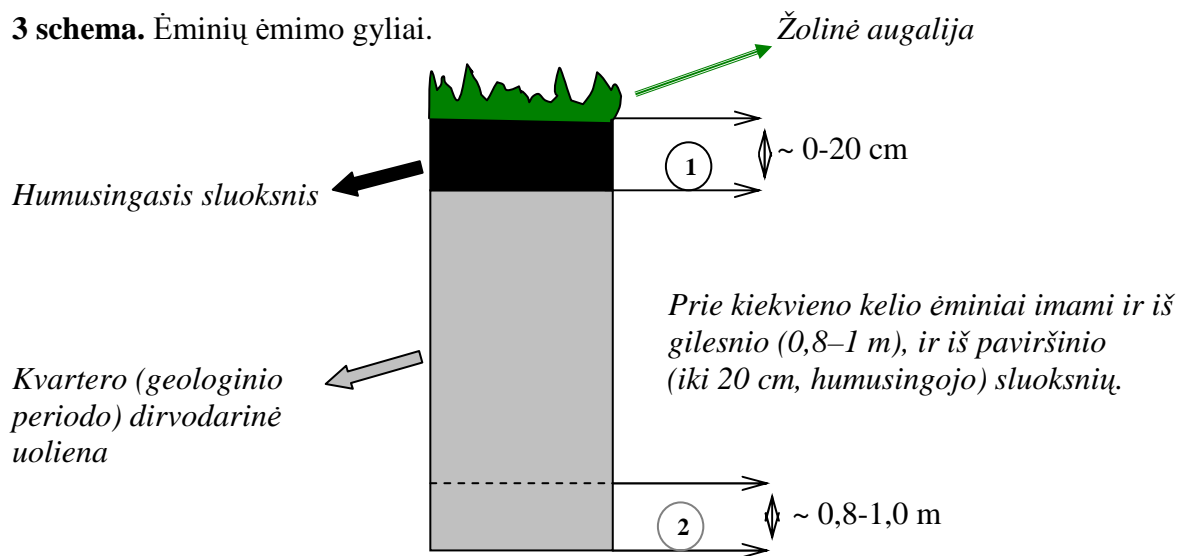
2 schema. Mėginių išdėstymo schema (imant iš gilesnio (0,8-1 m) dirvožemio sluoksnio).



*Pastaba:* ėminiai iš gilesnio sluoksnio buvo paimti specialiu grąžtu išgręžiant gręžinį. Be jau pavaizduotų ėmimo vietų, ėmiau ėminius ir iš toliau ( $\sim 200-250$  m nuo kelio) – tai foniniai ėminiai.

**Ėminių paėmimui naudota metodika (gyliai):**

**3 schema.** Ėminių ėmimo gyliai.



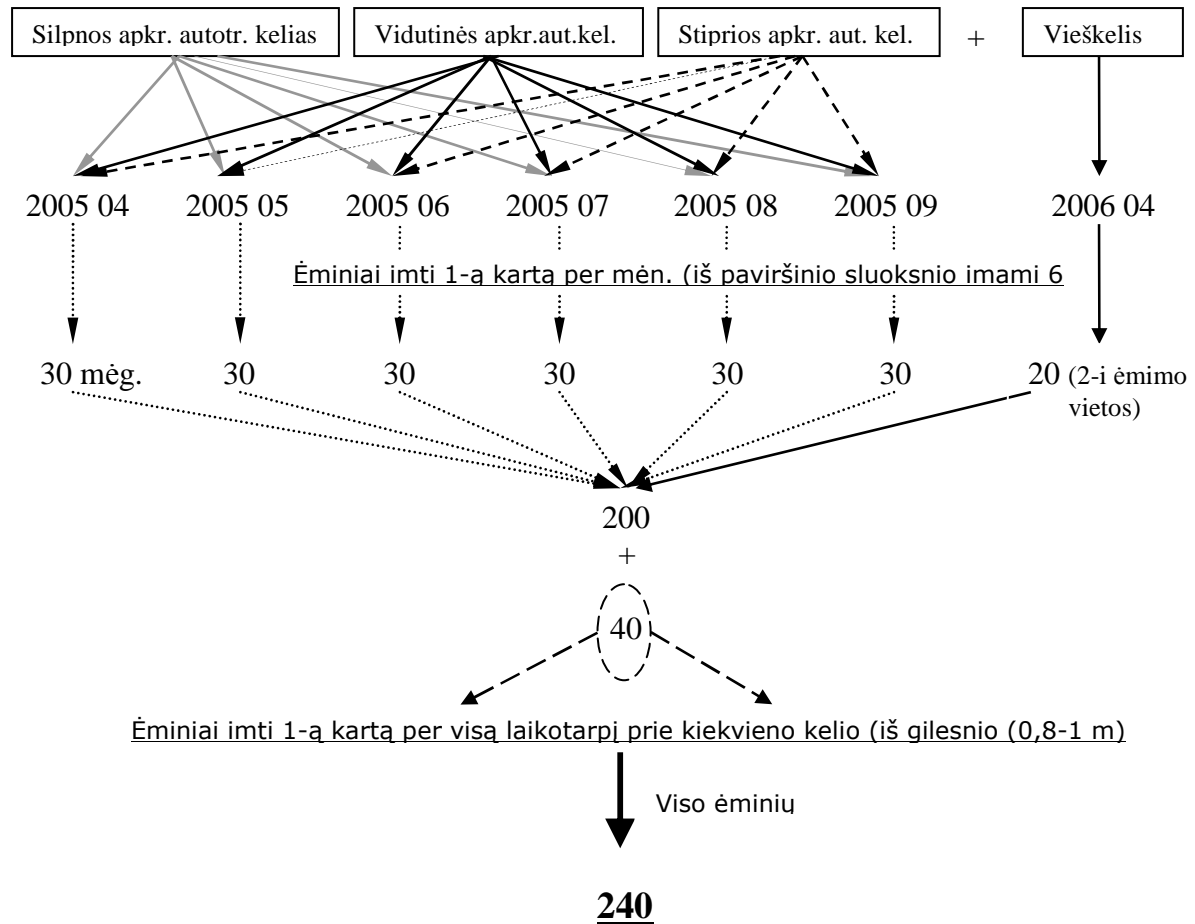
**Paaiškinimas:**

Ėminiai buvo imti iš dviejų dirvožemio sluoksnių: ① – paviršinis (A horizontas), humusingasis sluoksnis (prie kelio su stipria autotransporto apkrova šio sluoksniu humusingumas buvo maždaug 20 % didesnis (vizualiai vertinant) negu prie kitų trijų kelių); ② - gilesnis sluoksnis (Kvartero geologinio periodo dirvodarinė uoliena). Šio sluoksniu litologija, prie skirtingų kelių, yra skirtinga, bet tipiška tiems regionams.

**Ėminių ėmimo išdėstymas laike:**

**4 schema.** Ėminių ėmimo išdėstymas laike.





*Paaiškinimas.*

**Iš paviršinio** dirvožemio sluoksnio ėminių sk. – 200. Prie kiekvieno kelio kas mėnesį (6-is mėnesius (prie vieškelio buvo imta viena kartą, dviejose skirtingose vietose)) po 10 (įskaičiuojant foninį ėminį).

**Gilesnio sluoksnio** ėminių skaičius - 40 (prie kiekvieno kelio imant vieną kartą per visą tyrimo laikotarpį). Prie kelių su asfaltbetonio danga, imta 2005 06. O kelio su žvyro danga – 2006 04.

**Viso ėminių** – 240.

**Mėginių tyrimo metodika:**

Paimtas dirvožemis pradžioje buvo išdžiovintas iki kambario santykinės oro drėgmės (padėjau medvilninius maišelius (kur buvo laikomas dirvožemis) šildomame kambaryje). Išdžiovinto dirvožemio mėginius tyrimui dėjau į plastmasinius („PP“ tipo plastmasė) indelius. Maišiau dirvožemį (perleistą pro 2 mm sieta) ir techninį distiliuotą vandenį santykiu 100 g tiriamo dirvožemio ir 200 g vandens (1 : 2). Sumaišiau mediniu maišytuvu. Praėjus 12 valandų dar kartą permaišiau. Po 24 h (nuo pradžios) tyriau mėginius (vandeninės ištraukos temperatūra 16-17,5 °C)

nešiojamuoju pH, deguonies kiekio ir Eh (redokso potencialas) matavimo verčių nustatymo vandenyje, prietaisu „WTW MULTILINE P4“.

*Pastaba:* ši mano parinkta tyrimo metodika nėra standartizuota (aš tik remiausi Lietuvos standartu (LST ISO 10390. 2003. Dirvožemio kokybė. pH nustatymas (25 literatūros sąrašė)). Todėl tik remiausi, kad mano tyrimui nebuvo būtina sužinoti absoliučių dirvožemio pH reikšmių, bet reikėjo nustatyti tik kitimą. Nors tai būtų nepakenkę mano darbui, bet tai pareikalautų papildomų lėšų ir laiko.

### **Duomenų analizavimas ir grupavimas:**

- Grupavimas ir analizavimas atsakant į klausimą – *kaip bendrai kinta dirvožemio pH tolstant nuo autotransporto kelių*: paviršinio dirvožemio sluoksnio tyrimų rezultatai (paimti skirtingais mėnesiais prie kelių) vidurkinami (rezultatai yra gauti tiriant mėginius, paimtus atskirai prie kiekvieno kelio). Išvedamos formulės, kurios tai apibūdina. Sudaromi grafikai, kurie nusako tą kitimą (sudaryti grafikai apibūdina kitimą prie skirtingų kelių atskirai, tai „tarnauja“ ir tų rezultatų, gautų ištyrus mėginius paimtus prie skirtingų kelių, lyginimui tarpusavyje).
- Atsakant – *kaip kinta dirvožemio pH skirtingais mėnesiais, prie kiekvieno kelio (tų kelių, kurie turi asfaltbetonio dangą) atskirai, ir lyginant tyrimo rezultatus tarpusavyje (tarp skirtingų kelių)*: rezultatai, gauti ištyrus mėginius ėminių, paimtų prie skirtingų kelių, nėra vidurkinami. Iš jų sudaromas grafikas, kuris apibūdina tą kitimą, ir kuris taipogi „tarnauja“ lyginant tą kitimą tarp skirtingų kelių.
- Atsakant – *kokie veiksniai veikia dirvožemio pH kitimą*: atsakant į šį klausimą (be kitų šaltinių) pasitelkiama tyrimų rezultatai, gauti tiriant mėginius ėminių, paimtų prie vieškelio.

## 4. DARBO (TYRIMO) REZULTATAI IR JŲ DALINĖ ANALIZĖ

### 4.1 Bendras dirvožemio pH kitimas. Regresijos lygtys

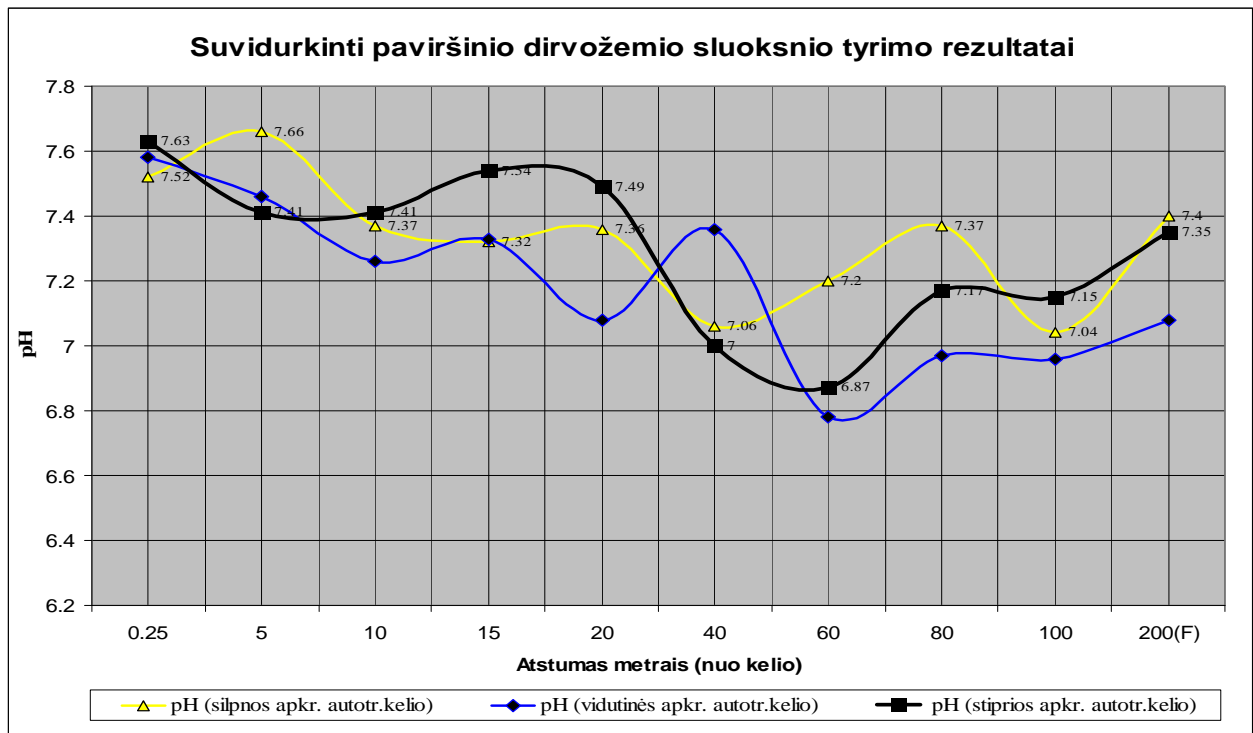
Šime skyriuje (7.1) pateikti rezultatai laboratorinių tyrimų mėginių, paimtų prie kelių kuriuose žiemos sezono metu kelių priežiūros įmonės beria techninę druską, yra pakankamai intensyvus autotransporto eismas ir keliai padengti asfaltbetonio danga, ir mėginių paimtų prie kelio su žvyro danga kur žiemos sezono metu neberinama slidumą mažinančių medžiagų.

Ėminius ėmiau iš paviršinio humusingojo (iki 20 cm) ir gilesnio (0,8-1 m) sluoksnių (Tiek prie kelių su asfaltbetonio danga, tiek prie kelio su grunto danga).

Prie kelių su asfaltbetonio danga iš paviršinio sluoksnio imta 2005 04 – 2005 09 mėnesiais (kiekvienoje vietoje minėtą mėnesį iš naujo). Iš gilesnio dirvožemio horizonto imta vieną kartą kiekvienoje tyrimo vietoje per visą laikotarpį. Paviršinio dirvožemio sluoksnio rezultatai (pateikti 15 - 20 lentelėse) yra suvidurkinti (vidurkinama kiekvienam keliui atskirai) ir pateikti 1 lentelėje. Apibūdinti 2 ir 3 paveiksluose. O gilesnio sluoksnio tyrimo rezultatai pateikti 2 lentelėje ir apibūdinti 4 ir 5 paveiksluose.

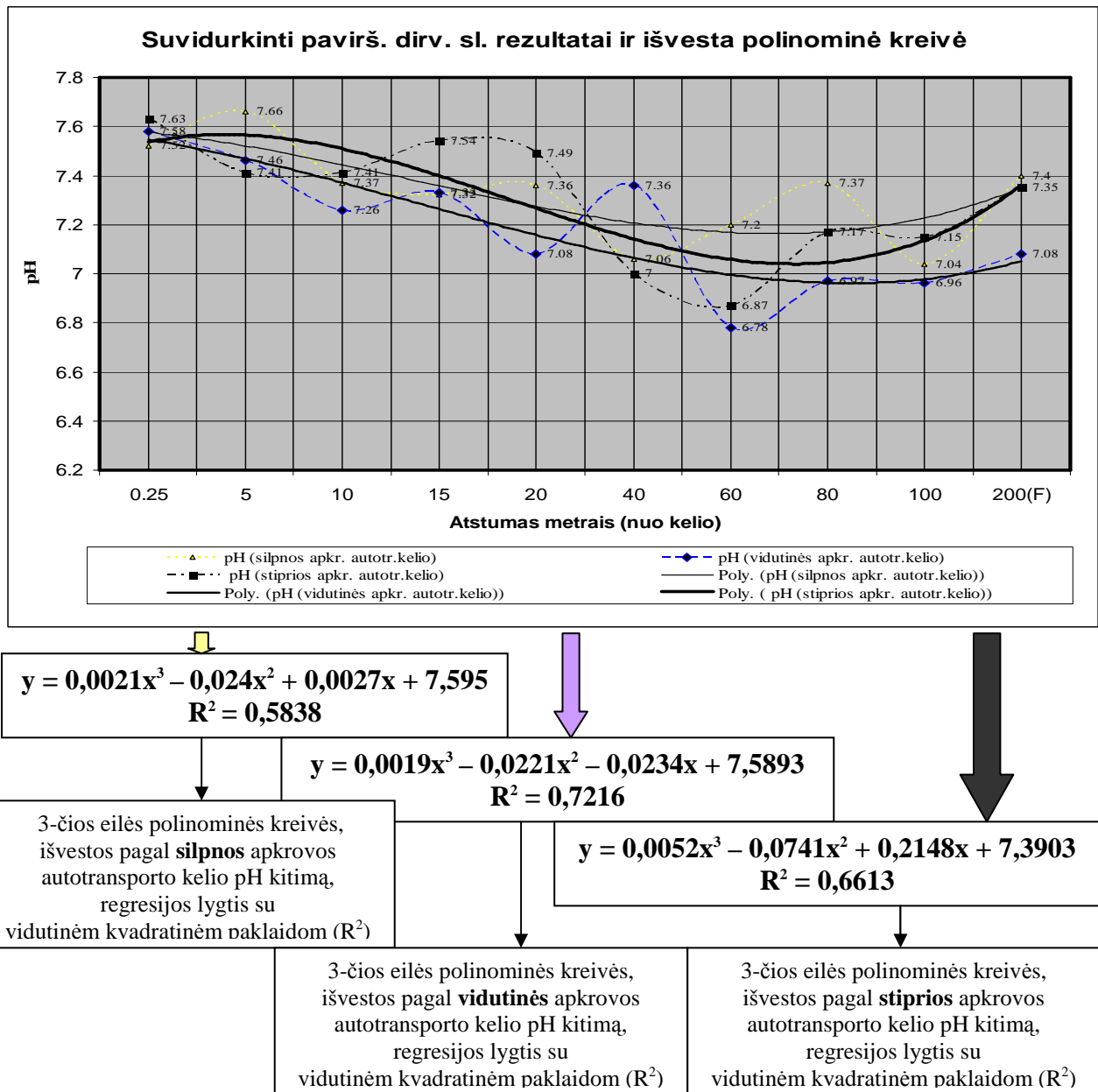
**1 lentelė.** Suvidurkinti dirvožemio pH tyrimo rezultatai mėginių, paimtų iš paviršinio (iki 20 cm) dirvožemio sluoksnio 2005 04 – 2005 09 (imtinai), prie skirtingos apkrovos autotransportu kelių (kelių, su asfaltbetonio danga).

<b>Suvidurkinti dirvožemio mėginių tyrimo rezultatai (2005 04-09) – paviršinis. dirv. sluoksnis</b>			
Atstumai, metrais.	pH (silpnos apkrovos autotr.kelio)	pH (vidutinės apkrovos autotr.kelio)	pH (stiprios apkrovos autotr.kelio)
0.25	<b>7.52</b>	<b>7.58</b>	<b>7.63</b>
5	<b>7.66</b>	<b>7.46</b>	<b>7.41</b>
10	<b>7.37</b>	<b>7.26</b>	<b>7.41</b>
15	<b>7.32</b>	<b>7.33</b>	<b>7.54</b>
20	<b>7.36</b>	<b>7.08</b>	<b>7.49</b>
40	<b>7.06</b>	<b>7.36</b>	<b>7</b>
60	<b>7.2</b>	<b>6.78</b>	<b>6.87</b>
80	<b>7.37</b>	<b>6.97</b>	<b>7.17</b>
100	<b>7.04</b>	<b>6.96</b>	<b>7.15</b>
200(F)	<b>7.4</b>	<b>7.08</b>	<b>7.35</b>



**2 pav.** Suvidurkinti dirvožemio pH tyrimo rezultatai mėginių, paimtų iš paviršinio (iki 20 cm) dirvožemio sluoksnio 2005 04 – 2005 09 (imtinais), prie trijų, skirtingos apkrovos autotransporto, kelių. Kelių, su asfaltbetonio danga.

Kaip matome iš 2 *paveikslo*, prie visų kelių (0,25 – 5 m atstumu), paviršiniame dirvožemio sluoksnyje pastebimas dirvožemio pH padidėjimas. Pastebėtina, kad prie kelio su stipria autotransporto apkrova viršutinio humusingojo dirvožemio sluoksnio huminių ir/ar fulvio rūgščių kiekis yra maždaug 20 % didesnis (vizualiai vertinant) negu likusių dviejų kelių kur transporto intensyvumas yra mažesnis.



**3 pav.** Suvidurkinti dirvožemio pH tyrimo rezultatai mėginių, paimtų iš paviršinio (iki 20 cm) dirvožemio sluoksnio 2005 04 – 2005 09 (imtinai), prie trijų, skirtingos apkrovos autotransportu, kelių. Kelių, su asfaltbetonio danga. **Išvesta polinominė kreivė.**

Kaip matome iš 3 paveikslo prie visų kelių (0,25 – 5 m atstumu) ir pagal polinominės kreives, paviršiniame dirvožemio sluoksnyje pastebimas dirvožemio pH padidėjimas.

**Paaiškinimas.**

**3 paveiksle** parinkau (nubrėždamas pagal dirvožemio pH kitimą) polinominę tendencijų liniją, todėl, kad ji geriausiai atspindi tokį kitimą (kitimą, kai yra ryškūs ekstremumai). Kai sekos duomenys didėja ar mažėja vienoda sparta, parenkama tiesinė lygtis, kai ši sparta didėja – rodiklinė arba eksponentinė lygtis, o kai visą laiką mažėja – logaritminė.

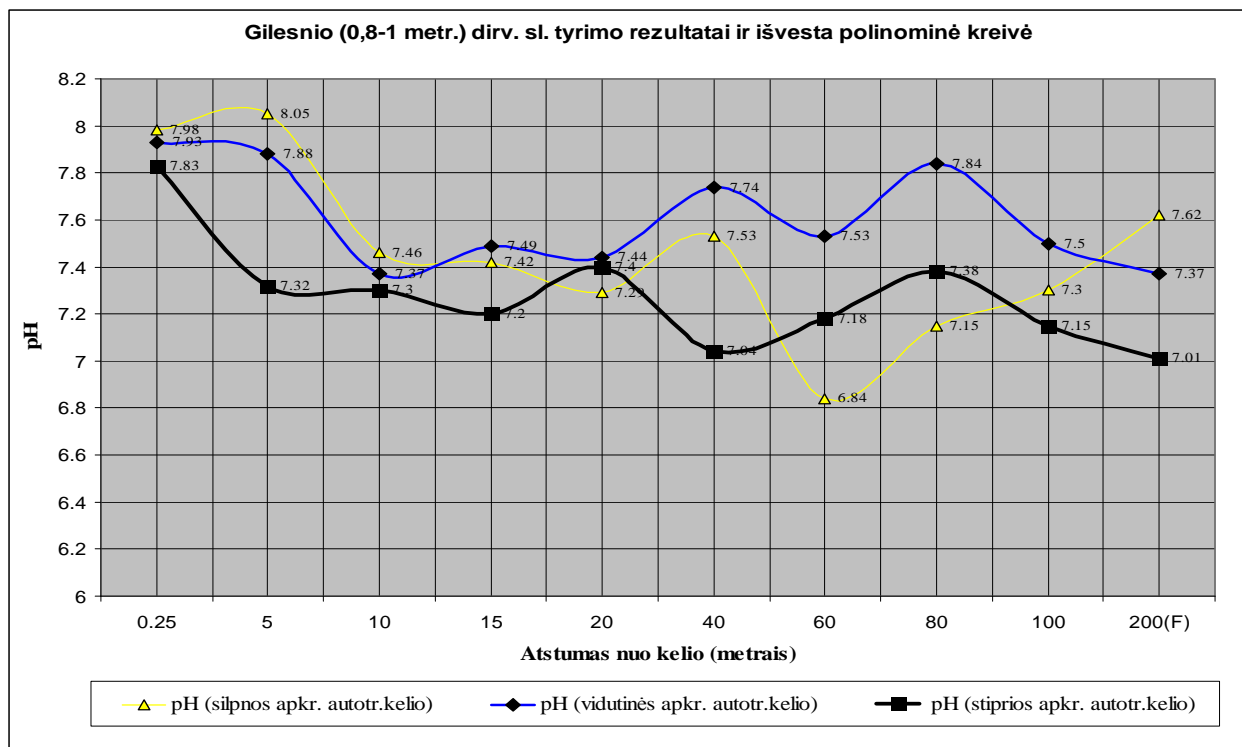
Stiprios apkrovos autotransportu kelio, viršutinio dirvožemio sluoksnio humusingumas yra maždaug 20 % didesnis, negu likusių kelių (įskaitant, kelią su žvyro danga).

**2 lentelė.** Dirvožemio pH tyrimo rezultatai mėginių, paimtų iš gilesnio (0,8–1 m) dirvožemio sluoksnio, prie trijų, skirtingos apkrovos autotransportu. Kelių, su asfaltbetonio danga.

Dirvožemio mėginių tyrimo rezultatai (paimti 2005 06) bendrai – iš giliau (0.8-1m.)			
Atstumai, metrais.	pH (silpnos apkrovos autotr.kelio)	pH (vidutinės apkrovos autotr.kelio)	pH (stiprios apkrovos autotr.kelio)
0.25	<b>7.98</b>	<b>7.93</b>	<b>7.83</b>
5	<b>8.05</b>	<b>7.88</b>	<b>7.32</b>
10	<b>7.46</b>	<b>7.37</b>	<b>7.3</b>
15	<b>7.42</b>	<b>7.49</b>	<b>7.2</b>
20	<b>7.29</b>	<b>7.44</b>	<b>7.4</b>
40	<b>7.53</b>	<b>7.74</b>	<b>7.04</b>
60	<b>6.84</b>	<b>7.53</b>	<b>7.18</b>
80	<b>7.15</b>	<b>7.84</b>	<b>7.38</b>
100	<b>7.3</b>	<b>7.5</b>	<b>7.15</b>
200(F)	<b>7.62</b>	<b>7.37</b>	<b>7.01</b>

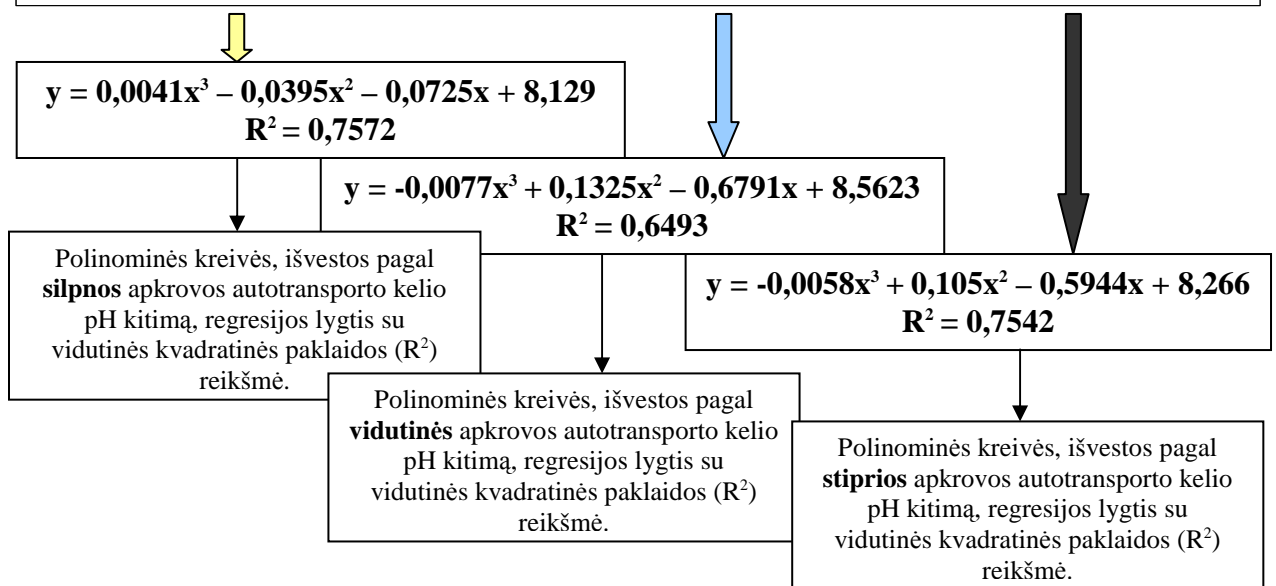
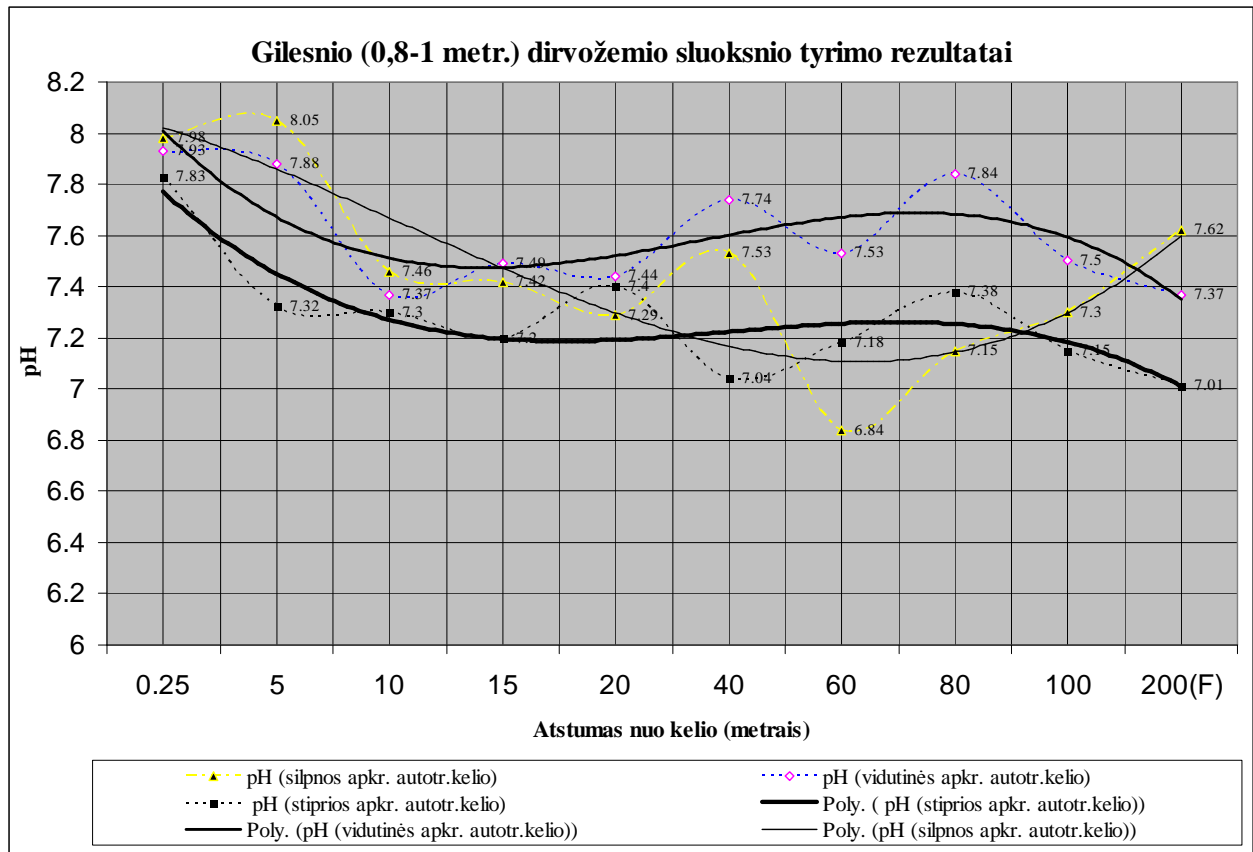
*Paaiškinimas.*

**2 lentelėje** pateikti dirvožemio pH tyrimų rezultatai mėginių, paimtų 2005 06 (savaitės bėgyje, prie tų trijų kelių su asfaltbetonio danga). Buvo imta vieną kartą.



**4 pav.** Dirvožemio pH tyrimo rezultatai mėginių, paimtų iš gilesnio (0,8–1 m) dirvožemio sluoksnio, prie trijų, skirtingos apkrovos autotr.kelių. Kelių, su asfaltbetonio danga.

Kaip matome iš 4 paveikslėlio, prie visų kelių (0,25 – 5 m atstumu), gilesniame dirvožemio sluoksnyje (0,8-1 m) pastebimas dirvožemio pH padidėjimas.



**5 pav.** Dirvožemio pH tyrimo rezultatai mėginių, paimtų iš gilesnio (0,8–1 m) dirvožemio sluoksnio, prie trijų, skirtingos apkrovos autotransporto. Kelių, su asfaltbetonio danga. **Išvesta polinominė kreivė.**

Kaip matome iš 5 paveikslo prie visų kelių (0,25 – 5 m atstumu) ir pagal polinominės kreives, paviršiniame dirvožemio sluoksnyje pastebimas dirvožemio pH padidėjimas.

*Paaiškinimas.*

**5 paveiksle** parinkau (nubrėždamas pagal dirvožemio pH kitimą) *polinominę tendencijų liniją*, todėl, kad ji geriausiai atspindi tokį kitimą (kitimą, kai yra ryškūs ekstremumai). Plačiau apie tai – 3 paveikslo paaiškiniame.

Dirvodarinės uolienos: silpnos prie silpnos apkrovos kelio – *žvirgždingas smėlis*, vidutinės apkrovos – *moreninis priemoli, priemėlis*, stiprios apkrovos – *smulkus smėlis*.

**3 lentelė.** Dirvožemio pH tyrimo rezultatai mėginių, paimtų 2006 04 iš paviršinio (iki 20 cm), ir gilesnio (0,8–1 m) dirvožemio sluoksnių, prie kelio, su žvyro danga.

Dirvožemio pH tyrimų rezultatai paimti prie <b>vieškelio</b>			
Atstumai, metrais	pH paviršinis sluoksnis. Tyrimo vieta - '1'	pH iš gilesnio sluoksnio. Tyrimo vieta - '1'	pH paviršinis sluoksnis. Tyrimo vieta - '2'
0.25	<b>7.9</b>	<b>7.81</b>	<b>7.79</b>
5	<b>7.45</b>	<b>7.96</b>	<b>7.66</b>
10	<b>7.51</b>	<b>8.13</b>	<b>7.92</b>
15	<b>7.8</b>	<b>8.23</b>	<b>7.92</b>
20	<b>7.53</b>	<b>7.5</b>	<b>8.05</b>
40	<b>8.23</b>	<b>7.94</b>	<b>7.43</b>
60	<b>7.48</b>	<b>7.38</b>	<b>7.53</b>
80	<b>7.42</b>	<b>8.32</b>	<b>7.22</b>
100	<b>7.73</b>	<b>7.77</b>	<b>7.8</b>
200(F)	<b>7.2</b>	<b>8.02</b>	<b>7.85</b>

*Paaiškinimas.*

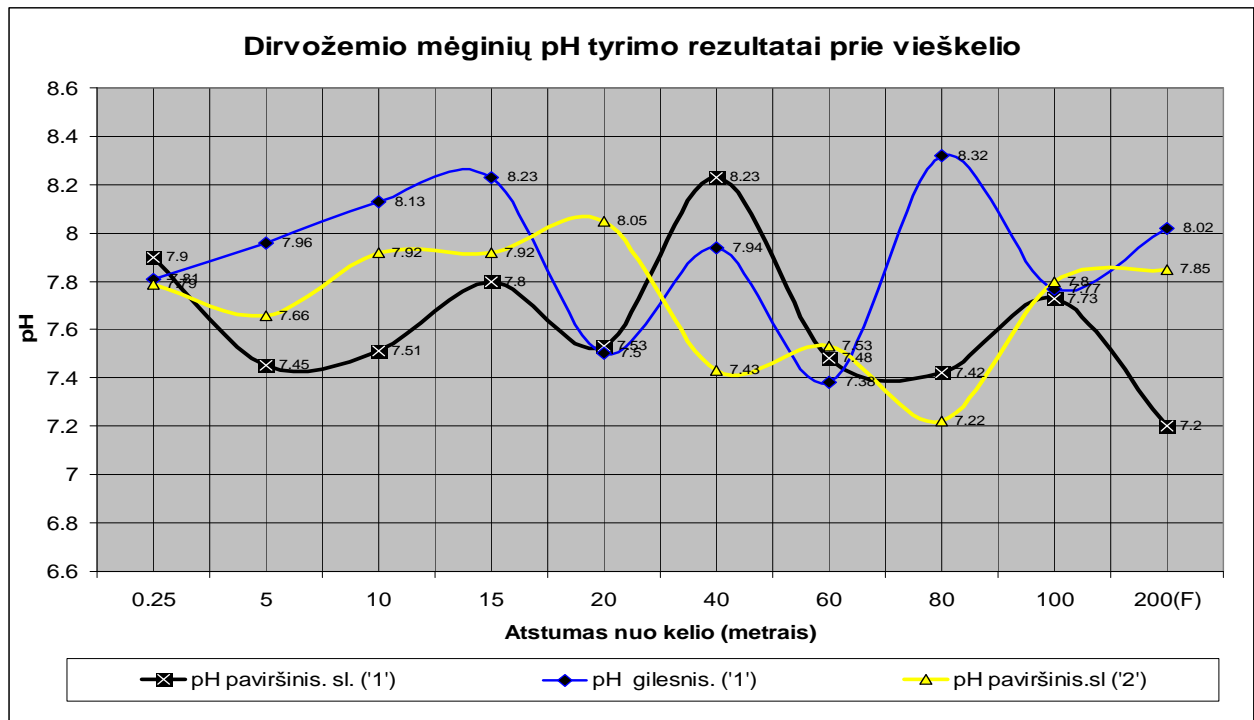
9 lentelėje pateikti mėginių tyrimų rezultatai, paimti 2006 04 (tą pačią dieną, vieną kartą) prie kelio, su žvyro danga. Imta ir tirta, naudojant tą pačią metodiką kaip ir prie kitų kelių.

Tyrimui parinktos dvi vietos (prie to pačio kelio), nutolusios viena nuo kitos apie 300 m (matuojant išilgai kelio), kad būtų tikslesni rezultatai. Pirmoje vietoje (,1') paimta iš paviršinio humusingojo ir gilesnio (0,8–1 m) sluoksnių. Antroje (,2') – paimta tik iš paviršinio (iki 20 cm) dirvožemio sluoksnio. *Aiškesni ėminių ėmimo vietų pavaizdavimas pateiktas 24 paveiksle.*

Šių ištirtų mėginių rezultatus panaudosiu atsakant į klausimą: kokie veiksniai ar faktoriai veikia dirvos rūgštingumą prie kelių su asfaltbetonio danga (kur yra intensyvus autotransporto judėjimas, ir ant kurių, žiemos sezono metu, beriama techninė druska).

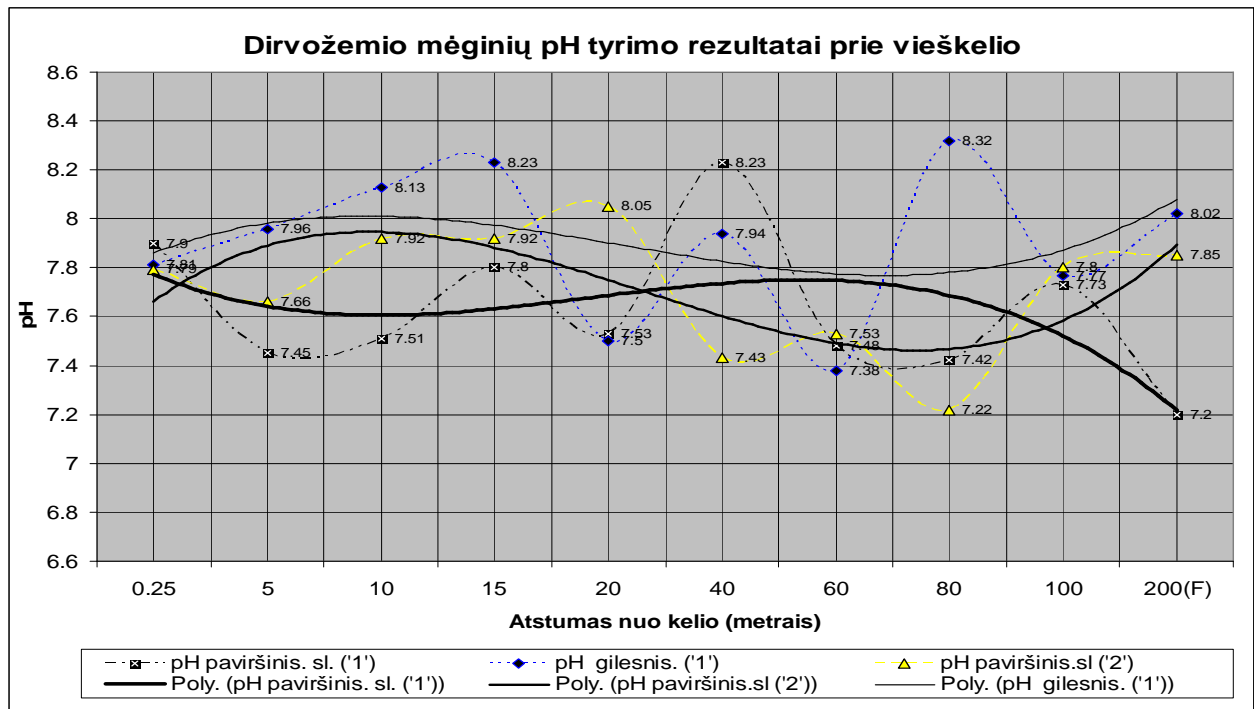
Stiprios apkrovos autotransportu kelio viršutinio dirvožemio sluoksnio humusingumas yra maždaug 20 % didesnis, negu likusių kelių (įskaitant kelią su žvyro danga). Dirvodarinės uolienos esančios prie šio kelio – *moreninis priemolis, priemėlis*.





**6 pav.** Dirvožemio pH tyrimo rezultatai mėginių, paimtų 2006 04 iš paviršinio (iki 20 cm), ir gilesnio (0,8–1 m) dirvožemio sluoksnių, prie kelio, su žvyro danga.

Kaip matome iš 6 paveikslėlio (kuriame pavaizduota dirvožemio mėginių tyrimo rezultatai) dirvožemio pH padidėjimo prie kelio sankasos (lyginant su toliau esančiais dirvožemiais) nėra pastebėta. Ėminiai paimti tiek iš paviršinių (1' (paveiksle linija juodos spalvos) ir 2' vietose) tiek iš gilesnio sluoksnių (1' (paveiksle pavaizduota mėlyna linija)).



**7 pav.** Dirvožemio pH tyrimo rezultatai mėginių, paimtų 2006 04 iš paviršinio (iki 20 cm), ir gilesnio (0,8–1 m) dirvožemio sluoksnių, prie kelio, su žvyro danga. **Išvesta polinominė kreivė.**

Kaip matome iš 7 paveikslo (kuriame pavaizduoti dirvožemio mėginių tyrimo rezultatai išvedant polinominės tendencijų kreives) dirvožemio pH padidėjimo prie kelio sankasos (lyginant su toliau esančiais dirvožemiais) nėra pastebėta.

#### 4.1.1 Skyriaus išvados

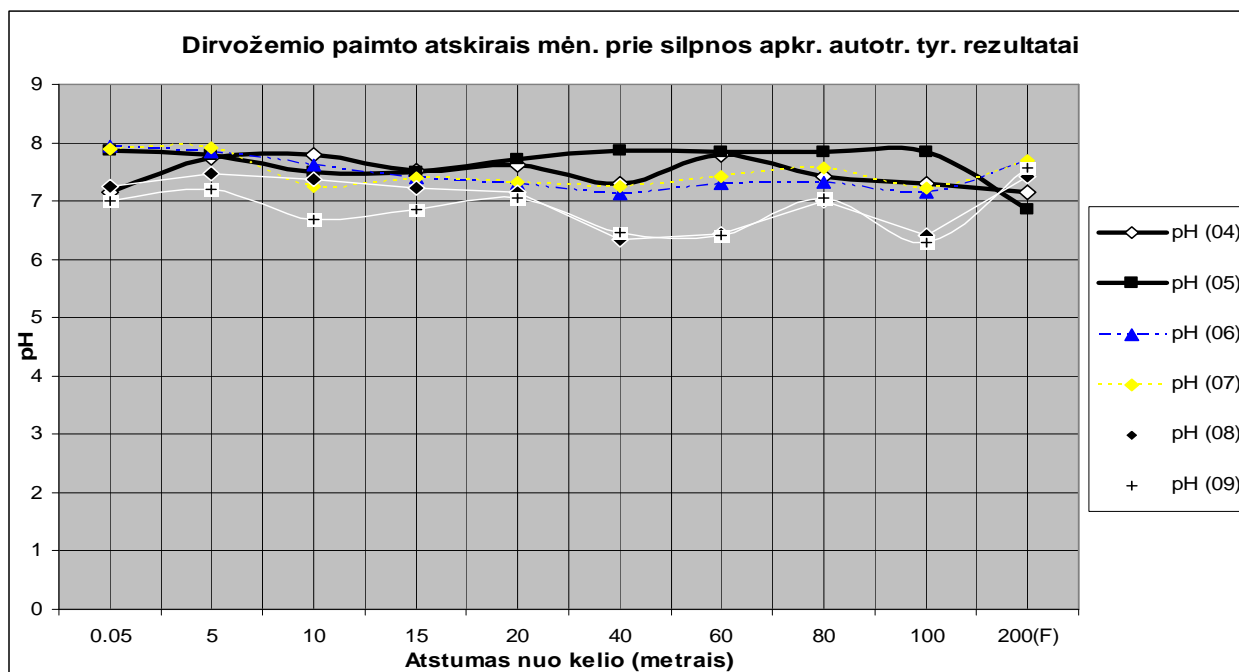
- Prie kelių su asfaltbetonio danga paimti ir ištirti dirvožemio mėginiai tiek iš paviršinio (iki 20 cm, suvidurkinti), tiek iš gilesnio (0,8–1 m) sluoksnių rodo, kad yra gana ryškus dirvožemio pH padidėjimas prie kelio (0,25–5 (10) m atstumu) lyginant su toliau esančiais dirvožemiais.
- Prie kelio su žvyro danga paimti ir ištirti dirvožemio mėginiai tiek iš paviršinio (20 cm), tiek iš gilesnio (0,8–1 m) sluoksnių rodo, kad dirvožemio pH padidėjimo prie kelio nėra, arba jis labai nežymus, lyginant su toliau nuo kelio esančiais dirvožemiais.

## 4.2 Mėginių, paimtų atskirais mėnesiais, dalinis analizavimas

Šame skyriuje analizuosiu dirvožemio pH tyrimo rezultatus, gautus paėmus paviršinio dirvožemio sluoksnio ėminius prie trijų kelių su asfaltbetonio danga, atskirais mėnesiais (jų nevidurkinsiu, o rezultatus lyginsiu tarpusavyje mėginių, paimtų tiek prie kiekvieno kelio atskirai, tiek prie visų kelių).

**4 lentelė.** Rezultatai dirvožemio pH mėginių, paimtų iš paviršinio (iki 20 cm) sluoksnio, prie silpnos apkrovos autotransportu kelio, atskirais mėnesiais (2005 04–2005 09 imtinai).

Duomenys <b>silpnos</b> apkrovos autotransporto kelio						
Atstumai, metrais.	pH (04)	pH (05)	pH (06)	pH (07)	pH (08)	pH (09)
0.05	7.16	7.87	7.95	7.89	7.24	7.01
5	7.74	7.8	7.85	7.92	7.47	7.2
10	7.78	7.5	7.61	7.26	7.37	6.67
15	7.52	7.5	7.4	7.4	7.23	6.86
20	7.61	7.73	7.3	7.32	7.15	7.05
40	7.3	7.87	7.13	7.26	6.34	6.47
60	7.79	7.85	7.3	7.42	6.44	6.42
80	7.41	7.83	7.33	7.56	7.01	7.05
100	7.3	7.83	7.14	7.22	6.42	6.3
200(F)	7.14	6.86	7.7	7.7	7.42	7.57

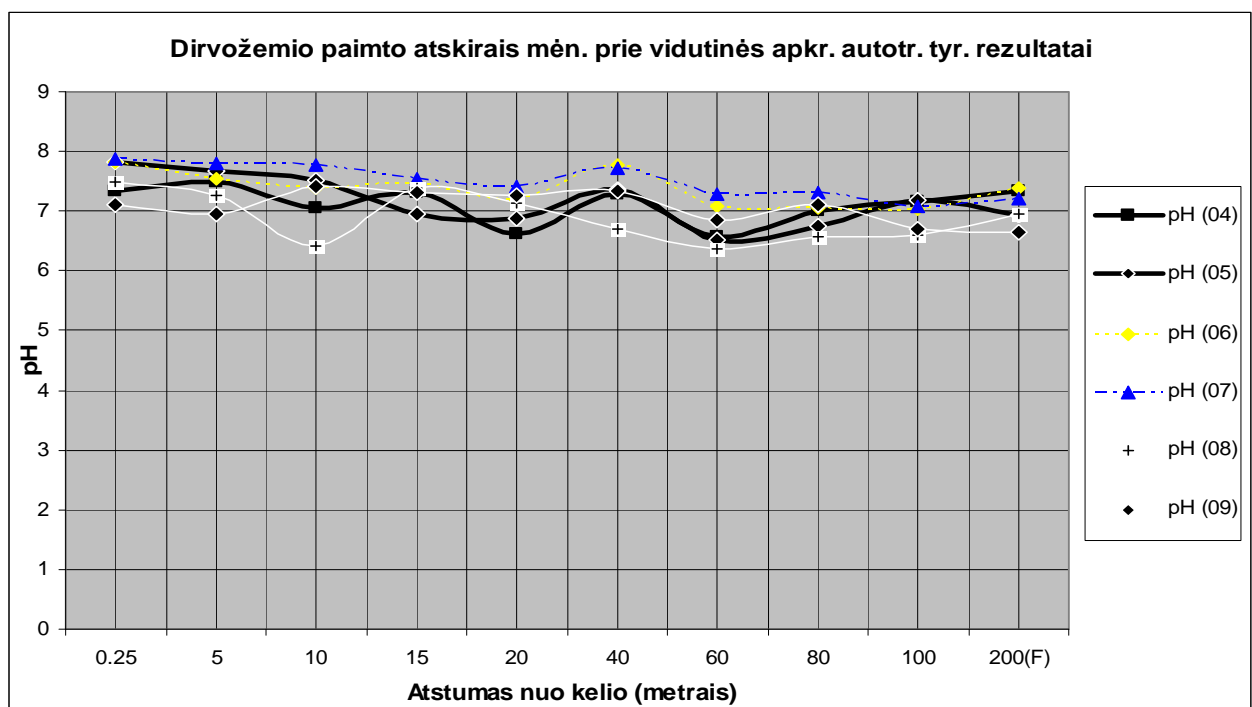


**8 pav.** Rezultatai dirvožemio pH mėginių, paimtų prie **silpnos** apkrovos autotransportu kelio, iš paviršinio (iki 20 cm) dirvožemio sluoksnio, atskirais mėnesiais (2005 04–2005 09 imtinai).

Kaip matome iš 8 *paveiksl* mėginių paimtų pirmaisiais tyrimo mėnesiais pH vertės (dirvožemio) yra didesnės negu paskutinių mėnesių (08-09 mėn.).

**5 lentelė.** Rezultatai dirvožemio pH mėginių, paimtų iš paviršinio (iki 20 cm) sluoksnio, prie vidutinės apkrovos autotransportu kelio, atskirais mėnesiais (2005 04–2005 09 imtinai).

Duomenys vidutinės apkrovos autotransporto kelio						
Atstumai, metrais.	pH (04)	pH (05)	pH (06)	pH (07)	pH (08)	pH (09)
0.25	7.35	7.82	7.82	7.87	7.48	7.12
5	7.5	7.67	7.54	7.81	7.26	6.95
10	7.06	7.52	7.38	7.77	6.41	7.41
15	7.32	6.96	7.47	7.55	7.38	7.31
20	6.63	6.88	7.18	7.42	7.14	7.25
40	7.28	7.36	7.76	7.72	6.7	7.35
60	6.58	6.52	7.07	7.29	6.37	6.85
80	7.01	6.76	7.05	7.31	6.56	7.11
100	7.15	7.18	7.04	7.07	6.6	6.69
200(F)	7.35	6.92	7.38	7.21	6.95	6.64

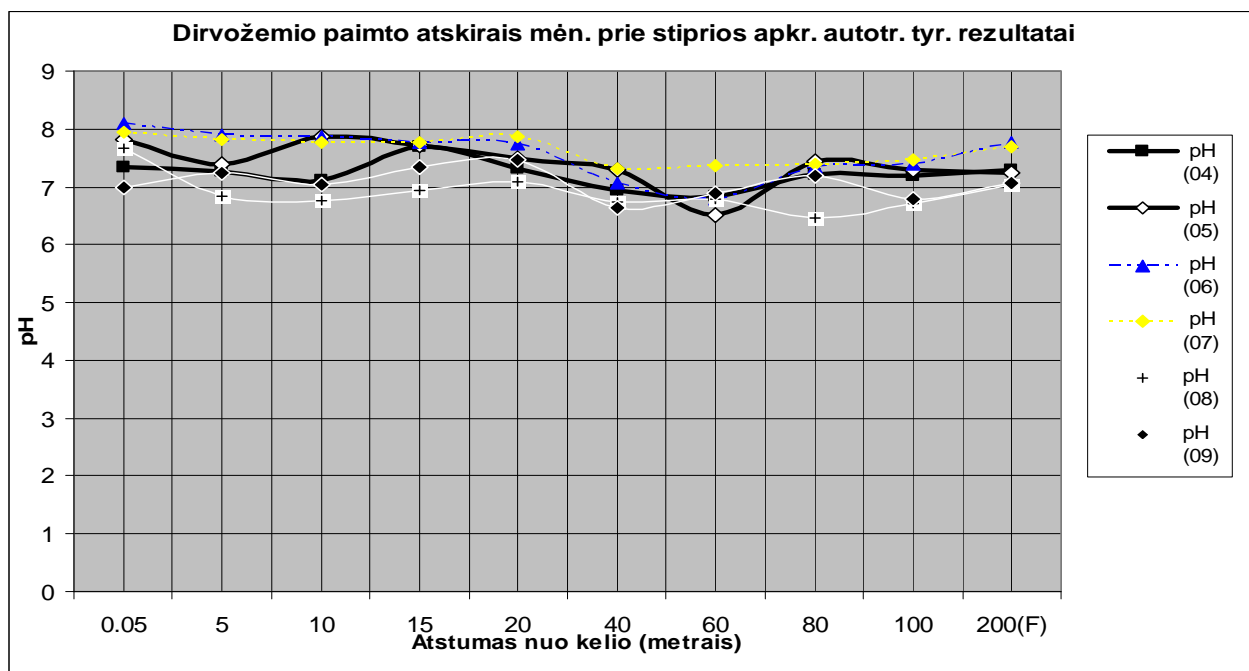


**9 pav.** Rezultatai dirvožemio pH mėginių, paimtų prie *vidutinės* apkrovos autotransportu kelio, iš paviršinio (iki 20 cm) dirvožemio sluoksnio, atskirais mėnesiais (2005 04–2005 09 imtinai).

Kaip matome iš 9 *paveiksl* mėginių paimtų pirmaisiais tyrimo mėnesiais pH vertės (dirvožemio) yra didesnės (bent turi tendencija didėti) negu paskutinių mėnesių (08-09 mėn.).

**6 lentelė.** Rezultatai dirvožemio pH mėginių, paimtų iš paviršinio (iki 20 cm) sluoksnio, prie stiprios apkrovos autotransportu kelio, atskirais mėnesiais (2005 04–2005 09 imtinai).

Duomenys nuo stiprios apkrovos autotransporto kelio						
Atstumai, metrais.	pH (04)	pH (05)	pH (06)	pH (07)	pH (08)	pH (09)
0.05	7.34	7.82	8.09	7.95	7.67	7
5	7.27	7.38	7.89	7.81	6.84	7.25
10	7.11	7.88	7.88	7.78	6.76	7.05
15	7.7	7.72	7.78	7.76	6.95	7.35
20	7.32	7.48	7.74	7.87	7.1	7.46
40	6.95	7.29	7.06	7.32	6.75	6.64
60	6.84	6.52	6.79	7.36	6.8	6.9
80	7.21	7.44	7.33	7.39	6.47	7.2
100	7.2	7.3	7.4	7.47	6.72	6.79
200(F)	7.3	7.25	7.78	7.7	7.03	7.07



**10 pav.** Rezultatai dirvožemio pH mėginių, paimtų prie *stiprios* apkrovos autotransportu kelio, iš paviršinio (iki 20 cm) dirvožemio sluoksnio, atskirais mėnesiais (2005 04–2005 09 imtinai).

*Paaiškinimas.*

Stiprios apkrovos autotransportu kelio viršutinio dirvožemio sluoksnio humusingumas yra maždaug 20 % didesnis, negu likusių kelių (įskaitant, kelią su žvyro danga).

Kaip matome iš 10 paveikslėlio mėginių paimtų pirmaisiais tyrimo mėnesiais pH vertės (dirvožemio) yra didesnės (bent turi tendencija didėti) negu paskutinių mėnesių (08-09 mėn.).

#### 4.2.1 Skyriaus išvados

- Kaip matome, **8 paveiksle** matosi skirtingais mėnesiais paimtų mėginių rezultatų kitimo linijos: pirmų dviejų mėnesių (04, 05) dirvožemio pH kitimo vertės yra aukštesnės negu likusių (ypatingai paskutinių (08, 09)) mėnesių.

- **9 ir 10 paveiksluose** tokio ryškaus pH pasiskirstymo atskirais mėnesiais, kaip 8 paveiksle nematome. Visgi tokią tendenciją galime pastebėti (paskutinių mėnesių dirvožemio pH yra mažesnis negu ankstesnių mėnesių).

- Mano manymu pagrindinis faktorius šio kitimo yra augalų biologinė veikla (didėja organinių rūgščių kiekis dirvožemyje, tuo pačiu ir  $H^+$  jonų kiekis).

#### 4.3 Duomenų analizavimas pakeičiant absoliutines tyrimų rezultatų vertes

Šiam skyriui modifikavau pH reikšmes (kaip ,0' ėmiau foninių mėginių reikšmę, ir pagal juos skaičiavau kitas reikšmes kurios buvo ir su ,+', ir su ,-', ženklais). Tai dariau todėl, kad geriau matytųsi koks skirtumas (pH verčių) yra prie kelio, kur dirvožemį veikia įvairūs faktoriai, ir foninio dirvožemio, kurį labai minimaliai (arba visai neveikia) įvairūs veiksniai (kuriuos kitame skyriuje nagrinėsiu remdamasis ir šiais duomenimis).

Pakeisti paviršinio dirvožemio sluoksnio prie kelio su asfaltbetonio danga tyrimo duomenys pateikti ,13' lentelėje, o šių rezultatų grafinis vaizdavimas – 11 paveiksle.

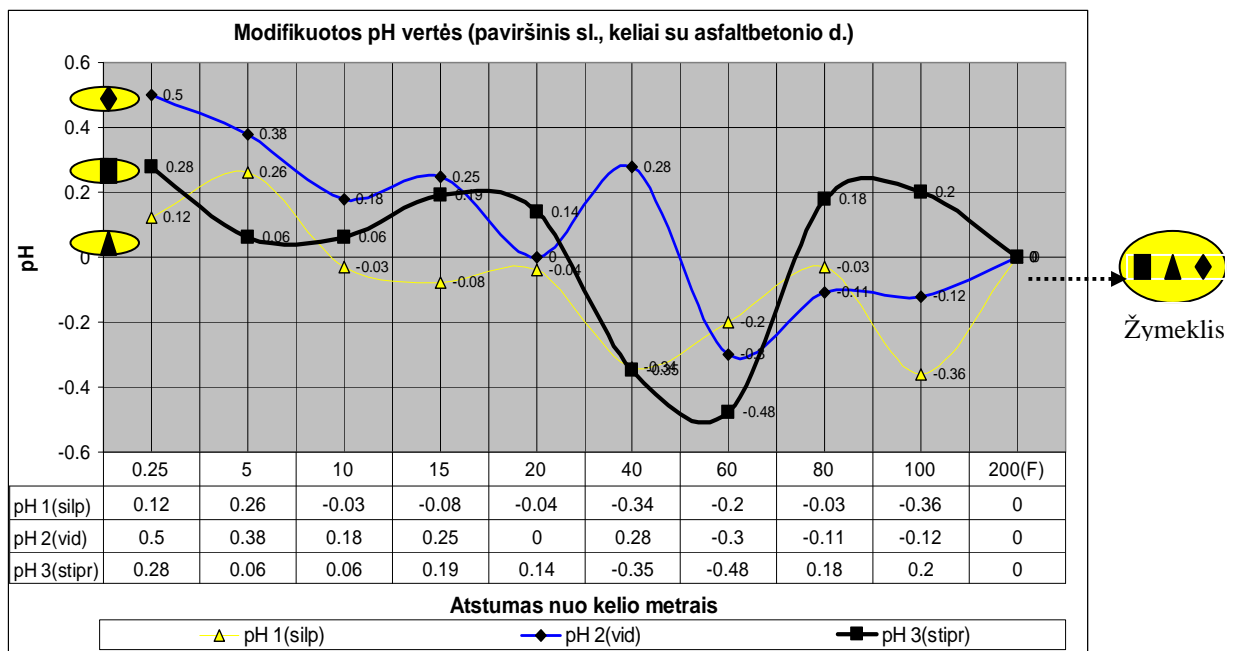
Pakeisti gilesnio dirvožemio sluoksnio prie kelio su asfaltbetonio danga tyrimo duomenys pateikti ,14' lentelėje, o šių rezultatų grafinis vaizdavimas – 12 paveiksle.

Pakeisti paviršinio ir gilesnio dirvožemio sluoksnių prie kelio su grunto danga tyrimo duomenys pateikti ,14 ' lentelėje, o šių rezultatų grafinis vaizdavimas –13paveiksle.

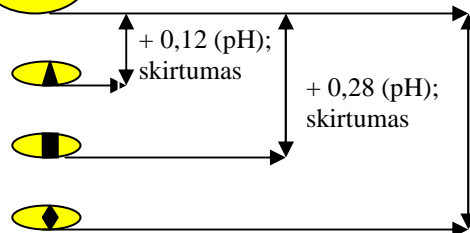
7.3 skyriaus tyrimų išvados pateiktos 7.3.1 skyrelyje.

**7 lentelė.** Pakeisti (rezultatai išdėstyti (mažėja ar didėja jų pH vertės), lyginant juos su foninių mėginių tyrimų rezultatais (juos prilyginau ,0<sup>o</sup>)) **paviršinio** dirvožemio sluoksnio (prie kelių su asfaltbetonio danga) tyrimo rezultatų absoliutinės vertės.

Suvidurkinti dirv. mėg. tyrimo rezultatai (2005 04-09) (silpna, vidutinė ir stipri apkrova)– pavirš. dirv. sl			
metrai	pH 1(silpna) pav.dirv. sl.	pH 2(vidutinė) pav.dirv. sl	pH 3(stipri) pav.dirv. sl.
0.25	0.12	0.5	0.28
5	0.26	0.38	0.06
10	-0.03	0.18	0.06
15	-0.08	0.25	0.19
20	-0.04	0	0.14
40	-0.34	0.28	-0.35
60	-0.2	-0.3	-0.48
80	-0.03	-0.11	0.18
100	-0.36	-0.12	0.2
200(F)	0	0	0



Žymeklis  
rodantis fonines  
modifikuotas pH  
vertes prilygintas  
,0<sup>o</sup>.



Dirvožemio pH vertė  
(silpnos apkr. aut.  
k.) esanti 0,25 m  
atstumu nuo kelio



Dirvožemio pH vertė  
(vidutinės apkr. aut.  
k.) esanti 0,25 m  
atstumu nuo kelio



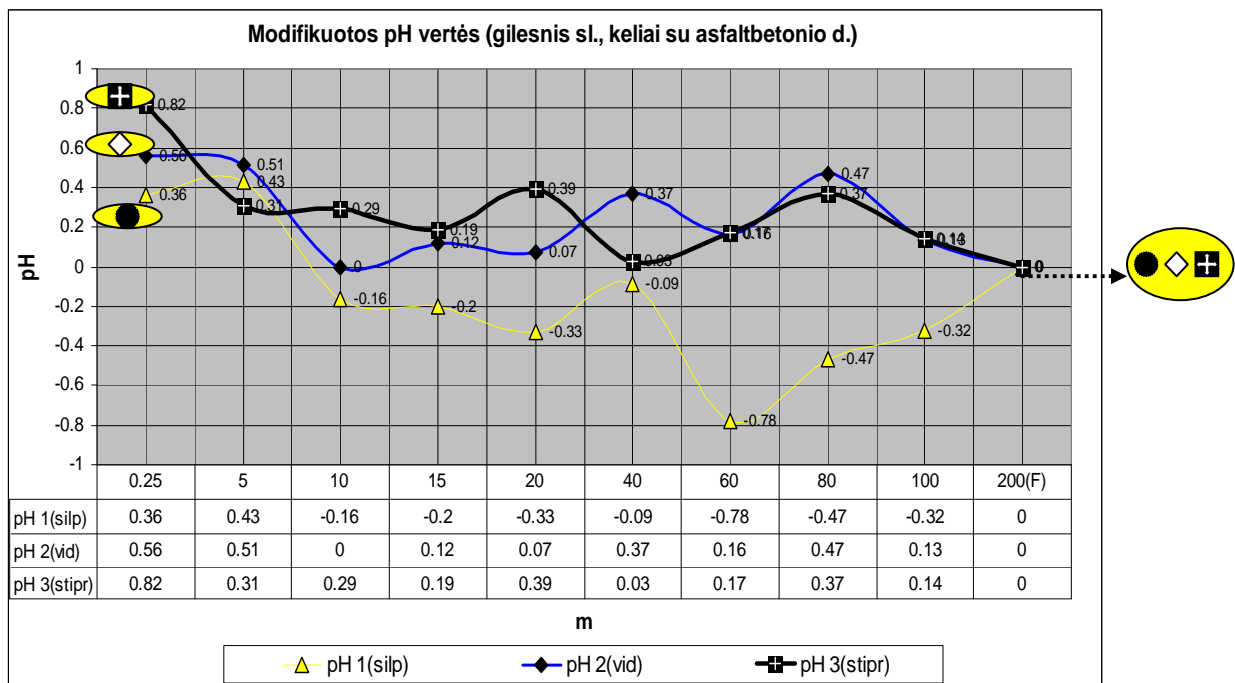
Dirvožemio pH vertė  
(stiprios apkr. aut.  
k.) esanti 0,25 m  
atstumu nuo kelio



**11 pav.** Pakeistos (rezultatai išdėstyti (mažėja ar didėja jų pH vertės), lyginant juos su foninių mėginių tyrimų rezultatais (juos prilyginau ,0<sup>o</sup>)) **gilesnio** dirvožemio sluoksnio (prie kelių su asfaltbetonio danga) tyrimo rezultatų absoliutinės vertės.

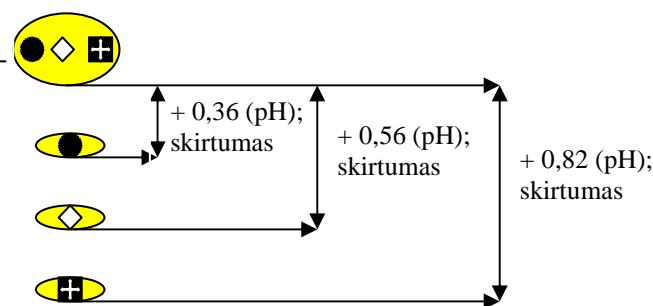
**8 lentelė.** Pakeisti (rezultatai išdėstyti (mažėja ar didėja jų pH vertės), lyginant juos su foninių mėginių tyrimų rezultatais (juos prilyginau ,0<sup>o</sup>)) **gilesnio** dirvožemio sluoksnio (prie kelių su asfaltbetonio danga) tyrimo rezultatų absoliutinės vertės.

Dirvožemio mėginių tyrimo rezultatai iš gilesnio sl. (0.8-1m.)-silpna, vidutinė ir stipri apkrova			
metrai	pH 1(silpna) gilesnis sl.	pH 2(vidutinė) gilesnis sl.	pH 3(stipri) gilesnis sl.
0.25	0.36	0.56	0.82
5	0.43	0.51	0.31
10	-0.16	0	0.29
15	-0.2	0.12	0.19
20	-0.33	0.07	0.39
40	-0.09	0.37	0.03
60	-0.78	0.16	0.17
80	-0.47	0.47	0.37
100	-0.32	0.13	0.14
200(F)	0	0	0



*Žymeklis*

rodantis fonines modifikuotas pH vertes prilygintas ,0<sup>o</sup>.



Dirvožemio pH vertė (silpnos apkr. aut. k.) esanti 0,25 m atstumu nuo kelio

Dirvožemio pH vertė (vidutinės apkr. aut. k.) esanti 0,25 m atstumu nuo kelio

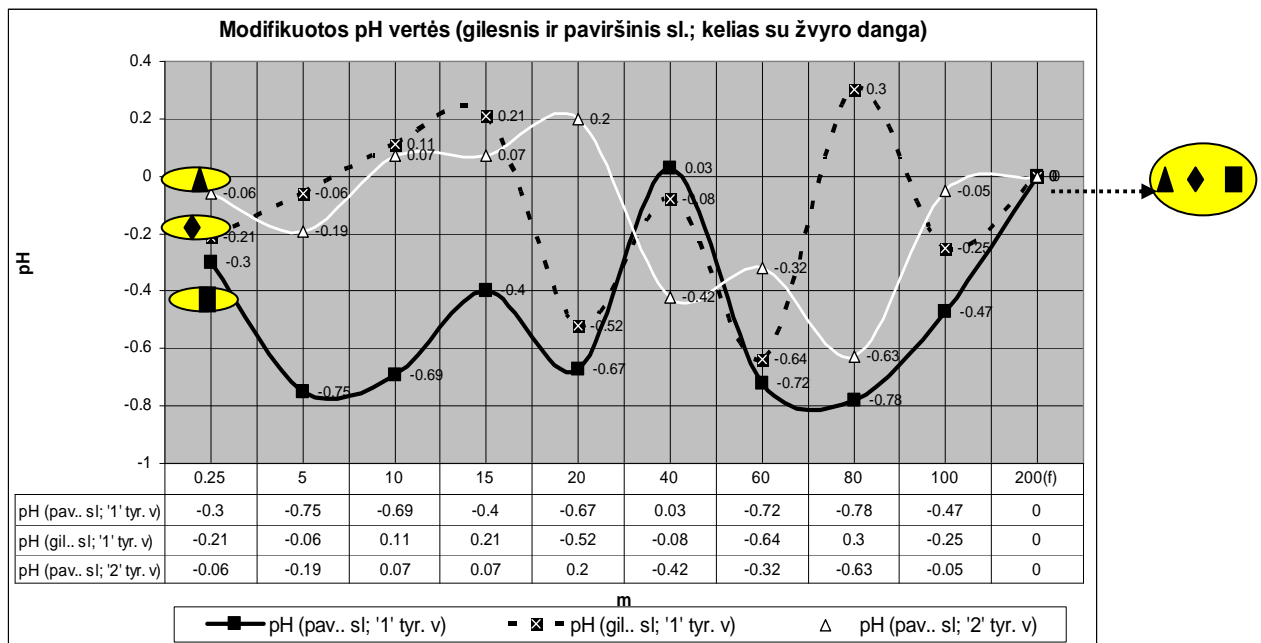
Dirvožemio pH vertė (stiprios apkr. aut. k.) esanti 0,25 m atstumu nuo kelio

**12 pav.** Pakeistos (rezultatai išdėstyti (mažėja ar didėja jų pH vertės), lyginant juos su foninių mėginių tyrimų rezultatais (juos prilyginau ,0<sup>o</sup>)) **gilesnio** dirvožemio sluoksnio (prie kelių su asfaltbetonio danga) tyrimo rezultatų absoliutinės vertės.

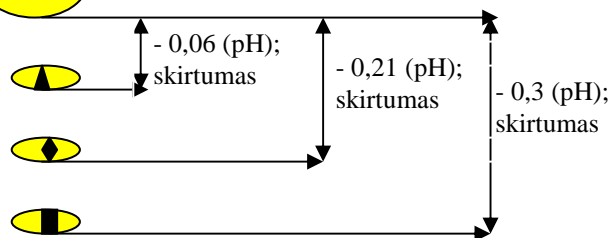


**9 lentelė.** Pakeisti (rezultatai išdėstyti (mažėja ar didėja jų pH vertės), lyginant juos su foninių mėginių tyrimų rezultatais (juos prilyginau ,0<sup>'</sup>)) paviršinio ir gilesnio dirvožemio sluoksnio (prie kelio su žvyro danga) tyrimo rezultatų absoliutinės vertės.

Dirvožemio mėginių tyrimo rezultatai iš gilesnio ir paviršinių sl. prie kelio su žvyro danga			
Metrai	pH (paviršinis. sl.; '1' tyr. v.)	pH (gilesnis. sl.; '1' tyr. v.)	pH (paviršinis. sl.; '2' tyr. v.)
0.25	-0.3	-0.21	-0.06
5	-0.75	-0.06	-0.19
10	-0.69	0.11	0.07
15	-0.4	0.21	0.07
20	-0.67	-0.52	0.2
40	0.03	-0.08	-0.42
60	-0.72	-0.64	-0.32
80	-0.78	0.3	-0.63
100	-0.47	-0.25	-0.05
200(f)	0	0	0



Žymeklis rodantis fonines modifikuotas pH vertes prilygintas ,0<sup>'</sup>.



Dirvožemio pH vertė(žvyrkelis; pav. dirv. sl.; '1' ėmimo vieta.) esanti 0,25 m atstumu nuo kelio



Dirvožemio pH vertė(žvyrkelis; pav. dirv. sl.; '2' ėmimo vieta.) esanti 0,25 m atstumu nuo kelio



Dirvožemio pH vertė(žvyrkelis; gilesnis . dirv.sl.; '1' ėmimo vieta.) esanti 0,25 m atstumu nuo kelio

**13 pav.** Pakeistos (rezultatai išdėstyti (mažėja ar didėja jų pH vertės), lyginant juos su foninių mėginių tyrimų rezultatais (juos prilyginau ,0<sup>'</sup>)) paviršinio ir gilesnio dirvožemio sluoksnio (prie kelio su žvyro danga) tyrimo rezultatų absoliutinės vertės.

### 4.3.1 Skyriaus išvados

- **11 ir 12 paveiksluose** matyti (jie apibūdina dirvožemį, esantį prie kelių su asfaltbetonio danga), kad dirvožemio mėginių paimtų iš paviršinio sluoksnio, ir iš gilesnio, rezultatai yra tie patys – ėmimo taškų esančių prie pat kelio sankasos (0,25 m atstumu) pH vertės yra **aukštesnės (+0,12 -0,5 paviršiniame dirvožemio sluoksnyje, ir +0,36-0,82 gilesniame)** už foninių reikšmių.

- **13 paveiksle** matyti (jis apibūdina dirvožemį esantį, prie kelio su žvyro danga), kad ir dirvožemio mėginių paimtų iš paviršinio sluoksnio, ir iš gilesnio, rezultatai yra kitokie, negu prie kelių su asfaltbetonio danga – ėmimo taškų esančių prie pat kelio sankasos (0,25 m atstumu) pH vertės yra **žemesnės arba beveik nesiskiria (-0,06; -0,21; -0,3 (pirmasis skaičius rodo rezultatus iš gilesnio dirvožemio sluoksnio, kiti du – iš paviršinio))** už foninių reikšmių. Dirvožemio pH sumažėjimą prie žvyrkelio sankasos sieju su didesniu sniego tirpsmo vandens poveikiu dirvožemiui.

## 5. KAI KURIŲ VEIKSNIŲ POVEIKIS DIRVOŽEMIO pH

Šio skyriaus tikslas – iškelti hipotezes atsakant į klausimą, kas veikia dirvos rūgštingumą priklausomai nuo atstumo iki kelio (nagrinėjant kiekvieną kelią atskirai ir nelyginant vieną su kitu): **techninė druska, dolomitas** (*dolomitinė skalda* ar kelio sankasai formuoti naudojamoje žemėje esantis *dolomitas* (dulkės ar irimo produktai)), **autotransporto ir stacionarių taršos objektų išmetami teršalai** kartu sudėjus, ar tik vienas iš šių komponentų atskirai (*šiam klausimui atsakyti bus pasinaudota ir mėginių tyrimų rezultatais paimtais nuo autotransporto kelio (kelio su žvyro danga), kuriame nenaudojamos techninės druskos.* Taip pat, be asmeninių tyrimų rezultatų, pasinaudosiu ir literatūros duomenimis.

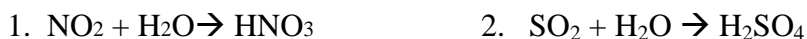
### 5.1 Autotransporto poveikis dirvožemio pH

**Mano tiriama keliai su asfaltbetonio danga:**

- Rajoninis kelias Kaniūkai–Einorai–Nemunaitis (Nr. 1102). Vidutinė paros autotransportu apkrova – **100-200** automobilių.
- Krašto kelias Alytus–Simnas–Kalvarija (Nr. 131). Vidutinė paros autotransportu apkrova yra **3000-4000** tūkstančiai automobilių.
- Magistralinis (A1) kelias Vilnius–Kaunas - **15000-30000** automobilių.

Taigi, pagrindiniai autotransporto teršalai, veikiantys rūgštingumą, yra azoto oksidai. Tie teršalai veikia netiesiogiai, bet patekę į atmosferą sudaro su vandens garais sieros ir azoto rūgštis kurios, nors ir labai atskiestos vandens garų, vis tiek labai keičia kritulių pH. Daugiausia tokių kritulių (kurių pH yra labai mažas) gauname tolimųjų pernašų būdu (susidaryti sieros rūgščiai krituliuose reikia kelių dienų). Todėl dirvožemio pH didžiaja dalimi lemia globalinė ir regioninė tarša. Dujiniai, azoto ir sieros oksidai išbūna atmosferoje nuo kelių valandų iki 2 – 3 parų, per tą laiką nukeliaudami dešimtis, šimtus, ar net tūkstančiu kilometrų.

Supaprastintos rūgščių kritulių susidarymo cheminės reakcijos:



Taipogi, kaip anksčiau minėjau, dirvožemio pH (vandens tirpalo) veikia sunkieji metalai – Fe, Al, Cu, Zn, Pb, Cd. Iš autotransporto – Cu, Pb, Cd. Jie yra jonų akceptorai. Jei nėra ligandų (elektronų donorų, tokių kaip  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  ir  $\text{HPO}_4^{2-}$  ( kitaip vadinamų natūralių fosfatinių buferių)), tai šie metalai yra hidratuojami vandens molekulių. Jie nutraukia nuo deguonies elektronus, o jis savo ruožtu nuo vandenilio. Tada gali atsiskirti vandenilio jonas rūgštinantis dirvožemio tirpalą.

**10 lentelė.** Bendra NOx emisija tonomis per metus iš autotransporto (bendrai), jam važiuojant magistraliniais ir užmiesčio keliais.

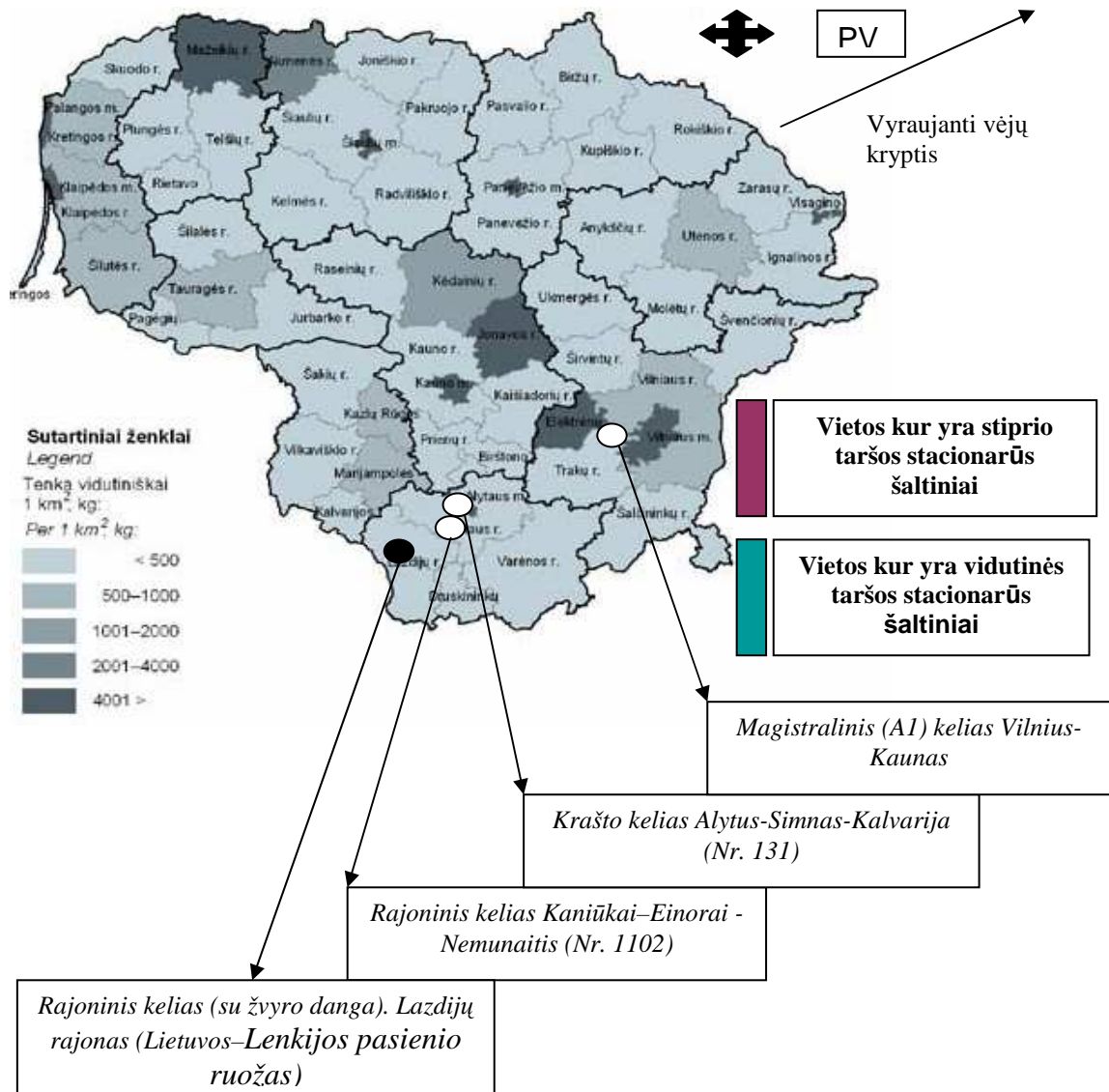
Automobilių sk.(2003 m. duom.)	NOx emisija (tonomis)
1'414'806	3'609'094.396

*Dirvožemis gali būti veikiamas rūgštinančių autotransporto teršalų, tačiau kaip matyti iš skyriaus ‚Darbo (tyrimo) rezultatai ir jų dalinė analizė‘ (jame pateikti mano tyrimų rezultatai), dirvožemi pH prie kelių (kelių su asfaltbetonio danga) (0,25–5 (10 m)) yra didesnis negu toliau esančio dirvožemio. Tai gali būti dvi išvados: 1 – neveikia, 2 – rūgštinantį poveikį užgožia kiti veiksniai.*

## 5.2 Stacionarių taršos objektų poveikis

Nors aš parinkdamas dirvožemio ėminių ėmimo vietą atsižvelgiau į vyraujančią vėjų kryptį (kad kuo mažiau veiktų teršalai iš Lietuvoje esančių stacionarių taršos šaltinių (įtraukiant ir didesnius miestus)), bet vienokio ar kitokio masto poveikis vis tiek egzistuoja. Pagrindinės teršėjos – **Kėdainių chemijos gamykla (dabar „LIFOSA“)** išmeta sieros ir azoto junginius (jie

rūgština), Jonavos azoto trąšų gamykla (dabar „ACHEMA“) – azoto junginius (rūgština), Akmenės cemento gamykla – cemento ir kalkių dulkes (šarmina), Elektrėnų šiluminė elektrinė – azoto, sieros junginiai. Petrašiūnų pramoniniai landšaftai - aplinka šarmėja dėl statybinių medžiagų gamybos išmetamų teršalų (atskiro tyrimo kokie tai teršalai nedaryta), urbanizuotas Vilniaus miestas – šarmina.



14 pav. Stacionarūs taršos šaltiniai Lietuvoje.

Kaip matome iš 14 paveikslėlio, stacionarūs taršos šaltiniai gali paveikti tik vieną mano tyrimo vietą – prie magistralinio kelio Vilnius - Kaunas. Tai Elektrėnų šiluminė elektrinė, kuri išmeta į aplinką kritulius rūgštinančius teršalus. Tačiau ji atkrenta, nes mano tyrimo vietų

*dirvožemiai (prie pat kelio) yra pašarmėję, o ypatingo (kuris skirtųsi nuo kitų tyrimo vietų dirvožemio pH kitimo) kitimo nepastebėta.*

*Vilniaus miestas veikia šarmiškai (pagal 29 literatūros sąrašę esantį šaltinį (Masiliūnas I., Eitmanavičienė N. Landšaftų atsparumas rūgštiniui. Geografijos metraštis 32 t., Geografijos institutas, Akademija 2., 1999, P. 105-116.)). Bet minėtame šaltinyje nenurodyta teršalų rūšys, ar jų veikimo principas. Jei ir būtų tas veikimas, tai jis veiktų ištisas teritorijas (o mano tyrimas koncentruojasi ties pakelėmis).*

*Taigi aš manau, kad šis veiksnys neįtakoja mano tyrimo vietų dirvožemio pH.*

### 5.3 Slidumą mažinančių medžiagų įtaka

Pirmąjį kelią, prie kurio aš imu dirvožemio ėminius (magistralinį A1 kelią Vilnius – Kaunas (stiprios apkrovos autotransportu)), aptarnauja kelių priežiūros valstybinė įmonė „**Vilniaus regiono keliai**“. Keliai žiemos sezono metu yra intensyviai barstomi slidumą mažinančiomis medžiagomis. Ši įmonė kelių barstymui naudoja druską ir smėlio-druskos mišinį. Vidutiniškai ant kelių išbarstoma (atskaičius sdm.) **4,1 tonos 1km.**

Antrąjį (krašto kelią Alytus-Simnas-Kalvarija (Nr.131) (vidutinės apkrovos autotransportu)) ir trečiąjį kelią (rajoninis kelias Kaniūkai–Einorai-Nemunaitis (Nr. 1102) (silpnos apkrovos autotransportu)) prižiūri valstybinė įmonė „**Alytaus regiono keliai**“. Ji barsto druskos–smėlio mišiniu (**atmetus sdm. – 7 t/km**) pavojingus eismo atžvilgiu rajoninių kelių ruožus (taip pat ir rajoninio kelio ruožą prie kurio aš ėmiau mėginius). O krašto ir magistralinius kelius – tik druska (be sdm. **apie 7,1 t/km**).

Rajoniniam keliui su grunto danga, žiemos sezono metu šios priemonės (nebarstoma technine druska) netaikomos (jį prižiūri (valo, taiso)). Šį kelią prižiūri įmonės „**Alytaus regiono keliai**“ padalinys, esantis Lazdijų mieste.

Beveik visas medžiagos (slidumą mažinančias) perkamos (tiek viena, tiek kita įmonė) iš UAB „Keltuva“. Pirkdamos iš jos **techninę baltą druską** (magistralinių ir krašto kelių barstymui („Alytaus regiono keliai naudoja tik ją)) ir pigesnę **techninę raudoną druską** (rajoninių kelių barstymui). Tiek techninės baltosios, tiek raudonosios druskos pagrindas yra NaCl. Tačiau priklausomai nuo oro temperatūros (kuo ji žemesnė, tuo daugiau) dedama **CaCl<sub>2</sub>** (maksimali norma 20%). Jos nenaudoja Alytaus bendrovė (naudoja „Vilniaus regiono keliai“) dėl ekonominių priežasčių. Ši medžiaga nors ir labai brangi, bet efektyvi. Ji veiksminga iki -33 laipsnių pagal Celsijų (NaCl – iki 7 °C).

Be CaCl<sub>2</sub>, maišant druską, naudojami ir smėlio (smėlio-žvyro) mišiniai. Šie mišiniai savo sudėtyje turi turėti ne mažiau kaip 10% druskų. Kuo mišinyje druskų daugiau, tuo kelyje slidumo šalinimo efektyvumas yra didesnis. Rekomenduojama gaminti šiuos mišinius taip, kad juose druskų būtų 20-40% (1:3–1:4). O dedant CaCl<sub>2</sub> – 1:5-1:8.

**11 lentelė.** Techninių druskų cheminė sandara.

Techninė balta druska		Techninė raudona druska	
Sudėtis	%	Sudėtis	%
<b>NaCl</b>	<b>~98</b>	<b>NaCl</b>	<b>~94</b>
Ca jonai	~0.2	Ca jonai	~0,4
Mg jonai	~0.1	Mg jonai	~0,2
SO <sub>4</sub> jonai	~0.4	SO <sub>4</sub> jonai	~0,6
K jonai	~0.4	K jonai	~2
Netirpios m.	~1	Netirpios m.	~2
Vandens dalis	~0.7	-	-
Dalelių(<16 mm ir >5 mm)(apie):	~1-5	-	-

**12 lentelė.** Skirtingais sezonais panaudotų druskų ir sdm. kiekiai („Vilniaus regiono keliai“).

Sezonas	Druskų kiek. t.	Sdm.	Suma	1km/t.(sdm.+dr.)	1km/t.(dr.)
2000-2001 m.	2669	12523	15192	12,5	2,1
2001-2002 m.	5435	13932	19367	15,9	4,5
2002-2003 m.	5611	12642	18253	15	4,6
2003-2004 m.	5977	17722	23699	19,5	4,9
2004-2005 m.	5364	21719	27083	22,3	4,4
Vidutiniškai	5011,2	15707,6	20718,8	17,4	<b>4.1</b>
Bendras kelių ilgis	1215,16 km				

**13 lentelė.** „Alytaus regiono kelių“ per sezoną sunaudotų druskų kiekiai barstant magistralinius, krašto kelius, taip pat ir rajoninius prilygintus krašto keliams. Prižiūrint Varėnos, Lazdijų, Simno, Veisiejų miestų gatves.

Laikotarpis	Druskos kiekis t	Bendras druskos kiekis tonomis	Kelių ilgis km	Druskos kiekis t/km
2004 11	839	4442	621	<b>7,1</b>
2004 12	1167			
2005 01	569			
2005 02	1102			
2005 03	765			

**14 lentelė.** „Alytaus regiono kelių“ per sezoną sunaudotų druskų kiekiai barstant pavojingus eismo saugumui rajoninių kelių ruožus.

Laikotarpis	Druskos kiekis t	Bendras druskos kiekis tonomis	Kelių ilgis km	Druskos kiekis t/km
2004 11	76,4	403,8	58,6	7
2004 12	98,6			
2005 01	68			
2005 02	98,6			
2005 03	62			

Kaip matyti iš 17 lentelės, pagrindinis techninių druskų junginys (sudedamoji dalis) yra NaCl. Jis, didindamas dirvožemio pH, gali veikti šiais būdais:

Pirmasis – patekęs su vandeniu į dirvą jis disocijuojasi (arba jau būna suskiles į Na ir Cl jonus).  $Na^+$  perteklius neigimai veikia augalų augimą. Kuo lėčiau auga augalai, tuo jie (jų šaknys) mažiau išskiria rūgščių, kurios ardo maisto medžiagas (taipogi ir rūgština dirvą). Šio jono poveikį galima neutralizuoti kalkinant dirvožemį. Gipsas pagerina dirvožemio būklę ( $Na_2CO_3 + CaSO_4 = Ca^{2+} + Na_2SO_4$ ). Bet šis būdas yra mažiau tikėtinas negu antrasis, nes aš nepastebėjau (vizualiai) jokių kokybinių ar kiekybinių žolinės augalijos pakitimų.

Antrasis būdas susijęs su dolomitu (jo skalda naudojama kelių dangai tiesti, be to, dolomito natūraliai yra ir žemėse (žvyre) kurios naudojamos kelio sankasai formuoti). Druska gali pagreitinti šio mineralo išsiplovimą į šalia kelio esantį dirvožemį (ir kelti jo pH). Tiksliau atsakysiu ar šis būdas tikėtinas, sekančiame skyriuje.

Druska gali mažinti dirvožemio pH tirpindama humuso kompleksus dirvožemyje ir atpalaiduodama  $H^+$ . Bet, matyt, tokį poveikį užgožia kiti, dirvožemio pH didinantys, faktoriai.

Taigi, aš manau, kad antrasis būdas yra labai tikėtinas įtakojant kelių su asfaltbetonio danga dirvožemio prie sankasos (0,25-5 m (10)) pH padidėjimą, lyginant su toliau esančiom tyrimo vietom (veikia dirvožemio pH padidėjimą tirpindamas karbonatines uolienas esančias žemės sankasoje).

## 5.4 Dolomito poveikis

Dolomitas – nuosėdinės, rečiau hidroterminės kilmės karbonatinė uoliena, sudaryta iš dolomito mineralo 0,005–1 mm dydžio kristalų ( $CaMg(CO_3)_2$ ), su nedidele (iki 25 %) kitų mineralų, tokių kaip kalcito, rečiau gipso, molio mineralų ir geležies oksidų priemaišų. Dolomito klotų Lietuvoje aptinkama daugelio geologinių sistemų nuogulose. Tačiau praktinę svarbą turi tik

šiaurinėje Lietuvos dalyje, negiliai žemės paviršiaus slūgsantis viršutinio devono Pliavinių, Įstro, Stipinių, Kruojos ir Žagarės svitų dolomitas. Visas išgaunamas dolomitas paverčiamas skalda.

Dolomito skalda ir skaldelė naudojama kelio dangos tiesime ir apdorojime. Automobilių kelių važiuojamosios dalies konstrukcija, sudaryta iš vieno ar kelių įvairaus stiprio medžiagos sluoksnių ir paklota ant žemės sankasos, vadinama danga. Ji dažniausiai būna nelaidi vandeniui.

Kelio danga susideda iš tokių sluoksnių:

1. **Paviršinė danga.** Ji dažniausiai daroma dviejų sluoksnių (*viršutinio sluoksnio asfaltbetonio sudėtis: organinė rišančioji medžiaga – bitumas, ir mineralinės medžiagos (dažniausiai granito skaldelė (naudojamas ten kur yra stipri kelio apkrova); apatinio sluoksnio sudėtis: bitumas ir žvyras, smėlis, dolomitas*). Jos viršutinis sluoksnis turi užtikrinti reikalingas dangos naudojimo savybes. Ant šio sluoksnio gali būti klojamas dėvėjimosi sluoksnis, kuris ilgai nudyta ir jį vėl reikia atnaujinti.

2. **Pagrindas.** Jis turi atlaikyti eismo ir paviršinės dangos sluoksnio apkrovą ir ją paskleisti į žemės sankasą, todėl jis turi būti vientisas ir atsparus šlyčiai. Pagrindas, kaip ir danga, dažniausiai daromas dviejų sluoksnių: *viršutinis pagrindo sluoksnis daromas iš asfaltbetonio mišinio. Tam naudojami karšti mineralinių medžiagų mišiniai su klampiai naftos bitumais (kaip rišančioji medžiaga) ir perdirbtos mineralinės medžiagos (neskaldytos – žvyras, gamtinis smėlis; skaldytos – žvyro bei dolomito skaldelė, skalda, atsijos); apatinis pagrindo sluoksnis supilamas iš mažai atsparių ir birių mineralinių medžiagų (dolomito ir žvyro skaldos, statybinių atliekų), nes į jį perduodama apkrova yra nežymi.*

Taip pat dolomito yra žemėje (žvyre) naudojamoje kelio sankasai formuoti.

**Žvyras** – biri nuosėdinė klastinė uoliena. Jis yra susidaręs iš labai įvairaus skersmens grūdelių ir nuotrupų. Vyrauja smėlio (0,02–2 mm), žvirgždo (2–20 mm) ir gargždo (10–100 mm) dalelės. Dažnai būna didelių riedulių ir aleurito, taip pat molio dalelių priemaišų. Lietuvoje randamas žvyras yra susidaręs iš kristalinių uolienu (daugiausiai granito, gneiso, karbonatų (mineralų) ir karbonatinių uolienu (klinties, dolomito, smiltainio nuotrupų, kvarco, feldšpato grūdelių)). Stambios nuolaužos žvyre, tai nugludintos karbonatinės uolienos (50–70 %), žvirgždas ir gargždas bei kristalinių ar kt. nuosėdinės kilmės uolienu nuolaužos (30–50 %).

**Smėlyje** nėra dolomito, bet yra karbonatų (10–30 %, kvarco – 50-80%, lauko špatų – 5-10% ir nedidelės kitų mineralų ar uolienu nuotrupų priemaišos). Karbonatai, kaip ir dolomitas, gali išsiplauti iš sankasos į šalia kelio esančius dirvožemius.

*Taigi, remiantis šiame skyriuje išdėstyta informacija, galima teigti, kad dolomito skaldos ir skaldelės neveikia techninės druskos mišinys, nes apatiniam paviršinės dangos sluoksniui*



naudojama skaldelė yra sumaišoma su bitumu ir gaunamas nelaidus vandeniui sluoksnis (taip pat šį sluoksnį nuo vandens apsaugo ir paviršinis viršutinės dangos sluoksnis).

Pagrindo viršutiniame sluoksnyje taip pat daroma asfaltbetonio danga (skaldai surišti naudojamas bitumas, mineraliniai rišikliai). Ši danga yra nepralaidi vandeniui. Apatiniame sluoksnyje klojama danga iš įvairios skaldos. Tačiau šis sluoksnis yra apsaugotas nuo vandens ir techninių druskų poveikio viršutinių nepralaidžių dangos ir pagrindo sluoksnių.

Žemėje, naudojamoje sankasai supilti, esantys mineralai (dolomitas) ir uolienos (karbonatinės), veikiamos vandens (ir tuo labiau jame ištirpusių druskų), gali išsiplauti į gilesnius dirvožemio sluoksnius. Techninės druskos panaudojimas yra irgi labai svarbus veiksnys lemiantis dirvožemio pH padidėjimą šalia kelių. Kad ši hipotezė yra labai tikėtina, parodo dirvožemio pH tyrimo rezultatai, gauti ištyrus mėginius ėminių, paimtų prie kelio su žvyro danga, kur žiemos sezono metu nebarstoma techninė druska. Gauti rezultatai parodo, kad prie šio kelio esančių dirvožemių pH padidėjimo, lyginat su toliau esančiais dirvožemiais, nepastebėta.

Pastaba.

Šiam skyriuje pasinaudojau literatūros šaltiniu (Meilus T. Žvirgždo ir dolomito skaldos panaudojimo asfaltbetonio dangoms analizė ir rekomendacijos. Magistro darbas. VGTU, 2004. 112p.) esančiu 32 sąrašo vietoje.

## 6. REZULTATŲ APTARIMAS

Iš tyrimų rezultatų matyti, kad tiek paviršiniame (A horizonte), tiek gilesniame (0,8-1,0 m) sluoksniuose dirvožemis yra šarminesnis prie autotransporto kelių, lyginant su mėginiais paimtais didesniais atstumais. Reikia pastebėti, kad mėginių, paimtų iš paviršinio dirvožemio sluoksnio prie visų trijų kelių (su asfaltbetonio danga), rezultatai yra labai panašūs (panašus pH kitimas pagal polinomine kreivę). Dirvožemio, esančio gilesniame horizonte, pH kitimas yra panašus prie vidutinės ir stiprios apkrovos autotransportu kelių.

Kad šie rezultatai nėra atsitiktiniai matyti ir iš Geografijos instituto atlikto landšaftų atsparumo rūgštinimui tyrimo (šalia stacionarių taršo šaltinių sukeliama dirvožemio rūgštėjimo, buvo tirta ir dirvožemis šalia magistralinio kelio Vilnius-Kaunas). Šis literatūros šaltinis yra 29-as literatūros šaltinių sąrašas („Masiliūnas I., Eitmanavičienė N. Landšaftų atsparumas rūgštinimui. Geografijos metraštis 32 t., Geografijos institutas, Akademija 2., 1999, P. 105-116.“). Pacituosiu dalį tyrimo ataskaitos: „Dirvožemis taip pat yra pašarmėjęs ties automagistralėmis. Vilnius-

*Kaunas automagistralės pakelėse iki 10 m nuo kelio dirvožemio pH buvo 7,2, už 50 m – 5,8. Latvijoje pakelių velėninio glėjinio smėlio dirvožemiuose pH pakitęs nuo 6,8 (100m nuo automagistralės) iki 7,1 (7 m nuo jos). Dar geriau automagistralės šarminis poveikis išryškėja pereinamojo tipo pelkėse, kur 35 m nuo kelio pH buvo 4,2, o 7 m nuo kelio – 6,87. Padidėjęs pakelių šarmingumas siejamas su dolomitinės skaldos dulkių nusėdimu ant dirvožemio. Ši skalda naudojama kelių statyboje. Pakeles šarmina ir nuo kelių apšalimo naudojamas tirpinamasis mišinys, kurio sudėtyje yra druskos (NaCl).“*

Palyginus dirvožemio pH rezultatus mėginių, paimtų atskirais mėnesiais, pastebimas dirvožemio pH mažėjimas visoje tyrimo linijoje (nuo 0,25 iki 100 m (taip pat foniniuose mėginiuose)). Tai sieju su augalų biologine veikla.

Iš technogeninių faktorių, mano manymu, dirvožemio, esančio šalia autotransporto kelių, pH didina techninė druska (naudojama žiemos sezono metu), kuri pagreitina karbonatinių uolienuų išsiplovimą iš žemių, naudojamų kelio sankasai formuoti. Šią hipotezę patvirtina ir tyrimas atliktas prie kelio su grunto danga (ant jo nepilama techninė druska). Iš tyrimo rezultatų matyti, kad kitimo tendencijos kreivės nėra tendencingos, mano manymu, tikėtinų veiksnių įtakos dirvožemio pH atžvilgiu. Apie šių technogeninių faktorių tikėtiną įtaką dirvožemio pH rodo ir tai, kad prie kelių su asfaltbetonio danga (kur barstoma druska) pirmosios tyrimo vietos (0,25 m atstumu nuo sankasos) pH reikšmės yra didesnės už fonines reikšmes, ko nepasakysi apie mėginius, esančius prie kelio su grunto danga, kur rezultatai yra mažesni arba artimi foninių dirvožemio mėginių tyrimų rezultatams.

Iš tyrimo rezultatų matyti, kad kelių su asfaltbetonio danga, kur naudojamos techninės druskos, pakelės (0,25–5 m (10)) yra pašarmėjusios palyginus su toliau esančiais dirvožemiais. Todėl technogeniniai teršalai (ypač sunkieji metalai) tokiuose dirvožemio ruožuose (kur pH didesnis) yra tvirčiau surišami jo humatinių kompleksų, ko pasėkoje lėčiau patenka į augalus ir gilesnius dirvožemio sluoksnius (kartu yra tikimybė - ir į gruntinį vandenį). Tačiau toks teršalų susikaupimas humusingajame dirvožemio sluoksnyje yra pavojingas, nes parūgštėjęs dirvožemio pH (dėl kokių nors priežasčių) iki tokio lygio, kada dirvožemio kompleksai pradeda irti, iš jo išsiskiria ir teršalai.

Taigi, mano nagrinėjama tema yra tikrai aktuali. Ir tikiuosi, kad mano tyrimas prisidės prie aplinkosauginių problemų sprendimo radimo būdų.

## 7. DARBO IŠVADOS

- Ištyrus dirvožemio mėginių pH, paimtų prie kelių su asfaltbetonio dangą (juose žiemos sezono metu kelių priežiūros įmonės barsto techninę druską), nustatyta, kad tiek paviršiniame (humusingajame iki 20 cm), tiek gilesniame (0,8-1 m) sluoksniuose prie kelio sankasos (0,25–5 m (10) atstumu) yra gana ryškus dirvožemio pH padidėjimas lyginant su tyrimo vietomis, esančiomis toliau nuo kelio. *Skirtumai tarp foninių ir prie pat (0,25 m) kelio sankasos ištirtų dirvožemio mėginių tyrimo rezultatai:*

1. Paviršinis (iki 20 cm humusingasis) dirvožemio sluoksnis. Silpnos apkrovos autotransportu kelias - +0,12 (+0,26 (5 m)); vidutinės - +0,28; stiprios - +0,5.

2. Gilesnis (0,8-1 m) dirvožemio sluoksnis. Silpnos apkrovos autotransportu kelias - +0,36; vidutinės - +0,56; stiprios - +0,82.

- Lyginant dirvožemio pH kitimo rezultatus, gautus paėmus ir ištyrus mėginius prie kelių su skirtinga apkrova autotransportu, galima teigti, kad paviršiniame dirvožemio sluoksnyje pH kitimas yra labai panašus (vertinant pagal trečios eilės polinominę kreivę).

- 0,8-1 m gylio dirvožemio sluoksnyje, panašus pH kitimas pastebimas prie tų kelių, kuriuose yra stipri ir vidutinė apkrova autotransportu. O kelio su silpna apkrova dirvožemio pH kitimas yra tolygesnis, lyginant su jau minėtais keliais.

- Trečios eilės polinominių tendencijos kreivių, išvestų pagal dirvožemio pH tyrimo rezultatus, regresinės lygtys:

1. Silpnos apkrovos autotransportu rajoninis kelias Kaniūkai-Einorai-Nemunaitis:

- a) Paviršinis dirvožemio sluoksnis:  $y = 0,0021x^3 - 0,024x^2 + 0,0027x + 7,595$ .

- b) Gilesnis dirvožemio sluoksnis:  $y = 0,0041x^3 - 0,0395x^2 - 0,0725x + 8,129$ .

2. Vidutinės apkrovos autotransportu krašto kelias Alytus-Simnas-Kalvarija:

- a) Paviršinis dirvožemio sluoksnis:  $y = 0,0019x^3 - 0,0221x^2 - 0,0234x + 7,5893$ .

- b) Gilesnis dirvožemio sluoksnis:  $y = -0,0077x^3 + 0,1325x^2 - 0,6791x + 8,5623$ .

3. Stiprios apkrovos autotransportu magistralinis (A1) kelias Vilnius-Kaunas:

- a) Paviršinis dirvožemio sluoksnis:  $y = 0,0052x^3 - 0,0741x^2 + 0,2148x + 7,3903$ .

- b) Gilesnis dirvožemio sluoksnis:  $y = -0,0058x^3 + 0,105x^2 - 0,5944x + 8,266$ .

- Palyginus dirvožemio pH rezultatus mėginių, paimtų iš paviršinio dirvožemio sluoksnio atskirais mėnesiais, prie kelių su asfaltbetonio dangą pastebimas dirvožemio pH mažėjimas visoje tyrimo linijoje (nuo 0,25 iki 100 m (tas pats rezultatas pastebėtas ir palyginus foninių mėginių

tyrimus)). Nors ryškesnis dirvožemio pH kitimas pastebimas prie silpnos apkrovos autotransportu rajoninio kelio Kaniūkai-Einorai-Nemunaitis. Tokį kitimą sieju su augalų biologine veikla.

- Iš technogeninių faktorių, dirvožemio, esančio šalia autotransporto kelių, pH didina techninė druska (naudojama žiemos sezono metu), kuri pagreitina karbonatinių uolienu (tame tarpe ir dolomito mineralo) išsiplovimą iš žemių, naudojamų kelio sankasai formuoti. Šią hipotezę patvirtina ir tyrimas, atliktas prie kelio su grunto danga. Iš tyrimo rezultatų matyti (*ėmimo tašku, esančiu prie pat kelio sankasos (0,25 m atstumu), pH vertės yra žemesnės arba beveik nesiskiria (-0,06; -0,21; -0,3 (nurodytas skirtumas, o ne absoliučios reikšmės); pirmasis skaičius rodo rezultatus iš gilesnio dirvožemio sluoksnio, kiti du – iš paviršinio) nuo foninių reikšmių*), kad prie žvyrkelio, ant kurio nepilama techninės druskos, prie pat kelio sankasos, dirvožemio pH padidėjimo nėra lyginant su toliau nuo kelio esančiomis tyrimo vietomis.

Dirvožemio pH sumažėjimas prie žvyrkelio sankasos yra sietinas su didesniu sniego tirpsmo vandens poveikiu dirvožemiui.

## LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. Armali S., Girgždys A., Jasiulionis R. Atmosferos fizika. Vilnius, 1989. 220p.
2. Basalykas A. Lietuvos TSR fizinė geografija 2, Vilnius, 1965, 186 p.
3. Basalykas A. Lietuvos TSR kraštovaizdžiai, Vilnius, 1997. 204 p.
4. Dabušinskas A. Pagrindinių autotransporto emisiją į orą lemiančių veiksnių analizė ir paskaičiuotų metinių teršalų kiekių patikslinimas. Magistro baigiamasis darbas.VDU., 2004,73p.
5. Eggleston K. Emissions of atmospheric pollutants in Europe, 1980–1996. European Environment Agency. 2000. 115p.
6. Geografinės informacinės sistemos (GIS 9.0). Kompiuterinė programa.
7. <http://www.apini.lt/lt/Zurnalas/LT/19%20zurnalas/08-straipsnis2.pdf>
8. [http://www.lra.lt/lt.php/lietuvos\\_keliai/eismo\\_intensyvumas/542](http://www.lra.lt/lt.php/lietuvos_keliai/eismo_intensyvumas/542)
9. [http://www.lra.lt/lt.php/lietuvos\\_keliai/keliu\\_tinklas/536](http://www.lra.lt/lt.php/lietuvos_keliai/keliu_tinklas/536)
10. <http://www.lgt.lt/maps?qgeologija>
11. <http://www.lgt.lt/maps?geomorfologija>
12. <http://www.std.lt/web/main.php?parent=340>
13. <http://www.std.lt/web/main.php?parent=343>
14. <http://www.std.lt/web/main.php?parent=943>
15. <http://www.fizika.ktu.lt/melbpdf/Tiesioginiu%20ir%20netiesioginiu%20matavimu%20paklaidu%20ivertinimas.pdf>
16. Jankaitė A. Autotransporto įtakos dirvožemio užterštumui prie Via-Baltica automagistralės analizė ir įvertinimas. Magistro darbas. VGTU, 2003. 137p.
17. Juknys R. Trends of Lithuanian environment during transitional period // Aplinkos tyrimai, inžinerija ir vadyba, Nr. 1, p. 1995. 15–24.
18. Kadūnas V. Technogeninė geochemija. Vilnius, 1998. 150p.
19. Kadūnas V., Budavičius R. Lietuvos geocheminis atlasas. Vilnius, 1999. 150p.
20. Laurinavičius A., Kurapka V. Cheminių medžiagų naudojimas automobilių kelių priežiūrai žiemą. Vilnius., TK „Automobilių keliai“, 1999. 29p.
21. Lippa M., Špakauskas V. Lietuvos aplinkos oro užterštumo autotransporto priemonių išmetalais vertinimas. Aplinkos inžinerija. 10 tomas, Nr.3, 2002. p.121-125.
22. Lietuvos Respublikos aplinkos ministro įsakymas dėl teršiančių medžiagų išmetamų į atmosferą mašinų su vidaus degimo varikliais vertinimo metodikos patvirtinimo, 1998m. Liepos 13d. Nr. 125, Vilnius.

23. Lietuvos statistikos metraštis 2000 m. Statistikos rinkinys. Vilnius: Metodinis leidybinis centras. 2001, 515 p.
24. Lietuvos Respublikos susisiekimo ministro įsakymas dėl kelių priežiūros vadovo 2 dalies "automobilių kelių priežiūros darbų atlikimo technologija" DT-01 ir darbo, mechanizmų ir medžiagų sąnaudų kelių priežiūros darbams normatyvų rinkinio DMMS-KP 01 patvirtinimo: priimtas 2002 m. gegužės 9 d. Nr. 3-203., Vilnius.
25. LST ISO 10390. 2003. Dirvožemio kokybė. pH nustatymas. Vilnius, 5p.
26. Mickūnaitis V. Autotransportas ir atmosferos apsauga. Vilnius, 1987. 34p.
27. Mažvila J., Adomaitis T., Eitmintavičius L. Dirvožemio savybių bei jų užterštumo toksinėmis medžiagomis stebėjimas ir įvertinimas pagrindiniuose dirvožemių tipuose. Aplinkos monitoringas 1993-1995. Vilnius, p.7.
28. Motuzas A. Dirvotyra. Kaunas, 1997. 260p.
29. Masiliūnas I., Eitmanavičienė N. Landšaftų atsparumas rūgštinimui. Geografijos metraštis 32 t., Geografijos institutas, Akademija 2., 1999, P. 105-116.
30. Mincevič I. Autotransporto išmetamųjų dujų poveikio Vievio oro kokybei įvertinimas ir modeliavimas. Magistro darbas. VGTU, 2003. 121p.
31. Макаров В. Геохимическая оценка технологических загрязнений урбанизированной территорий. Использование геохимических методов при изучении окружающей среды. 1984., 32-35.
32. Meilus T. Žvirgždo ir dolomito skaldų panaudojimo asfaltbetonio dangoms analizė ir rekomendacijos. Magistro darbas. VGTU, 2004. 112p.
33. Sakalauskas K. Keliais ir aplinka. Analitinė apžvalga. Vilnius., Technika, 1992. 72 p.
34. Skerys K. Kelio istorija (11): kelių tiesimo technologija // Lietuvos keliai. ISSN 1392-8678. Vilnius. 2003, nr. 2, p.
35. STR 34-01. Automobilių kelių pagrindai. Vilnius., Lietuvos kelių direkcija, 2001.
36. STR R 35-01. Automobilių kelių asfaltbetonio ir žvyro dangos. Vilnius., Lietuvos automobilių kelių direkcija, 2001.
37. Transporto ir kelių tyrimo instituto magistralinių kelių aplinkos oro kokybės tyrimų ataskaitos. Kaunas, 2001. 42p.
38. Transporto ir kelių tyrimo instituto magistralinių kelių dirvožemio kokybės tyrimų ataskaitos. Kaunas, 2004. 36p.
39. Vyriausioji geodezijos ir kartografijos valdyba prie TSRS Ministrų Tarybos. Lietuvos TSR atlasas. Maskva, 1981. 215p.
40. Вериня Д., Карелина Л., Цекулия В. Нагрузка выбросов автотранспорта и загрязнение почв придорожной зоны металлами. Загрязнение природной среды выбросами автотранспорта., 1980., 21-24.

## **“Automobile road infrastructure's impact on soil's pH in surrounding territories”**

Remigijus Alavočius

### **SUMMARY**

My master project is devoted to influence of soil pH in the surrounding territories to road traffic transport. There are no comparable researching in Lithuania. I would like to introduce the main results of my project:

1. pH of soil increase are beholded in the soil of surface and in the deep of soil near the roads with blacktop. The soil pH is not behold near the unsurfaced road.
2. The soil of surface specimen's results are taken from the previous month near the roads with blacktop. These results are less than during next month.
3. The soil pH increase near the roads with blacktop is related with technical soil using. Technical soil can be quickening by melting of carbonaceous rock in the priming of subgrade.

## PRIEDAI

### Dirvožemio, paimto prie kelių su asfaltbetonio danga iš paviršinio sluoksnio, pH tyrimo rezultatai

**15 lentelė.** Dirvožemio pH tyrimo rezultatai mėginių, paimtų 2005 04 iš paviršinio (iki 20 cm) dirvožemio sluoksnio, prie skirtingos apkrovos autotr.kelių (kelių, su asfaltbetonio danga).

Dirvožemio mėginių tyrimo rezultatai (2005 04) – pavirš. dirv. sluoksnis			
Atstumai, metrais.	pH (silpnos apkrovos autotr.kelio)	pH (vidutinės apkrovos autotr.kelio)	pH (stiprios apkrovos autotr.kelio)
0.25	7.16	7.35	7.34
5	7.74	7.5	7.27
10	7.78	7.06	7.11
15	7.52	7.32	7.7
20	7.61	6.63	7.32
40	7.3	7.28	6.95
60	7.79	6.58	6.84
80	7.41	7.01	7.21
100	7.3	7.15	7.2
200(F)	7.14	7.35	7.3

**16 lentelė.** Dirvožemio pH tyrimo rezultatai mėginių, paimtų 2005 05 iš paviršinio (iki 20 cm) dirvožemio sluoksnio, prie skirtingos apkrovos autotr. kelių (kelių, su asfaltbetonio danga).

Dirvožemio mėginių tyrimo rezultatai (2005 05) – pavirš. dirv. sluoksnis			
Atstumai, metrais.	pH (silpnos apkrovos autotr.kelio)	pH (vidutinės apkrovos autotr.kelio)	pH (stiprios apkrovos autotr.kelio)
0.25	7.87	7.82	7.82
5	7.8	7.67	7.38
10	7.5	7.52	7.88
15	7.5	6.96	7.72
20	7.73	6.88	7.48
40	7.87	7.36	7.29
60	7.85	6.52	6.52
80	7.83	6.76	7.44
100	7.83	7.18	7.3
200(F)	6.86	6.92	7.25



**17 lentelė.** Dirvožemio pH tyrimo rezultatai mėginių, paimtų 2005 06 iš paviršinio (iki 20 cm) dirvožemio sluoksnio, prie skirtingos apkrovos autotr.kelių (kelių, su asfaltbetonio danga).

Dirvožemio mėginių tyrimo rezultatai (2005 06) – pavirš. dirv. sluoksnis			
Atstumai, metrais.	pH (silpnos apkr. autotr.kelio)	pH (vidutinės apkrovos autotr.kelio)	pH (stiprios apkrovos autotr.kelio)
0.25	7.95	7.82	8.09
5	7.85	7.54	7.89
10	7.61	7.38	7.88
15	7.4	7.47	7.78
20	7.3	7.18	7.74
40	7.13	7.76	7.06
60	7.3	7.07	6.79
80	7.33	7.05	7.33
100	7.14	7.04	7.4
200(F)	7.7	7.38	7.78

**18 lentelė.** Dirvožemio pH tyrimo rezultatai mėginių, paimtų 2005 07 iš paviršinio (iki 20 cm) dirvožemio sluoksnio, prie skirtingos apkrovos autotransportu kelių (kelių, su asfaltbetonio danga).

Dirvožemio mėginių tyrimo rezultatai (2005 07) – pavirš. dirv. sluoksnis			
Atstumai, metrais.	pH (silpnos apkrovos autotr.kelio)	pH (vidutinės apkrovos autotr.kelio)	pH (stiprios apkrovos autotr.kelio)
0.25	7.89	7.87	7.95
5	7.92	7.81	7.81
10	7.26	7.77	7.78
15	7.4	7.55	7.76
20	7.32	7.42	7.87
40	7.26	7.72	7.32
60	7.42	7.29	7.36
80	7.56	7.31	7.39
100	7.22	7.07	7.47
200(F)	7.7	7.21	7.7

**19 lentelė.** Dirvožemio pH tyrimo rezultatai mėginių, paimtų 2005 08 iš paviršinio (iki 20 cm) dirvožemio sluoksnio, prie skirtingos apkrovos autotransportu kelių (kelių, su asfaltbetonio danga).

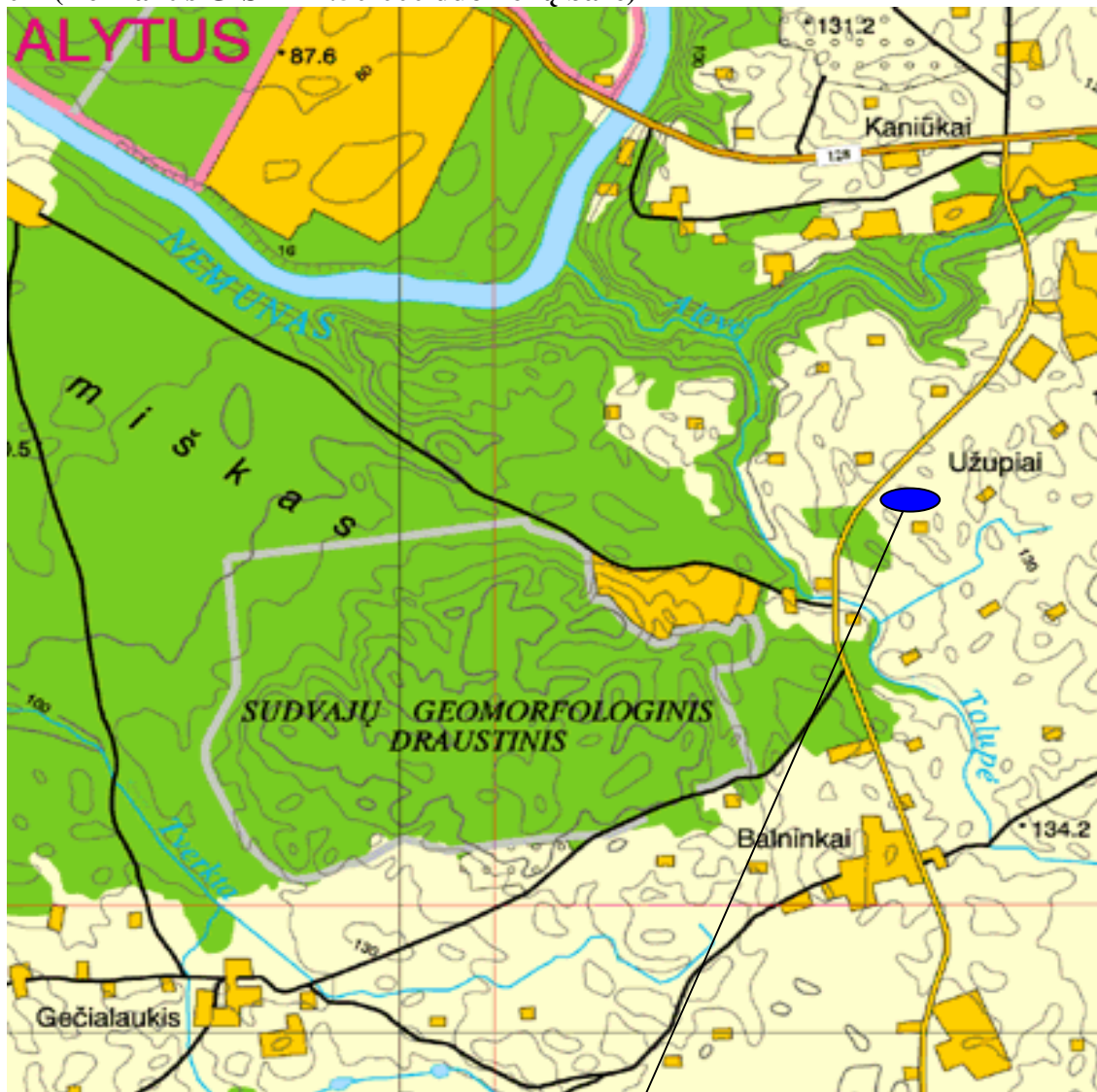
Dirvožemio mėginių tyrimo rezultatai (2005 08) – pavirš. dirv. sluoksnis			
Atstumai, metrais.	pH (silpnos apkrovos autotr.kelio)	pH (vidutinės apkrovos autotr.kelio)	pH (stiprios apkrovos autotr.kelio)
0.25	7.24	7.48	7.67
5	7.47	7.26	6.84
10	7.37	6.41	6.76
15	7.23	7.38	6.95
20	7.15	7.14	7.1
40	6.34	6.7	6.75
60	6.44	6.37	6.8
80	7.01	6.56	6.47
100	6.42	6.6	6.72
200(F)	7.42	6.95	7.03

**20 lentelė.** Dirvožemio pH tyrimo rezultatai mėginių, paimtų 2005 09 iš paviršinio (iki 20 cm) dirvožemio sluoksnio, prie skirtingos apkrovos autotransportu kelių (kelių, su asfaltbetonio dangą).

Dirvožemio mėginių tyrimo rezultatai (2005 09) – pavirš. dirv. sluoksnis			
Atstumai, metrais.	pH (silpnos apkrovos autotr.kelio)	pH (vidutinės apkrovos autotr.kelio)	pH (stiprios apkrovos autotr.kelio)
0.25	7.01	7.12	7
5	7.2	6.95	7.25
10	6.67	7.41	7.05
15	6.86	7.31	7.35
20	7.05	7.25	7.46
40	6.47	7.35	6.64
60	6.42	6.85	6.9
80	7.05	7.11	7.2
100	6.3	6.69	6.79
200(F)	7.57	6.64	7.07

## Grafinis kelio Kaniūkai-Einorai-Nemunaitis ėminių ėmimo vietų apibūdinimas

M 1:30 (Remiantis GIS M 1:50'000 duomenų baze)

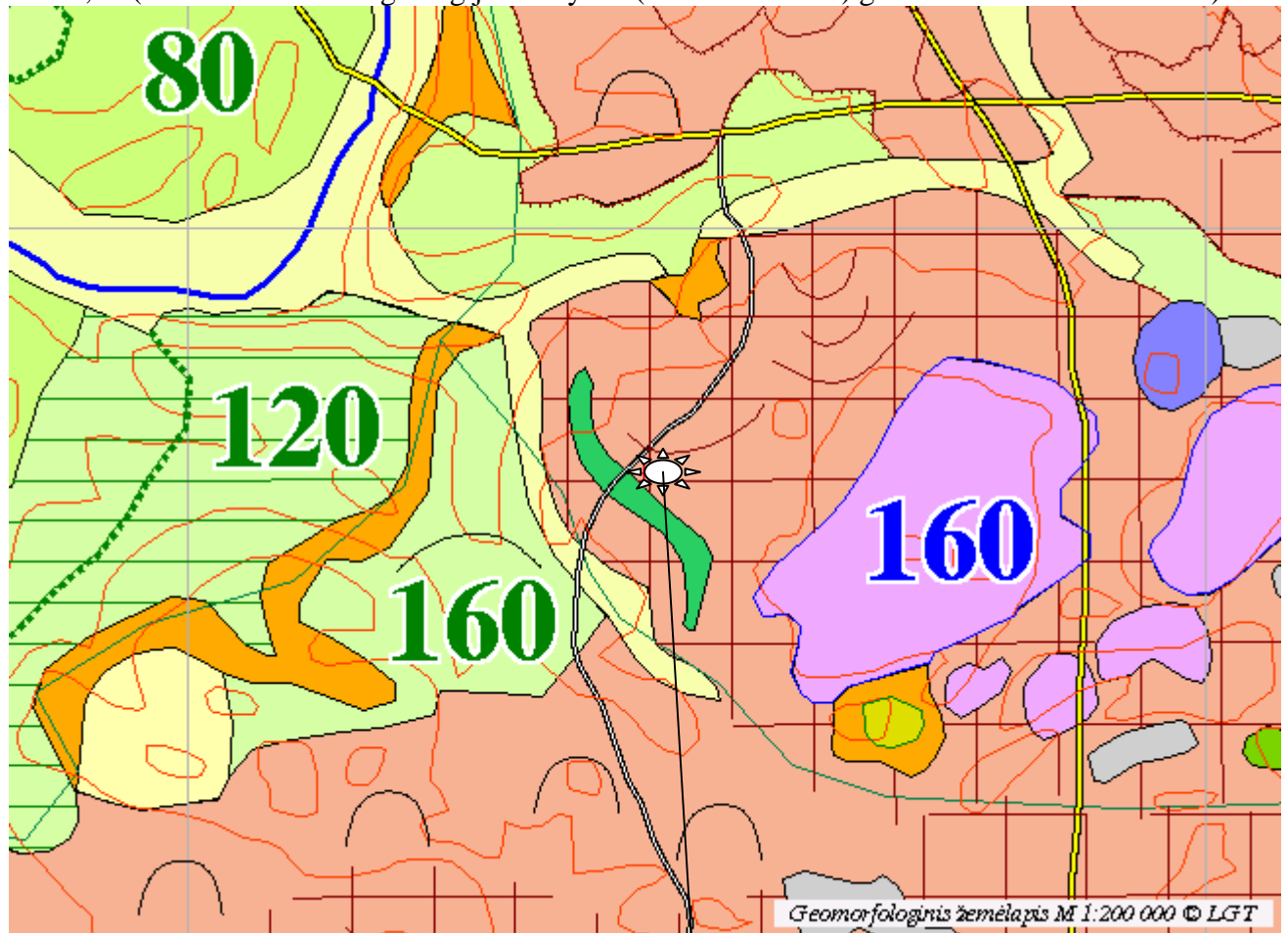


1

Apytikslė ėminių ėmimo vieta (apytikslės koordinatės pagal Lietuvos koordinacių sistemą (LKS-94)): 507147,99; 6023800,65–507246,58 ;6023682,34

**15 pav.** Ėminių ėmimo vieta prie silpnos apkrovos autotransportu rajoninio kelio Kaniūkai-Einorai-Nemunaitis (Nr. 1102).

M 1:0,36 (remiantis Lietuvos geologijos tarnybos (GIS duom. baz.) geomorf. žem. M 1:200 000)



1

Ėminių ėmimo vieta

*Žemėlapio apibūdinimas (pažymėtos vietos)*

**16 pav.** Ėminių ėmimo vieta prie silpnos apkrovos autotransportu rajoninio kelio Kaniūkai-Einorai-Nemunaitis (geomorfologinis žemėlapis).

Geomorfologiniai rajonai:

**Reljefo tipas:** aukštumos

**Reljefo amžius:** paskutinio apledėjimo moreninių aukštumų

**Srities pavadinimas:** Paskutinio apledėjimo moreninių aukštumų (D XVIII)

**Rajono pavadinimas:** Dzūkų aukštuma

**Parajonio pavadinimas:** Daugų aukštuma (D XVIII 3)

**Mikrorajono pavadinimas:** Alovės kalvota moreninė aukštumėlė

Reljefo genezė:

**Reljefo tipas:** limnoglacialinis

Reljefo morfometrija:

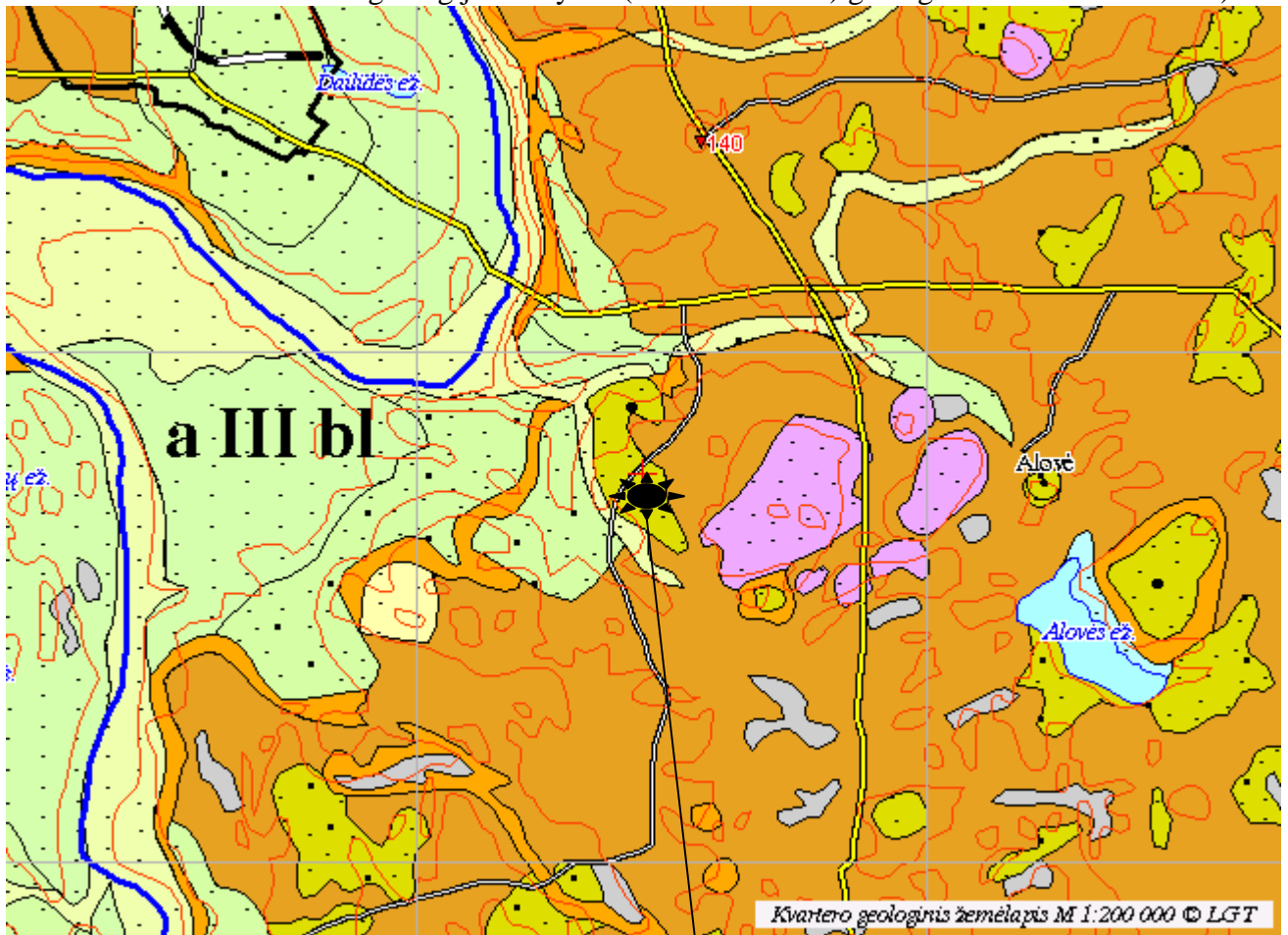
**Morfometrija:** smulkiai kalvotas reljefas

**Reljefo potipis:** vidinio ledo ir ledo pakraščio

**Santykinis formų aukštis:** iki 10 metrų

**Reljefo amžius:** Vėlyvojo Nemuno ledynmetis, Baltijos stadija

M 1:0.73 remiantis Lietuvos geologijos tarnybos (GIS duom. baz.) geologiniu žem. M 1:200 000)



**1** Ėminių ėmimo vieta

**17 pav.** Ėminių ėmimo vieta prie silpnos apkrovos autotransportu rajoninio kelio Kaniūkai Einorai-Nemunaitis (Kvartero geologinis žemėlapis).

**Žemėlapio apibūdinimas (17 paveikslo):**

**Indeksas:** ft III bl

**Amžius:** Nemunas (ledynas)

**Stadija:** Baltija

**Genezė:** kraštiniai fluvio-glacialiniai dariniai

**Litologija:** žvirgždingas smėlis

## Grafinis, kelio Alytus-Simnas-Kalvarija ėminių ėmimo vietų, apibūdinimas

M 1:30 (Remiantis GIS M 1:50'000 duomenų baze)

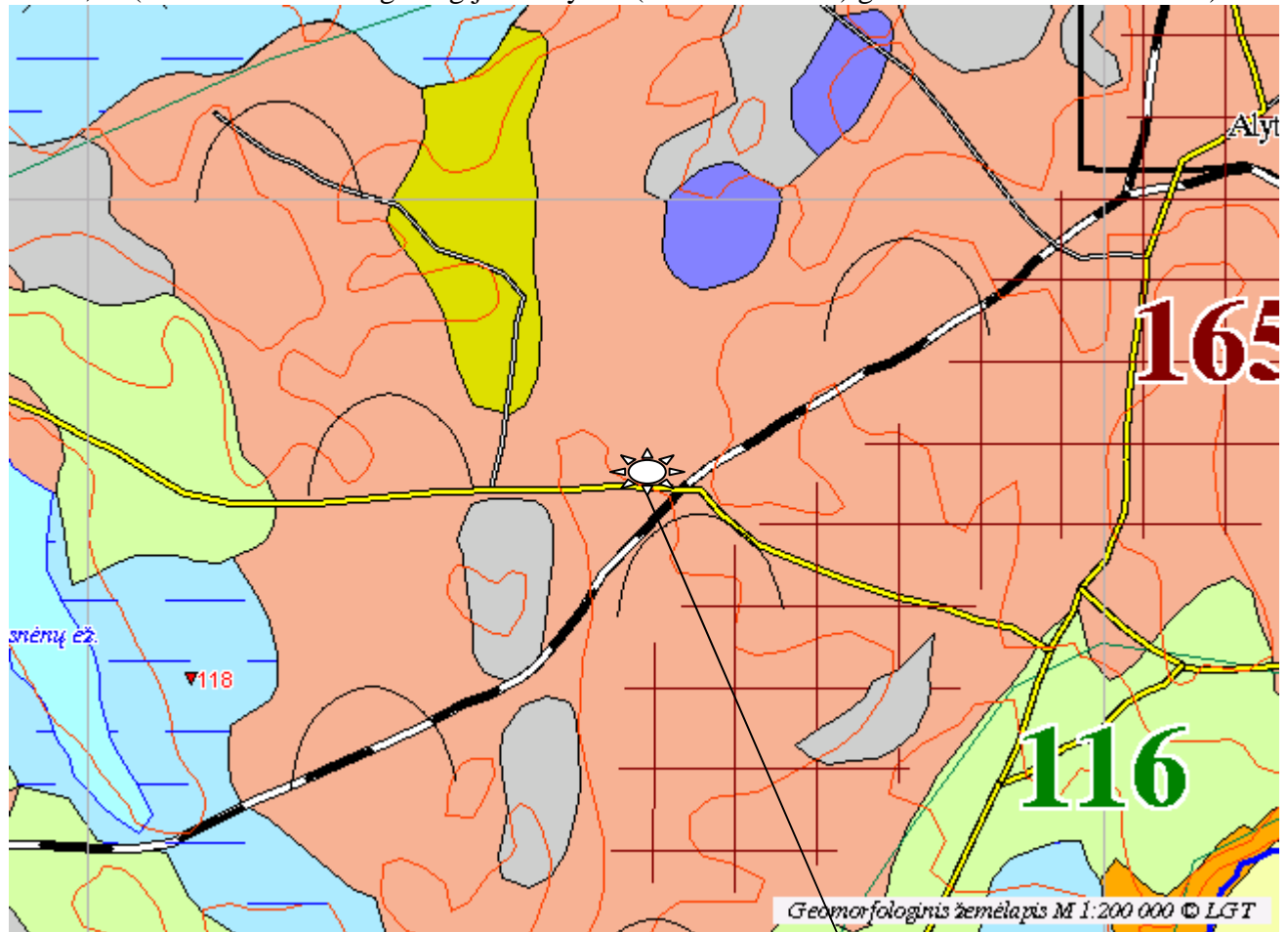


2

Apytikslė ėminių ėmimo vieta (apytikslės koordinatės pagal Lietuvos koordinacijų sistemą (LKS-94)): 497329,84; 6028545,76–497352,43; 6028666,21

**18 pav.** Ėminių ėmimo vieta prie vidutinės apkrovos autotransportu krašto kelio Alytus-Simnas-Kalvarija (Nr. 131).

M 1:0,36 (remiantis Lietuvos geologijos tarnybos (GIS duom. baz.) geomorf. žem. M 1:200 000)



2

Ėminių ėmimo vieta

**19 pav.** Ėminių ėmimo vieta prie vidutinės apkrovos autotransportu krašto kelio Alytus-Simnas-Kalvarija (geomorfologinis žemėlapis).

**Žemėlapio apibūdinimas (19 paveikslo (pažymėtos vietos)):**

Geomorfologiniai rajonai:

**Reljefo tipas:** aukštumos

**Reljefo amžius:** paskutiniojo apledėjimo

**Srities pavadinimas:** Paskutinio apledėjimo moreninių aukštumų

**Rajono pavadinimas:** Sūduvos aukštuma (D XIX)

**Parajonio pavadinimas:** Alytaus aukštuma (D XIX 3)

**Mikrorajono pavadinimas:** Luksnėnų kalvotas moreninis masyvas

Reljefo genezė:

**Reljefo tipas:** glacialinis

**Reljefo potipis:** ledyno pakraščio ruožo

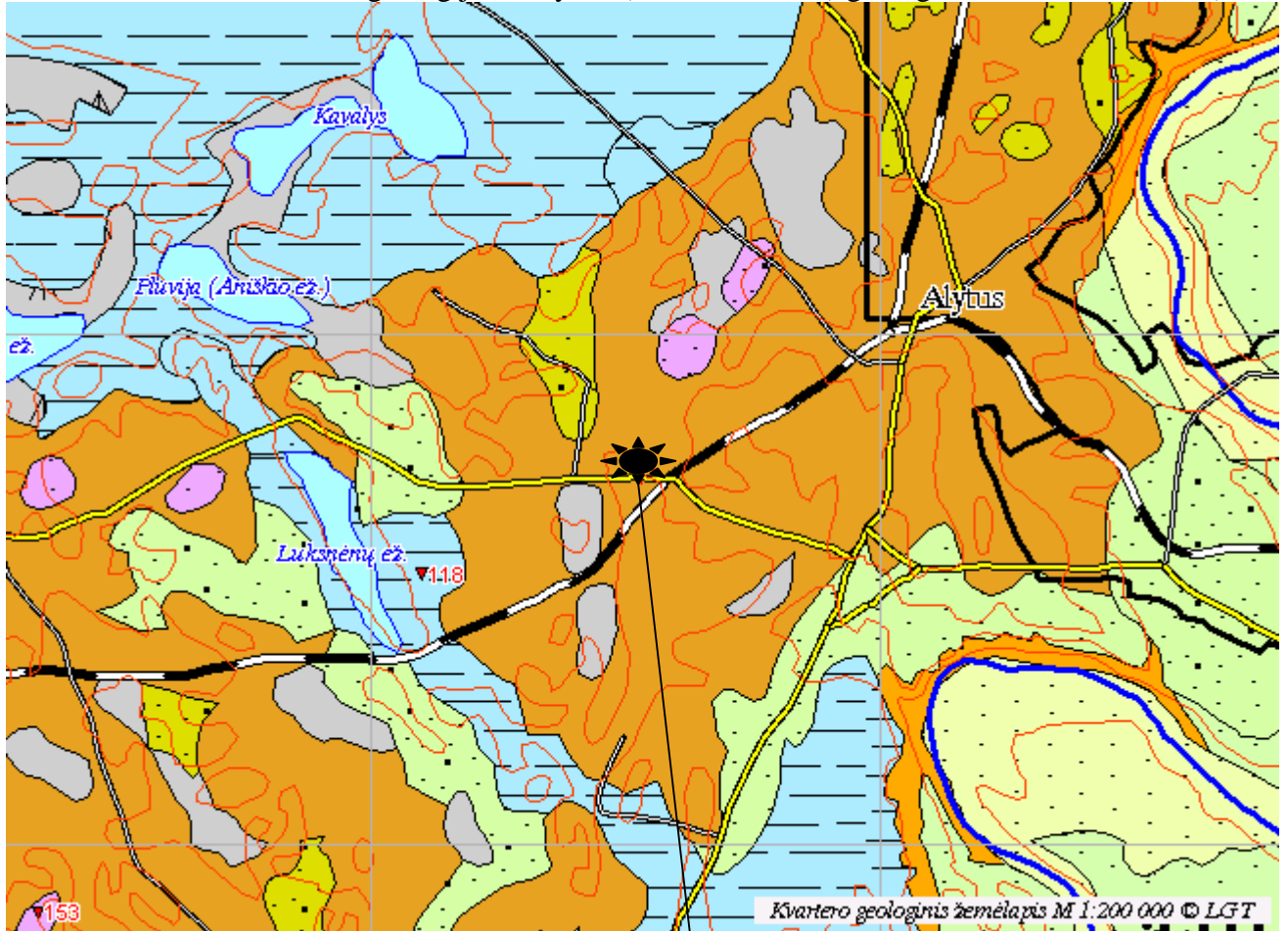
**Reljefo amžius:** vėlyvojo Nemuno ledynmetis, Baltijos stadija

Reljefo morfometrija:

**Morfometrija:** banguota lyguma

**Santykinis formų aukštis:** 2-3 metrai

M 1:0.73 remiantis Lietuvos geologijos tarnybos (GIS duom. baz.) geologinis žem. M 1:200 000)



2 Ėminių ėmimo vieta

**20 pav.** Ėminių ėmimo vieta prie vidutinės apkrovos autotransportu krašto kelio Alytus-Simnas-Kalvarija (Kvartero geologinis žemėlapis).

*Žemėlapio apibūdinimas (20 paveikslo):*

**Indeksas:** gt III bl

**Amžius:** Nemunas (ledynas)

**Stadija:** Baltija.

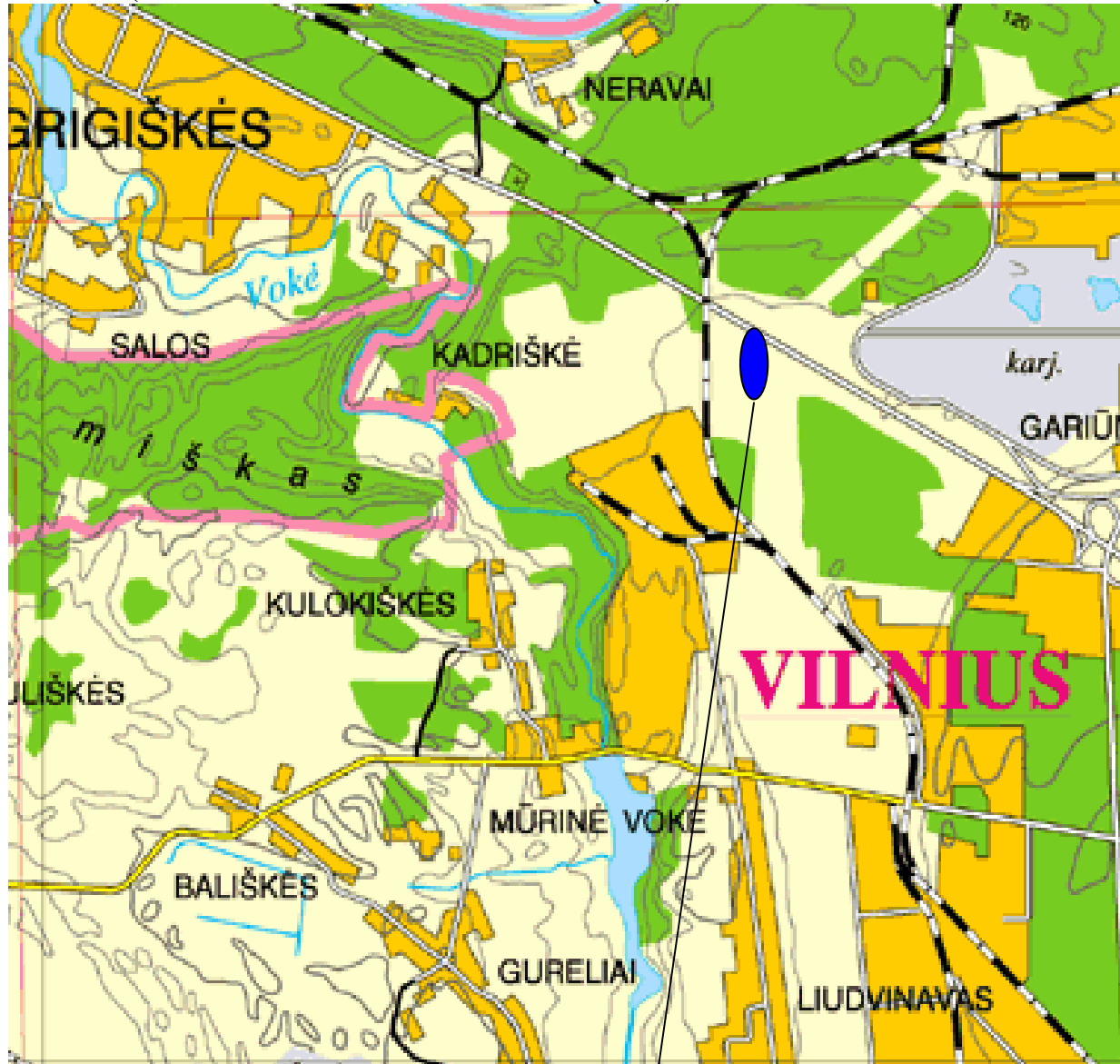
**Genezė:** kraštiniai glacialiniai dariniai

**Litologija:** moreninis priemolis, priesmėlis



## Grafinis, magistralinio Vilniaus-Kaunas Kelio ėminių ėmimo vietų, apibūdinimas

M 1:30 (Remiantis GIS M 1:50'000 duomenų baze)

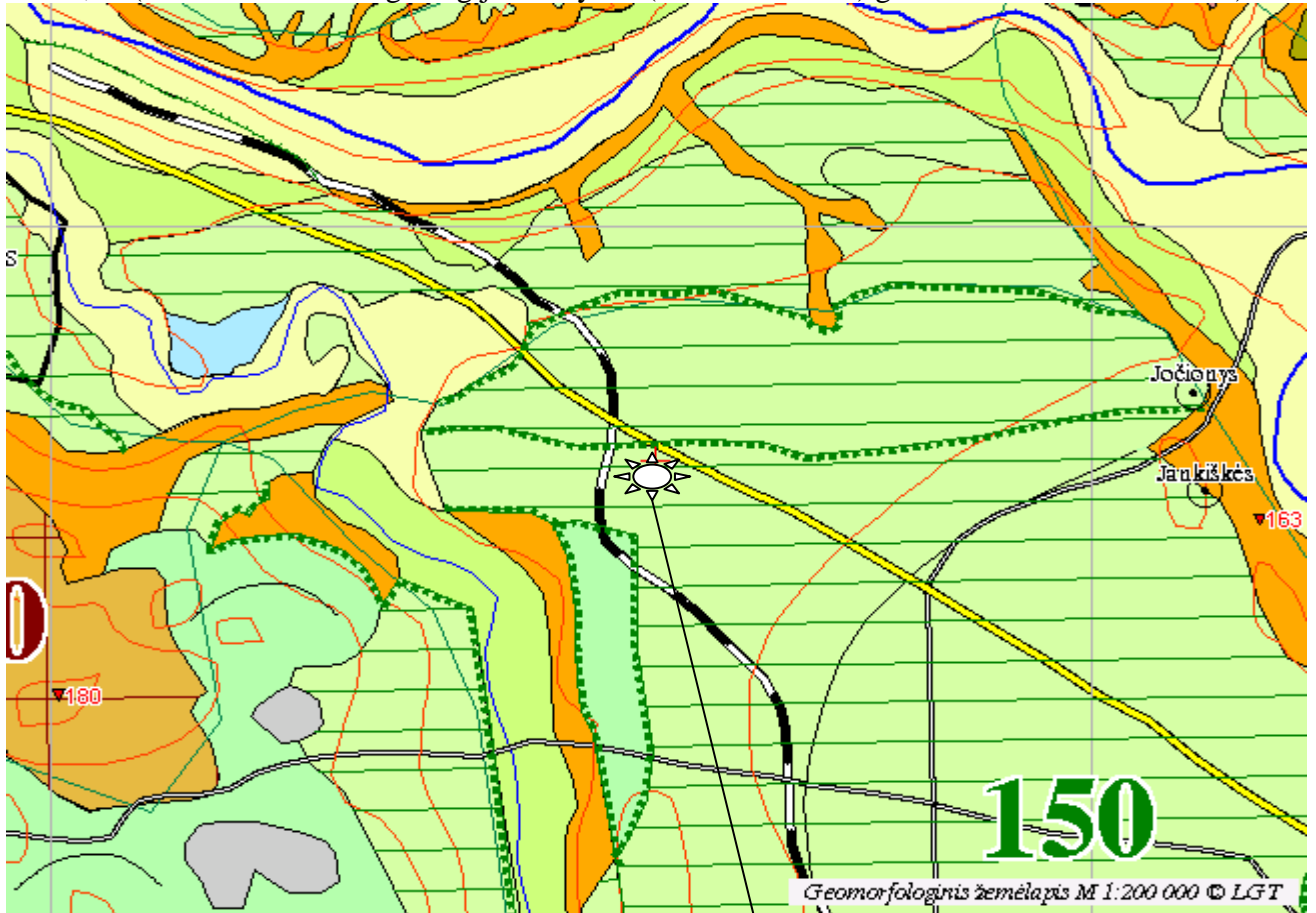


3

Apytikslė ėminių ėmimo vieta (apytikslės koordinatės pagal Lietuvos koordinacių sistemą (LKS-94)): 572818,44; 6059008,21–572724,22; 6058825,01).

**21 pav.** Ėminių ėmimo vieta prie stiprios apkrovos autotransportu magistralinio A1 kelio Vilnius – Kaunas.

M 1:0,36 (remiantis Lietuvos geologijos tarnybos (GIS duom. baz.) geomorf. žem. M 1:200 000)



3

Ėminių ėmimo vieta

22 pav. Ėminių ėmimo vieta prie stiprios apkrovos autotransportu magistralinio A1 kelio Vilnius – Kaunas (geomorfologinis žemėlapis).

*Žemėlapiu apibūdinimas (22 paveikslo (pažymėtos vietos)):*

Geomorfologiniai rajonai:

**Reljefo tipas:** *kloniai*

**Reljefo amžius:** holoceno ir vėlyvojo ledynmečio

**Srities pavadinimas:** Paskutinio apledėjimo fluvioglacialinių lygumų

**Rajono pavadinimas:** Pietryčių lyguma (E XXIII)

**Parajonio pavadinimas:** Vokės-Merkio lyguma (XXIII 1)

**Mikrorajono pavadinimas:** Vokės žemupio klonis

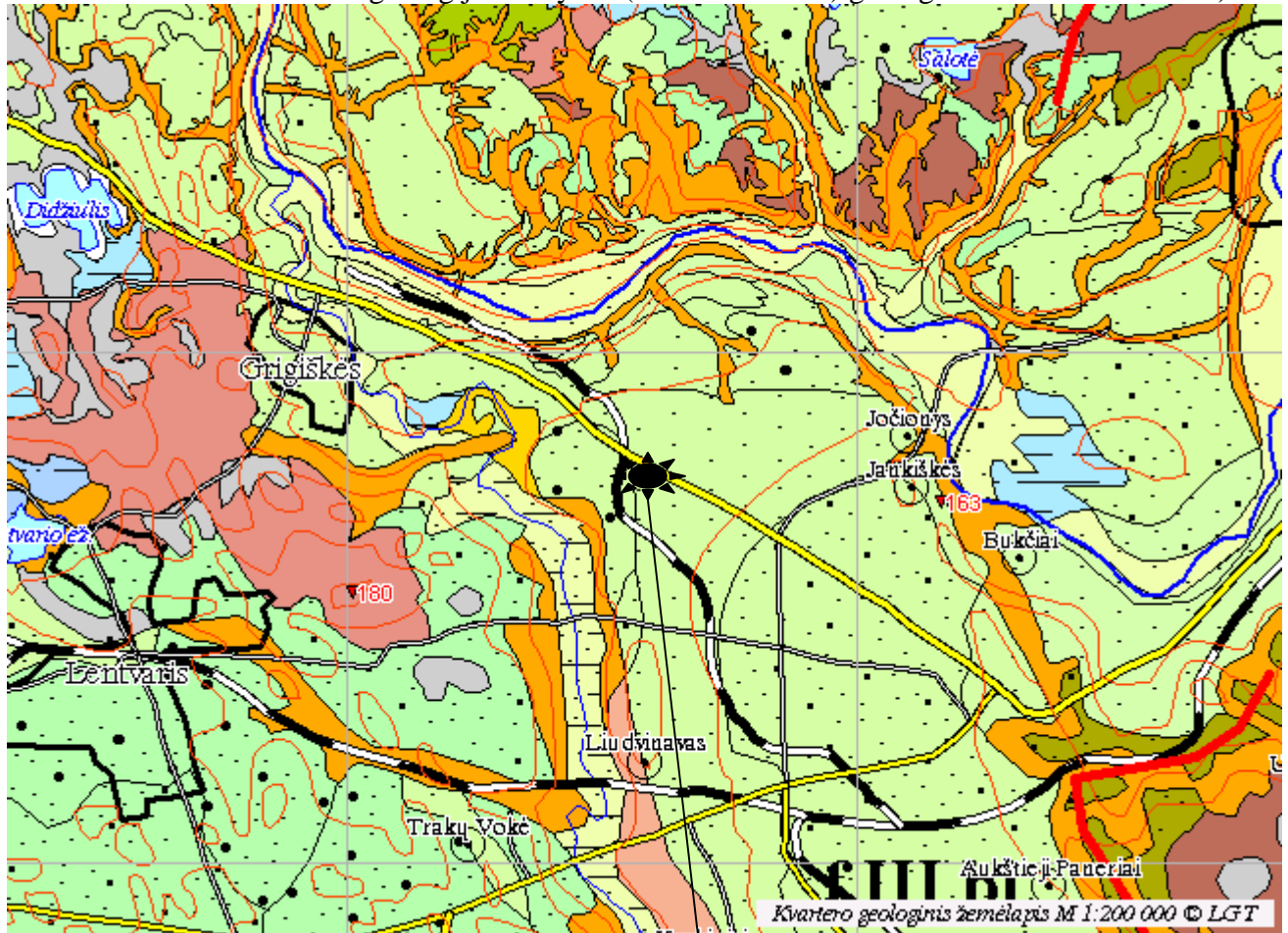
Reljefo genezė:

**Reljefo tipas:** *fluvioglacialinis*

**Reljefo potipis:** prieledyninis

**Reljefo amžius:** vėlyvojo Nemuno ledynmetis, Baltijos stadija

M 1:0.73 remiantis Lietuvos geologijos tarnybos (GIS duom. baz.) geologinis žem. M 1:200 000)



3

Ėminių ėmimo vieta

**23 pav.** Ėminių ėmimo vieta prie stiprios apkrovos autotransportu magistralinio A1 kelio Vilnius – Kaunas (Kvartero geologinis žemėlapis).

**Žemėlapio apibūdinimas (23 paveikslo):**

**Indeksas:** a III bl

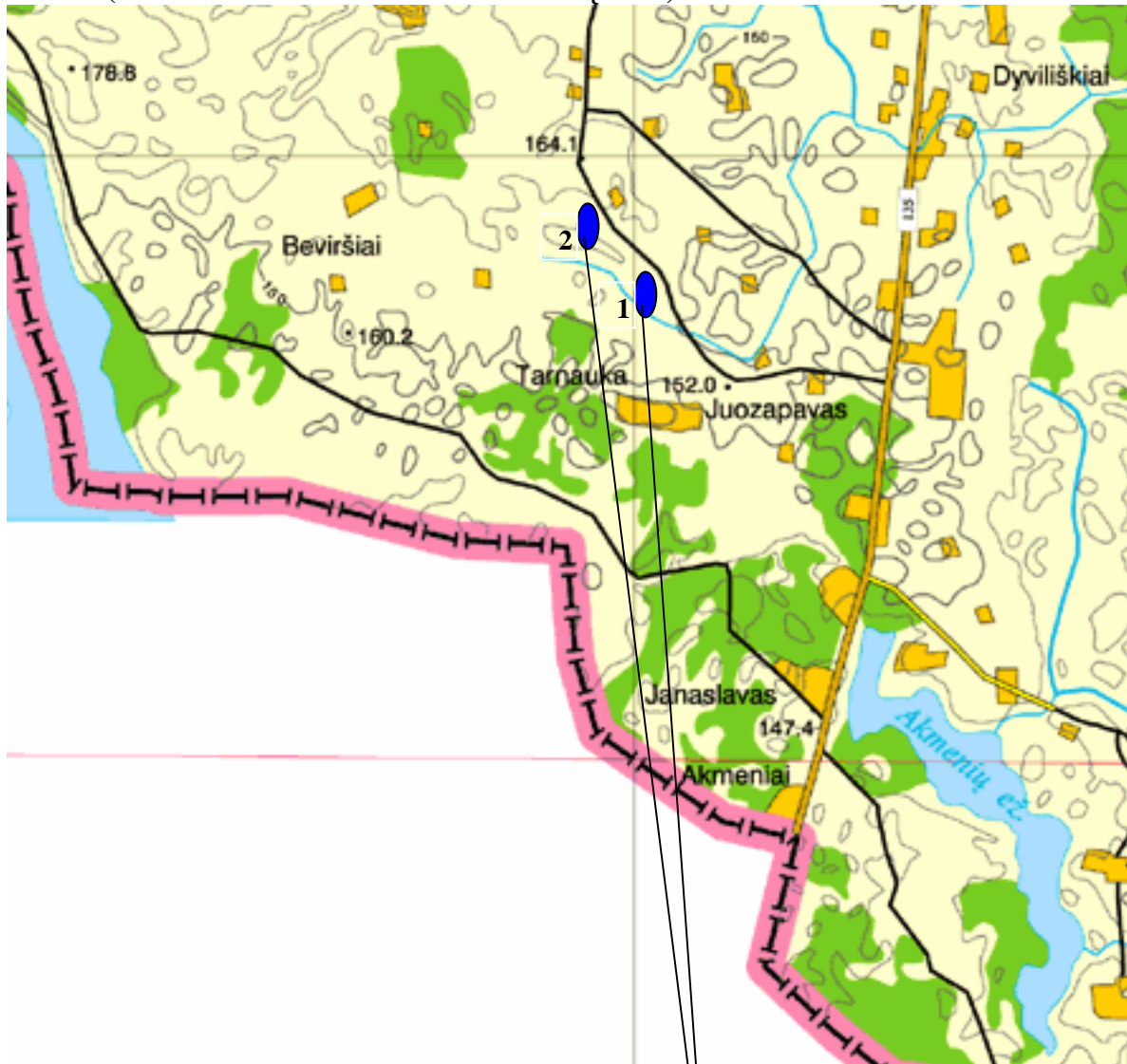
**Amžius:** Poledynmetis

**Genezė:** aliuvis

**Litologija:** smulkus smėlis

## Grafinis, kelio su grunto danga ėminių ėmimo vietų, apibūdinimas

M 1:30 (Remiantis GIS M 1:50'000 duomenų baze)

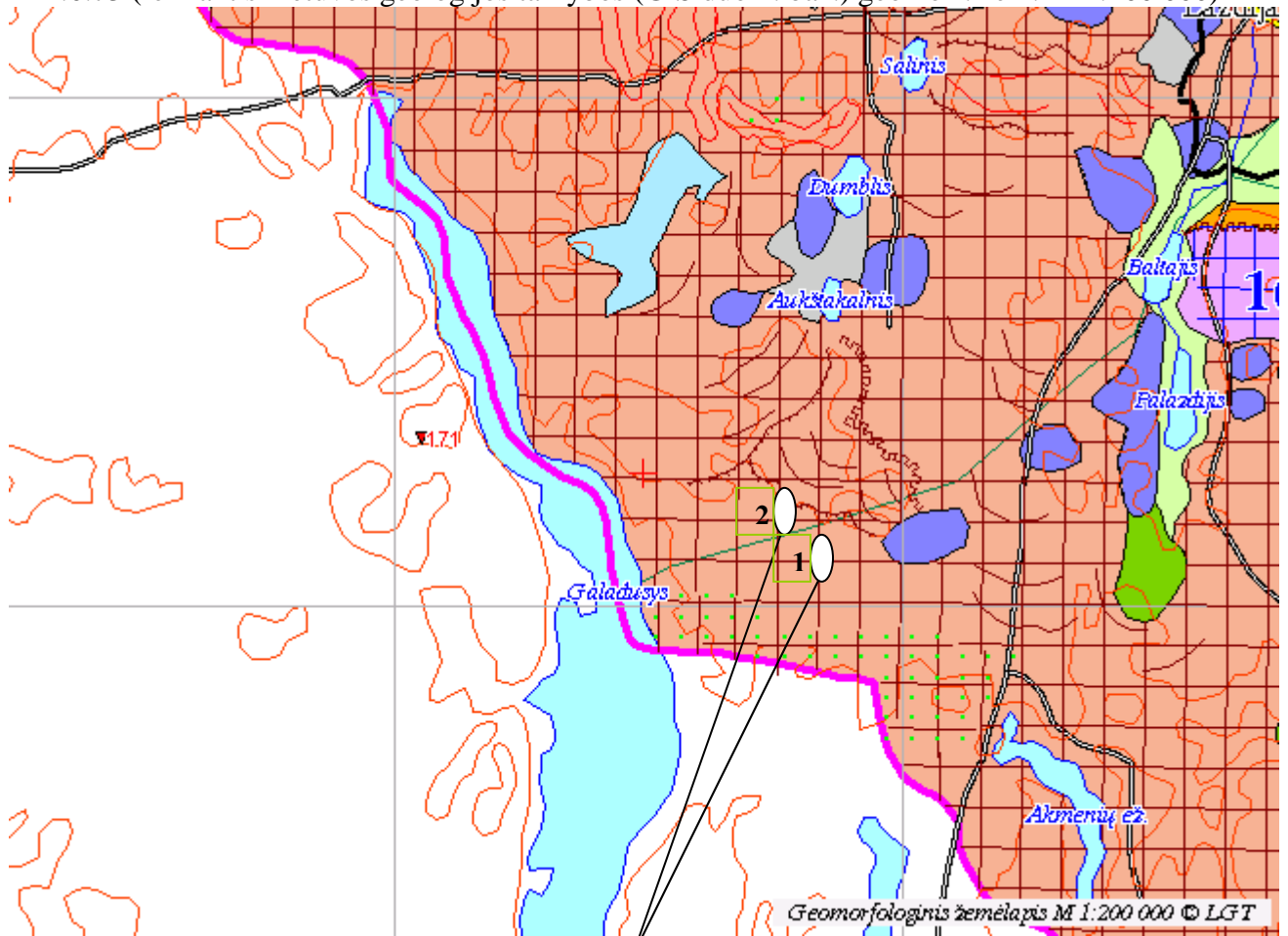


4

Apytikslė ėminių ėmimo vieta (apytikslės koordinatės pagal Lietuvos koordinacių sistemą (LKS-94)): (,1') 465118,91; 6005630,95-464932,18; 6005673,39., (,2') 464787,89; 6006004,41-464643,60; 6005970,46.

**24 pav.** Ėminių ėmimo vieta prie rajoninio kelio su žvyro danga (Lietuvos-Lenkijos pasienis (Lazdijų rajonas)).

M 1:0.73 (remiantis Lietuvos geologijos tarnybos (GIS duom. baz.) geomorf. žem. M 1:200 000)



**4** Ėminių ėmimo vietos

**25 pav.** Ėminių ėmimo vieta prie rajoninio kelio su žvyro danga (Lietuvos-Lenkijos pasienis (Lazdijų rajonas)). Geomorfologinis žemėlapis.

Geomorfologiniai rajonai:

**Reljefo tipas:** aukštumos

**Reljefo amžius:** paskutinio apledėjimo

**Srities pavadinimas:** Paskutinio apledėjimo moreninių aukštumų (D XIX)

**Rajono pavadinimas:** Sūduvos aukštuma

**Parajonio pavadinimas:** Alytaus aukštuma (D XIX 3)

**Mikrorajono pavadinimas:** Rudaminos kalvotas moreninis masyvas

Reljefo genezė:

**Reljefo tipas:** glacialinis

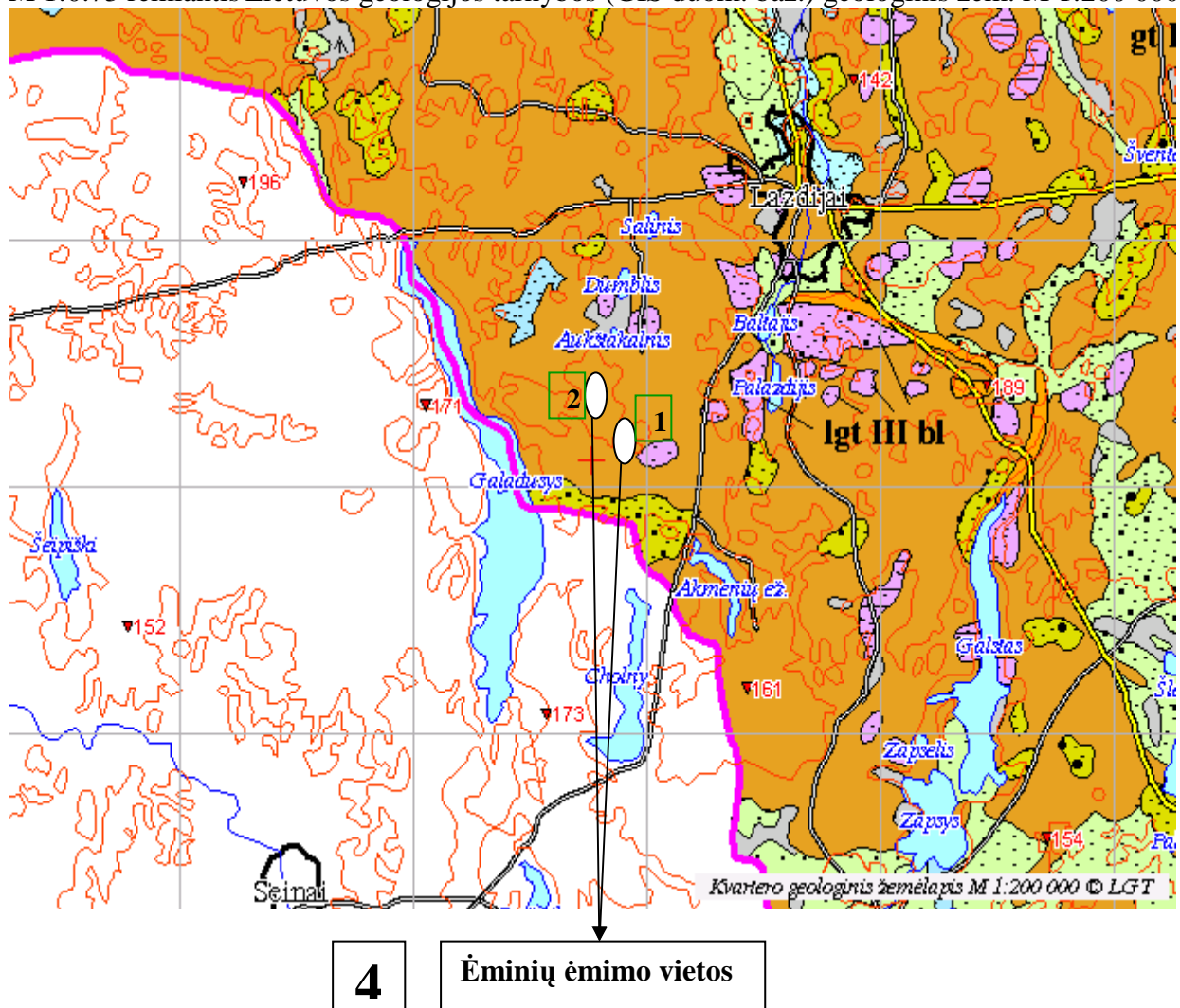
**Reljefo potipis:** ledyno pakraščio ruožo

**Reljefo amžius:** vėlyvojo Nemuno ledynmetis, Baltijos stadija

Reljefo morfometrija:

**Morfometrija:** smulkiai kalvotas reljefas **Santykinis formų aukštis:** iki 10 metrų

M 1:0.73 remiantis Lietuvos geologijos tarnybos (GIS duom. baz.) geologinis žem. M 1:200 000)



**26 pav.** Ėminių ėmimo vieta prie rajoninio kelio su žvyro danga (Lietuvos-Lenkijos pasienis (Lazdijų rajonas)). Kvartero geologinis žemėlapis.

**Žemėlapiu apibūdinimas (26 paveikslo):**

**Indeksas:** gt III bl

**Amžius:** Nemunas (ledynas)

**Genezė:** kraštiniai glacialiniai dariniai

**Litologija:** moreninis priemolis, priesmėlis

**Lietuvos standarto  
(Dirvožemio kokybė. pH nustatymas) ištrauka  
(Tapatus ISO 10390:1994).  
Versija anglų kalba**

**LIETUVOS STANDARTAS  
10390**

**LST ISO**

**PATVIRTINIMO  
PRANEŠIMAS**

2003 m. gruodis

---

ICS 13.080.10

**Dirvožemio kokybė. pH nustatymas  
(tapatus ISO 10390:1994)**

Soil quality – Determination of pH (identical ISO 10390:1994)

Tarptautinis standartas ISO 10390:1994 turi Lietuvos standarto statusą.

Tarptautinės standartizacijos organizacijos (ISO/TC 190) tarptautinį standartą ISO 10390:1994 Lietuvos standartizacijos departamentas (LST TK 36) patvirtinimo būdu perėmė kaip Lietuvos standartą, kuris galioja nuo 2003 m. gruodžio 31 d.



## Soil quality – determination of pH

### 1 Scope

This international Standard specifies an instrumental method for the routine determination for the pH using a glass electrode in a 1:5 (V/V) suspension of soil in water (pH-H<sub>2</sub>O), in a solution of 1 mol/l potassium chloride (pH-KCl) or in a solution of 0,01 mol/l calcium chloride (pH-CaCl<sub>2</sub>).

This international Standard is applicable to all types of air-dried soil samples, for example pretreated according to ISO 11464.

### 2 Normative references

The following standards contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this International Standard. At the time of publication, the editions indicated were valid. All standards are subject to revision, and parties to agreements based on this International Standard are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the standards indicated below. Members of ICE and ISO maintain registers of currently valid International Standard.

ISO 1770: 1981, Solid-stems general purpose thermometers.

ISO 3696: 1987, Water for analytical laboratory use – Specification and test methods.

ISO 11464: Soil quality – Pretreatment of samples for physico-chemical analyses.

### 3 Principle

A suspension of soil is made up in five times its volume of one of the following:

- water;
- a 1mol/l solution of potassium chloride (KCl) in water;
- a 0,01 mol/l solution of chloride (CaCl<sub>2</sub>) in water.

The pH of the suspension is measured using a pH-meter.

NOTE 1. To make the procedure generally applicable to all types of soil samples, a V/V shaking ratio is chosen because then all soils can be treated in the same way. If a m/V ratio were chosen, the weighed amount of test sample would have to be adapted for soils with a low density, to enable the preparation of the suspension. For the purpose of this International Standard, taking the required volume of test portion with a measuring spoon is sufficiently accurate.

### 4 Reagents

Use only reagents of recognized analytical grade.

- 4.1 Water**, with a specific conductivity not higher than 0,2 mS/m at 25 °C and a pH greater than 5,6 (grade 2 water according to ISO 3696).

**4.2 Potassium chloride solution**,  $c(\text{KCl}) = 1 \text{ mol/l}$ . Dissolve 74,5g of potassium chloride in water (4.1) and dilute to 1 000 ml at 20 °C.

**4.3 Calcium chloride solution**,  $c(\text{CaCl}_2) = 0,01 \text{ mol/l}$ . Dissolve 1,47 g of calcium chloride dehydrate ( $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) in water (4.1) and dilute to 1 000 ml at 20 °C.

**4.4 Solutions for the calibration of the pH-meter.** Use at least two of the following calibration solutions.

4.4.1 *Buffer solution*, pH 4,00 at 20 °C. Dissolve 10,21 g of potassium hydrogen phthalate ( $\text{S}_8\text{H}_5\text{O}_4\text{K}$ ) in water dilute to 1 000 ml at 20 °C.

The potassium hydrogen phthalate shall be dried before use for 2 h 110 °C to 120 °C.

4.4.2 *Buffer solution*, pH 7,00 at 20 °C. Dissolve 3,800 g of potassium dihydrogen phosphate ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ) and 3,415 g of disodium hydrogen phosphate ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ) in water (4.1) and dilute to 1 000 ml at 20 °C.

Potassium dihydrogen phosphate shall be dried before use for 2h at 110 °C to 120 °C.

4.4.3 *Buffer solution*, pH 9,22 at 20 °C. Dissolve 3,80 g of disodium tetra borate decahydrate ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) in water (4.1) and dilute to 1 000 ml at 20 °C.

NOTES:

2 Disodium tetraborate may lose water of crystallization when stored for a long time.

3 The buffer solutions 4.4.1, 4.4.2 and 4.4.3 are stable for one month if stored in polyethylene bottles.

4 Buffer solutions that are commercially available may also be used.

## 5 Apparatus

**5.1 Shaking or mixing machine.**

**5.2 pH-meters, with slope adjustment and temperature control.**

**5.3 Glass electrode and a reference electrode, or a combined electrode of equivalent performance.**

NOTES:

5 In the case of pH-values greater than 10, an electrode specifically designed for that range should be used.

6 In soil systems, the danger of deterioration of performance, caused by breakage or contamination of the electrodes, is increased.

**5.4 Thermometer**, capable of measuring to the nearest 1 °C complying with type C according to ISO 1770.

**5.5 Sample bottle**, of capacity at least 50 ml, made of borosilicate glass or polyethylene with a tightly fitting cap or stopper.

**5.6 Spoon**, of known capacity at least 5,0 ml.

## 6 Laboratory sample

Use the fraction of particles of air-dried soil samples, or soil samples dried at a temperature not higher than 40 °C, which passes through a square whole sieve with a 2 mm aperture. For example, soil samples pretreated according to ISO 1464 can be used.

NOTE: 7 drying may influence the pH of the soil. In some soil samples, particularly those containing sulfides, drying can lower the pH substantially.

## 7 Procedure

### 7.1 Preparation of the suspension.

7.1.1 Take the representative test portion of least 5 ml from the laboratory sample using the spoon (5.6).

7.1.2 Place the test portion in the sample bottle (5.5) and add five times its volume of water (4.1), potassium chloride solution (4.2) or calcium chloride solution (4.3).

7.1.3 Shake or mix suspension vigorously, for 5 min, using the mechanical shaker or mixer (5.1), and wait at least 2 h, but not longer 24 h.

#### NOTES:

8 In most soils, equilibrium is reached within 2 h. When this is the case, measurements can be made after 2 h.

9 In some contaminated soils, recently limited soils or carbonate-containing soils, the equilibrium pH may not be reached within the time specified 7.1.3.

Consequently, values which are too low or too high, compared to naturally achieved equilibrium situations, will be obtained due to slow changes in the buffering system. To check whether this is the case, pH-measurements should be made according to this International Standard at least two different times between 2 h and 24 h of shaking. In this case, two or more pH-values should be reported to indicate the approximate pH of the soil, and the fact that the measurements is not stable should be reported in item of the test report.

### 7.2 Calibration of the pH-meter

Calibrate the pH-meter as prescribed in the manufacturer's manual, using the solution given in 4.4.

#### NOTE:

10 Using electrodes that are in good condition, equilibrium is normally reached within 30 s.

7.3 Adjust the pH-meter as indicated in the manufacture's manual. Measure the temperature of the suspension and take care that the temperature of the buffer solution and the soil suspension do not differ by more measurement of the pH. Measure the pH in the settling suspension. Read the pH after stabilization is reached. Note the recorded values to two decimal places.

#### NOTES:

11 If a swinging needle pH-meter is used, the second decimal place should be estimated.

12 The reading may be considered stable when the pH measured a period of 5 s varies by not more than 0,02 pH-unit. The time required for stabilization is usually 1 min or less, but may depend on a number of factors including.

- the value of the pH (at high pH-values, it is more difficult to reach stabilization);
- the quality of the glass electrode (differences of manufacture between electrodes) and its age;
- the medium in which the pH is measured (stabilization is reached more quickly in a KCl or CaCl<sub>2</sub> medium than in water);
- the differences in pH between samples in a series;
- mechanical mixing before the measurement is performed which may help to achieve stable readings in a shorter time.

13 In samples with a high content of organic material (peat soils, pot soils, etc.) the suspension effect can play a role. For calcareous soils, it is possible that carbon dioxide is absorbed by the suspension. Under these circumstances, it is difficult to reach an equilibrium pH-meter.

## 8 Repeatability and reproducibility

The repeatability of the pH-measurement in two separately prepared suspensions shall satisfy the following demands:

<b>pH-range</b>	<b>Acceptable variation</b>
pH $\leq$ 7,00	0,15
7,00 < pH < 7,50	0,20
7,50 $\leq$ pH $\leq$ 8,00	0,31
pH > 8,00	0,40

A summary of the results of an interlaboratory trial for the determination of the pH of soils is given in annex A.

## 9 Test report

The test report shall include the following information:

- a) a reference to this International Standard;
- b) all information necessary for complete identification of the sample;
- c) the aqueous medium used to make the suspension: whether the pH-H<sub>2</sub>O, pH-CaCl<sub>2</sub> has been determined;
- d) the results of the determinations to the nearest 0,1 pH-unit;
- e) any difficulties experienced in establishing equilibrium condition;
- f) details of any operations not specified in this International Standard or regarded as optional, as well as any factor which may have affected the results.