

Geologiniai procesai ir reiškiniai Kauno miesto teritorijoje (Vidurio Lietuva)

Salomėja Buceviėiūtė,

Vytautas Marcinkeviėius,

Vidas Mikulėnas

Buceviėiūtė S., Marcinkeviėius V., Mikulėnas V. Geological processes and phenomena in the Kaunas City area (Middle Lithuania). *Geologija*. Vilnius. 2005. No. 50. P. 59–70. ISSN 1392-110X.

The article presents latest data on geological processes and phenomena (abrasion of the Kaunas Reservoir banks, channel erosion, landsliding, gullyng, swamping, suffosion etc.) in the Kaunas City area. Landsliding is most dangerous for buildings and frequent among the geological processes and phenomena occurring in the Kaunas City area. Anthropogenic factors induce slope movements which damage both natural and artificial slopes.

Key words: geological processes and phenomena, Kaunas City area, abrasion, erosion, landsliding, gullyng, slope

Received 29 March 2005, accepted 04 April 2005

Salomėja Buceviėiūtė, Vytautas Marcinkeviėius, Vidas Mikulėnas. Geological Survey of Lithuania, S. Konarskio 35, LT-03123 Vilnius, Lithuania E-mail: salomeja@lgt.lt, vytautas.marcinkevicius@lgt.lt, vidas@lgt.lt

AVADAS

Geologiniai procesai ir reiškiniai yra viena svarbiausio inžinerinio geologinio sąlygø. Ten, kur paplitę geologiniai procesai ir reiškiniai, statinio vietos parinkimas, statybos sąlygos, jø pastovumo ir normalaus naudojimo uptykinimas yra sunkus ir sudėtingas uždavinys. Tose vietose statinio statybos sąlygos yra ypatingos, jas reglamentuoja specialūs normatyviniai dokumentai, o jø inžineriniai geologiniai tyrimai yra gerokai brangesni, nes padidėja tyrimø apimtys, taikomas platesnis tyrimo metodø kompleksas.

Svarbiausias geologinio procesø ir reiškinio tyrimo tikslas yra jø prevencija, plėtojimosi sulėtinimas arba sustabdymas. Tai galima atlikti tik detaliam ištirus geologinio procesø ir reiškinio atsiradimo ir raidos sąlygas, nustatius priežastis ir veiksnius.

TYRIMØ ISTORIJA

Geologiniai procesai ir reiškiniai Kauno miesto teritorijoje (1 pav.) pradėti detaliam tirti tik XX a. 6-ojo dešimtmečio pradžioje. 1950–1951 m. vadovaujant prof. M. Kaveckiui Kauno Politechnikos instituto Inžinerinės geologijos katedros darbuotojai pradėjo Kauno mieste esančio ūlaitø stabilumo tyrimus. 1952 m. prof. M. Kaveckis kartu su aspirantu Norkumi ėmėsi tirti

Nemuno slėnio ūlaitø stabilumą būsimojje Kauno mariø ribose. Pataėius Kauno hidroelektrinė ir patvenkus Nemunà, nuo 1960 m. minėtos katedros bendradarbiai prof. M. Kaveckiui vadovaujant pradėjo tirti Kauno mariø krantuose vykstančius geologinius procesus ir reiškinius. Tyrimø tikslas – nustatyti krantø performavimo dėsningumus ir pateikti tinkamiausią



1 pav. Tyrimø teritorijos (1) geografinė padėtis
Fig. 1. Regional location (1) of the study territory

Lietuvos sąlygomis krantø performavimo prognozės metodikà (Norkus, 1963; Ėimkus, 1969). 1971–1973 m. detalius geomorfologinius Kauno mariø krantø tyrimus vykdė Vilniaus pedagoginio instituto Geografijos katedros darbuotojai, vadovaujami A. Garunkėio (1974). Ir vėliau Kauno mariø krantuose vykstanėio geologiniø procesø ir reiðkiniø tyrimams buvo skiriamas didelis dėmesys (Norkus, Raėinskas, 1981; Norkus, 1983; Jucevičiūtė ir kt., 1988). Ėio tyrimø istorija ir gauti rezultatai išsamiai apraðyti V. Kriauėiūnaitės straipsnyje (Kriauėiūnaitė, 2002).

1964–1966 m. Kauno miesto vakarinėje dalyje buvo atliktas kompleksinis geologinis, hidrogeologinis ir inžinerinis geologinis kartografavimas M 1:50 000 (Кучас и др., 1966). Buvo apraðyti ir inžineriniame geologiniame ėemėlapyje atvaizduoti ėioje teritorijoje paplitę geologiniai procesai ir reiðkiniai: upiø ðoninė erozija, ėlaitø linijinė erozija – griovos, nuoėliauþos, pelkėjimas ir kt.

1994–1995 m. Kauno miesto teritorijoje bei apylinkėse vykdydami geologinio potencialo ir ekogeologinės būklės ávertinimo darbus geologinius procesus ir reiðkinis tyrė Geologijos instituto specialistai ir V. Riðkus (Jonynas ir kt., 1995). Ėio darbø metu buvo suinventorizuoti ėlaitø gravitaciniai procesai ir reiðkiniai, daugiausia nuoėliauþos, sukėlusios ávairias nelaimes ir padariusios nuostoliø ėmonėms, miesto infrastruktūrai. Buvo nustatyta, kad svarbiausia nuoėliauþø atsiradimo prieþastis – ėmogaus ūkinė veikla. Tokios pat nuomonės tais paėiais metais paskelbtame straipsnyje laikėsi ir V. Riðkus (Riðkus, 1995). Ribotai buvo tirtos ir griovos. Nustatyta, kad jos formuojasi ir dabar, daþnai jø dugne vyksta gilnamoji erozija, o ėlaituose atsiranda nuoėliauþos. Remiantis ėio tyrimø medþiaga buvo parengti ėlaitø, priklausanėio Kauno miesto gamtiniam karkasui, apsaugos, naudojimo ir tvarkymo nuostatai, kuriuos 1997 01 08 patvirtino Kauno miesto taryba, taip pat buvo paraðytas jau minėtø autoriø straipsnis „Ėlaitø naudojimo ir apsaugos problemos Kauno mieste“ (Valiūnas ir kt., 1998).

1994–1998 m. buvo atliekami ir pavieniø nuoėliauþø inžineriniai geologiniai tyrimai (Ėesnulevičius, 1994; Maslauskienė, 1998; Konėius, Gegieckas, 1999) siekiant nustatyti jø atsiradimo prieþastis, parametrus (dydà, slysmo pavirėio ir kt.), ávertinti jø būklę ir numatyti priemones, uþtikrinanėias ėlaitø stabilumą.

Nuoėliauþø atsiradimo prieþastis Kauno miesto teritorijoje yra nagrinėþ V. Marcinkevičius, R. B. Mikðys ir kt. (Marcinkevičius, 2002; Mikðys ir kt., 2002), o ėlaitø stabilumo skaiėiavimo metodikø tinkamumą – G. Stelmokaitis (Stelmokaitis, 2003).

Ádomius duomenis apie neėmenø sedimentacijos greità Neries upės vagoje yra pateikęs V. Skuodis (Skuodis, 1979). Remdamasis archeologiniø ir geologiniø tyrimø duomenimis, jis nustatė, kad nuo intensyvios neėmenø sedimentacijos pradþios (XIX a. pabaiga – XX a. pradþia) iki XX a. vidurio apytikriai per 60 metø Neries upės vagoje ties Kauno pilimi susiklostė 2,5–3,5 m storio dugninio aliuvio sluoksnis.

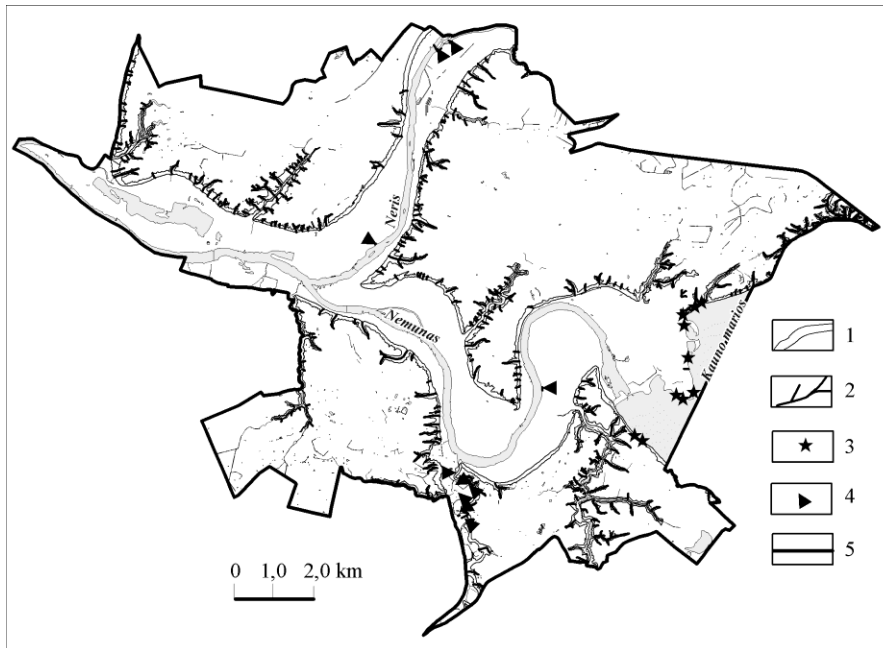
2001–2002 m. Lietuvos geologijos tarnybos specialistai, kurdami Kauno miesto geologinės informacijos duomenø bazę (Karmazienė, 2003; Bucevičiūtė, Marcinkevičius, Mikulėnas, 2004; Paukðtė, Mikulėnas, 2004), tyrė geologiniø procesø ir reiðkiniø paplitimą Kauno mieste. Gautø duomenø pagrindu ir buvo parengtas ėis straipsnis.

GEOLOGINIAI PROCESAI IR REIÐKINIAI

Kauno miesto teritorijoje paplitę ėie geologiniai procesai ir reiðkiniai: Kauno mariø krantø abrazija, upiø ðoninė erozija, linijinė ėlaitø erozija, sukelti pavirėinio vandens; pavirėinio ir poþeminio vandens nulemtas pelkėjimas; dėl poþeminio vandens veiklos atsiradusi sufozija; svorio jėgos sukeltos nuoėliauþos; vėþo – eoliniai reiðkiniai ir ėmogaus ūkinės veiklos padariniai – uþtvankos, karjerai, krantinės, statiniø deformacijos.

Kauno mariø krantø abrazija. Kauno marios – tai 63,5 km² ploto vandens baseinas, kurio ilgis 95 km, didþiausias plotis 3,3 km, didþiausias gylis 24,6 m. Kauno miesto teritorijai priklauso daugiau kaip 11 km ilgio vakarinės Kauno mariø dalies pakrantės ruoþas, kuriame gana aktyviai vyksta krantø abrazija, formuojasi nuoėliauþos (2 pav.). Pagrindiniai krantø abrazijos intensyvumą lemiantys veiksniai yra ėie: vėþo kryptis ir greitis, bangø aukðtis, priekrantės srovio kryptis ir greitis, kranto linijos konfigūracija, povandeninės dalies polinkis, priekrantės dalies plotis, krantø polinkis, priekrantės ir kranto litologinė sudėtis. Kauno mariø zonoje vyrauja vakarø ir pietø vėþai, kuriø greitis siekia iki 15 m/s. Stiprūs vėþai per metus pasikartoja iki 16 kartø, sukeldami mariose dideles bangas. Didþiausias bangø áibėgėjimo kelias yra apie 8 km, vidutinis – apie 2,5–3,0 km (Norkus, 1983). Abraduojamø krantø aukðtis kinta nuo 1,5 iki 12,5 m, jø polinkio kampas – nuo 40°–50° iki 90°. Abraduojamus mariø krantus ties Zuikine ir Palemonu daþniausiai sudaro iki 8 m storio Baltijos posvitės limnoglacialiniø nuosėdø smėlis ir molis, 8–10 m storio moreninis priemolis ir priesmėlis, taip pat giliau slūgsantis Grūdø posvitės moreninis priemolis ir priesmėlis. Mariø krantuose ties jachtø klubu Paþaislyje jø pþuvio virėutinėje dalyje slūgso iki 5 m storio holoceno eolinis smėlis, taip pat Medininkø svitos fliuvioglacialinis þvyringas smėlis ir moreninis priemolis bei priesmėlis.

Abraduojamø krantø atkarpø ilgis kinta nuo 20–30 iki 200 m. Mariø krantai intensyviausiai ardomi Paþaislio iðkyðulyje ir ties Palemonu. Paþaislio iðkyðulyje 1960–1977 m. kranto atsitraukimo greitis buvo nuo 1,0 iki 3,3, o ties Zuikine – nuo 0,6 iki 1,6 m per metus (Jucevičiūtė, Vainauskas, Kudaba, 1988). Ilgiausias, per 200 m ilgio, abrazijos ruoþas yra ties Amaliais. Bendras abrduojamø krantø ruoþø ilgis siekia apie 1,3 km, ir tai sudaro apie 12% visos Kauno miesto teritorijai tenkanėios mariø pakrantės ilgio. Krantams stabilizuoti betonine krantine yra su-



2 pav. Linijinė ūlaitø erozija, Kauno mariø krantø abrazija ir upiø ðoninë erozija Kauno miesto teritorijoje: 1 – upës slënio ūlaito ribos, 2 – griova ir raguva, 3 – Kauno mariø krantø abrazija, 4 – upiø krantø erozija, 5 – Kauno miesto riba

tvirtinta apie 2 km mariø kranto linijos. Likusioje dalyje mariø krantai yra akumuliaciniai arba stabilūs.

Upiø ðoninë erozija. Kauno miesto teritorijoje upiø ðoninë erozija plaëiausiai paplitusi Jiesios slënyje (2 pav.). Slënio plotis kinta nuo 250 iki 500 m. ūlaitø aukëtis 30–40 m, polinkio kampas 45°–55°. Salpa yra siaura – iki 20 m ploëio, 2–3 m aukðëio. Didþiãjã slënio dalã ūpima pirma virðsalpinë terasa. Ties Sãnaðos ir ūlaito gatvëmis aptinkami II ir III terasø fragmentai (Karmazienë, 2003). Jiesios vaga labai vingiuota. Vingiuose upë daro staigius posūkius, kuriuose vyksta intensyvi ðoninë erozija. Daþniausiai eroduojami slënio ūlaitai, sudaryti ið moreniniø nuogulø, á kuriuos atsiremia upës vagos kilpos. Ðie labai vaizdingi eroziniai ūlaitai su kreidos luistais, slūgsanëiais kvartero nuogulø atodangose, priklauso Jiesios kraðtovaizdþio draustiniui. Eroduojamø kranto atkarpø ilgis kinta nuo 40–60 iki 100 m. Jø aukëtis 2–13 m.

Literatūros duomenimis, XVII–XVIII a. Neries slënyje vyko intensyvi ðoninë erozija – buvo paplautas pilies ðiaurinis bokðtas, ðiaurinë siena bei dalis aikštës (Skuodis, 1979). Ðiuo metu Kauno miesto teritorijoje didþiøjø upiø – Nemuno ir Neries – slëniuose upiø ðoninë erozija ribota. Nemuno vagos ilgis Kauno mieste siekia apie 25 km, jo slënio plotis kinta nuo 1,0 iki 2,5 km, slënio ūlaitø aukëtis didesnis nei 50 m, o polinkio kampas 30°–50°. Nemuno

vagos plotis kinta nuo 175 iki 400 m, o gylis – nuo 1,7 iki 5,0 m. Srovës greitis kinta nuo 0,6–0,8 m/s sausuju periodu iki 1,5–2,2 m/s pavasario polaidþiu. Nemuno slënyje plaëiausiai paplitusios 20–250 m ploëio ir 2–3 aukðëio salpa, 100–400 m ploëio ir 4–6 m aukðëio I bei iki 1,7 km ploëio ir 7–11 m aukðëio II virðsalpinë terasa (Karmazienë, 2003). III, IV ir V terasos tãra atskiri fragmentai. Eroduojamas apie 80-ies m ilgio ruoþas aptiktas tiktai kairiajame Nemuno krante, Panemunėje, ties Vaidilos gatve. Ðiame ruoþe eroduojamã salpã sudaro smulkus smëlis. Eroduojamo kranto aukëtis 2,7–3,0 m. Paþymëтина, kad iðtisos Nemuno krantø atkarpos upës vingiuose yra sutvirtintos ir erozijos procesai ëia nebevyksta. Deðiniajame krante betonine krantine yra sutvirtinta apie 0,7 km atkarpa ties Petraðiūnais ir 3,2 km atkarpa Senamiestyje, ties Karaliaus Mindaugo prospektu, taip pat kairiajame krante 1,7 km ilgio atkarpa ties Marvelës gatve ir kitur. Bendras sutvirtintø Nemuno krantø ilgis Kauno mieste sudaro apie 6,2 km.

Neries upës vagos ilgis Kauno mieste siekia 9,8 km. Neries slënio plotis kinta nuo 0,7 iki 1,7 km, slënio ūlaitø aukëtis 30–40 m, o polinkio kampas 25°–35°. Didþiãjã Neries slënio dalã ūpima 60–180 m ploëio ir 2–3 m aukðëio salpa, 50–300 m ploëio ir 3–5 m aukðëio I ir iki 1,2 km ploëio ir 5–7 m aukðëio II virðsalpinë terasa. Eroduojamos 20 ir 250 m ilgio I virðsalpinës terasos atkarpos aptiktos deðiniajame upës krante, Vilijampolës vingyje, ir 30–100 m ilgio atkarpos – kairiajame upës krante, Kleboniðkio vingyje. Tiesioje upës vagos atkarpoje tarp ðiø vingiø ðoninës erozijos procesai nevyksta.

Griovos ir raguvos. Griova – erozinë reljefo forma, atsiradusi ūlaite arba vandenskyroje ir sudaranti palyginti gilø, ilgã, vingiuotã arba iðsiðakojusã áreþã, kurio teka laikini vandens srautai arba nedideli upe liai, iðdþiústantys sausuju metø laiku.

Raguva – tam tikros raidos stadijos griova, kada jos iðilginis profilis ir ūlaitai pasiekia pusiausvyros būklã, o erozinis procesas, sukeltas laikinø arba nuolatinio vandens srautø, sulëtëja arba nebevyksta; ragu vos dugnas būna lëkðtai ágaubtas, ūlaitai apaugã þole, krūmais arba medþiais. Griovos susidaro per kelias stadijas. Inþinerinëje geologijoje taikoma S. S. Sobolevo 1947 m. pasiūlyta griovø susidarymo schema. Pa-

gal ðia schemà iðskiriamos keturios griovø raidos stadijos, kuriø metu formuojasi griovø iðilginis profilis.

Pirmoji stadija – tai iðgrauþos formavimasis; jos gylis kinta nuo 30–50 cm iki 1,0–1,5 m, skersinis profilis yra V arba trapecijos formos.

Antroji stadija – griova auga jos virðûnei ásigraupiant á ðlaità, ilgėja einant ið apaèios á virðø, jos gylis gali siekti 10–20 m. Griovos þiotys yra aukðèiau erozijos bazès lygio, skersinis profilis daþniausiai V formos, ðlaitai statūs, vietomis sudaro skardþius, pliki, juose vystosi gravitaciniai procesai. Ðioje stadijoje formuojasi griovø atðakos.

Treèioji stadija – pusiausvyrinio iðilginio profilio formavimasis; ji prasideda griovos þiotims pasiekus erozijos bazès lygà. Ðios stadijos metu griovos iðilginis profilis ágauna ágaubtos kreivès pavidalà, skersinio profilio virðutinè dalis yra skardþio pavidalo, o apatinè sulèkðtėja dël nuobrynø ir nuòðliauþø (sliuogø) formavimosi. Griovø dugnas paplatėja, tampa plokðèias, juo teka laikini arba nuolatiniai vandens srautai, kurie toliau gilinina ir platina griovas. Griovø gylis gali siekti 20–30 m, jø ðlaitai palapsniui lèkðtėja ir apauga augmenija.

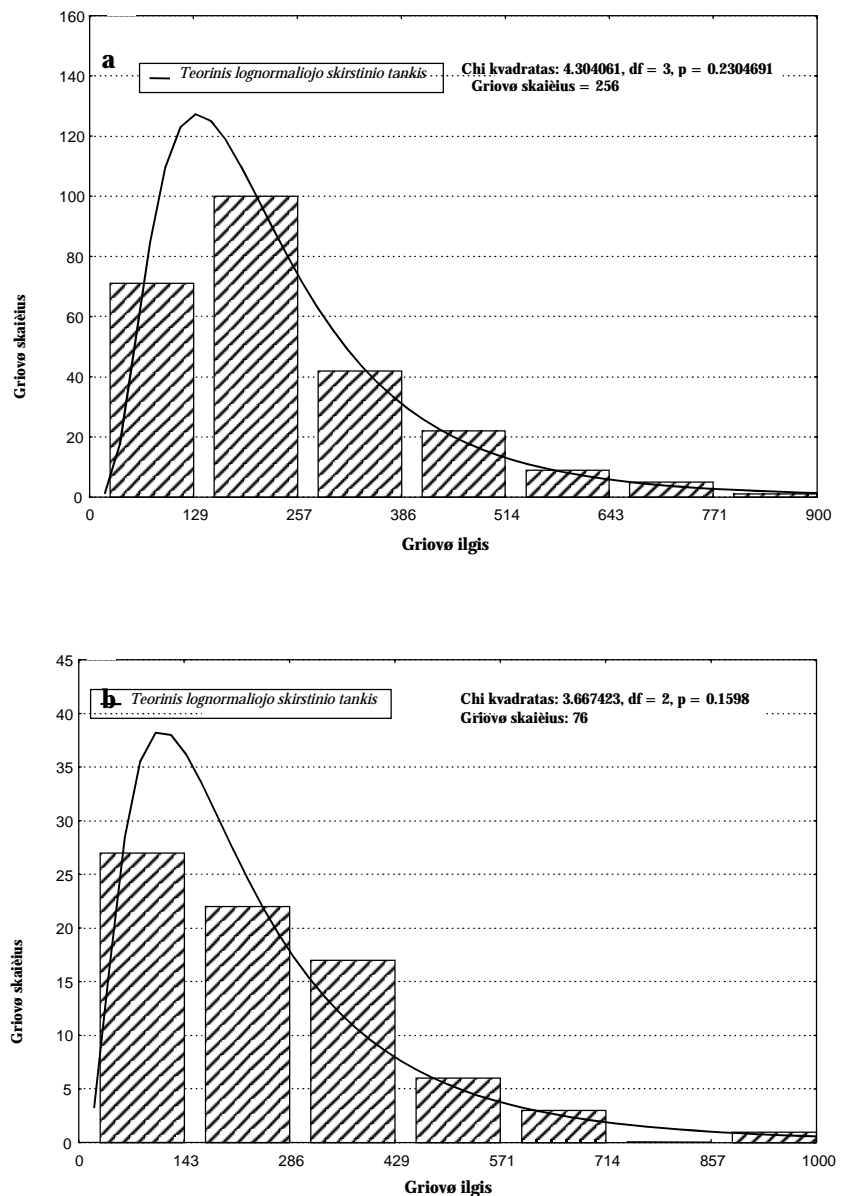
Ketvirtoji stadija yra paskutinè. Jos metu griova virsta raguva. Ji prasideda visiðkai susiformavus griovø iðilginiam pusiausvyriniam profiliui. Tuo metu baigiasi griovø gilinimasis, grauþimasis ir augimas, griovos ima plèsti savo dugnà, formuojasi griovø aliuvinès nuogulos, ðlaitai pasidengia deliuviu, apauga þole, krūmais ir medþiais. Pasibaigus ketvirtajai stadijai griovos virsta raguvomis. Tai klasikiniè griovø raidos schema. Tyrimai rodo, kad pasikeitus sàlygoms (suarus þemà, iðkirtus miðkà, tiesiant kelius ir kt.) raguvose (raguvø ðlaituose, virðûnèje, dugne) vèl gali formotis griovos.

Griovø ir raguvø formavimàsi lemia ðie gamtiniai veiksniai: teritorijos geologiniè sandara, reljefas, klimatinès sàlygos ir augmenijos dangà. Jos formuojasi tik tada, kai ðlaitus sudaro lengvai vandens iðplaunamos nuogulos. Didelà, o kartais ir lemiamà reikðmà griovø atsiradimui ir vystymuisi turi þmogaus ūkinè veikla.

Kauno miesto teritorijoje aptiktos 257 griovos ir raguvos (2 pav.). Jø yra Nemuno, Neries, Nevèþio, Jiesios, Garðvos, Gyrio, Marvelès,

Sèmenos, Verðvo ir kt. upiø ir upeliø slèniø ðlaituose. Upiø ir upeliø ðlaitø plotas Kauno miesto teritorijoje sudaro 11,4 km², ið jø 3,7 km² uþima griovos ir raguvos. Tai sudaro 2,3% bendro Kauno miesto teritorijos ploto. Daugiausia griovø aptikta ir didþiausia plotà jos uþima Nemuno ir Neries upiø bei Marvelès ir Sèmenos upeliø slèniø ðlaituose. Pavyzdþiui, Nemuno deðiniajame slènio ðlaite jos uþima 0,98, o kairiajame – 0,40 km² plotà, Neries slènio deðiniajame ðlaite – 0,2, o kairiajame – 0,53 km² plotà, Sèmenos slènio ðlaituose jos uþima 0,63 km², o Marvelès slènio ðlaituose – 0,33 km² plotà.

Griovø ir raguvø ilgis kinta nuo 24 iki 1082,7 m, daþniausiai – nuo 80 iki 260 m. Statistiniè analizè rodo, kad Kauno miesto teritorijoje, taip pat ir Ne-



3 pav. Griovø ir raguvø ilgiø skirstiniai: *a* – Kauno miesto teritorijoje, *b* – Nemuno slènio ðlaitø Kauno miesto ribose

Fig. 3. Length distribution of gullies and ravines: *a* – within Kaunas city limits, *b* – on the Nemunas river valley within Kaunas city limits

muno slėnio ūlaituose, griovė ir raguvė ilgiai pasiskirsta pagal lognormaliojo skirstinio dėsną (3 pav.).

Griovė skersiniai pjūviai dažniausiai yra V formos, o raguvė – trapecijos. Griovė ir raguvė plotis dažniausiai siekia 100 m ir daugiau, gylis 30 m, o ūlaito polinkio kampas 40–45°.

Daugiausia griovos ir raguvos yra vienaėakės (82,1%), retai dviėakės (13,6%) ir labai retai triėakės (3,5%). Be to, aptiktos dvi keturiėakės (Neries upės ir Sėmenos upelio slėniū ūlaituose) ir viena penkiėakė (prie Kauno mariū) griova. Triėakiū ir daugiau atėakū turiniū griovė bei raguvė ilgis yra didesnis nei 320 m, keturiėakiū – didesnis nei 900 m, o penkiėakės raguvos ilgis yra 1082,7 m.

Griovė ir raguvė tankis (griovė skaiėius viename ūlaito ilgio kilometre) upiū slėniū ūlaituose skirtingas. Antai Nemuno slėniū ūlaitū viename ilgio kilometre vidutiniėkai yra 4, Sėmenos – 3, o Neries – 2 griovos ir raguvos.

Nemuno, Neries, Nevėpio ir Jiesios ūlaituose esanėiū griovė plotys dažniausiai atsiveria á II ir III, reėiau – á I virėsalpinė terasà.

Amalės, Girstupio, Gyrio, Garėvos, Marvelės, Sėmenos, Verėvo ir kt. upeliū ūlaituose esanėios griovos atsiveria á salpinė terasà ir tik pavieniais atvejais

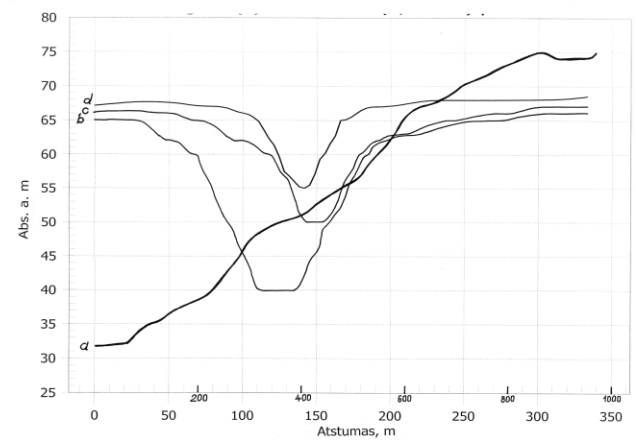
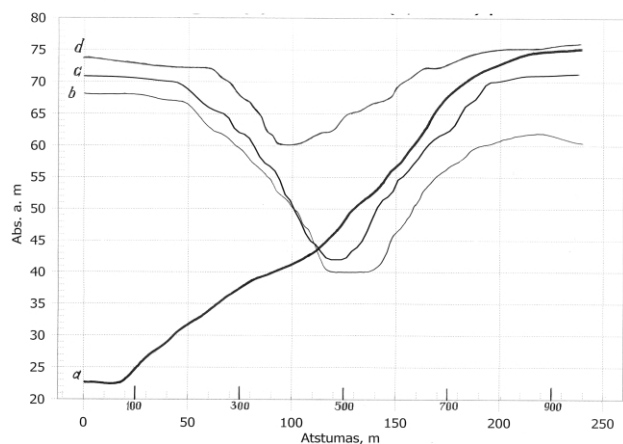
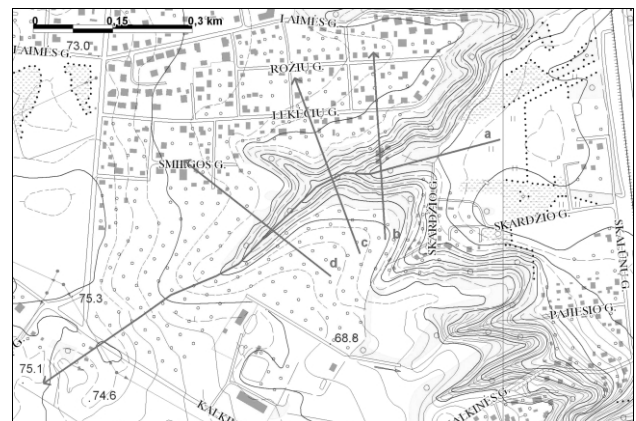
(Gyrio, Marvelės, Sanaėos, Sėmenos upės slėniū ūlaitai) – á I, retai á II virėsalpinė terasà.

Griovos ir raguvos, kuriū plotys atsiveria á II ir III virėsalpinė terasà, susidarė vėlyvuoju ledynmeėiu, o tos, kuriū plotys atsiveria á salpinė ir I virėsalpinė terasà, – holoceno metu. Dabartiniu metu dažniausiai dėl ĩmogaus ūkinės veiklos formuojasi iėgrauėos ir pirmos vystymosi stadijos nedidelės griovos.

Dabar senosios griovos beveik stabilizavosi – jū dugnas ir ūlaitai apaugo augmenija, krūmais ir medėiais, bet iėilginiai profiliai dar nepasiekė pusiausvyros būklės (4 pav.), ūlaituose dar nevisiėkai susiformavo dirvoėemio sluoksnis. Dauguma jū dar nevirtu raguvomis.

Griovė ir raguvė virėdūnės dažniausiai uėpiltos gruntu, á jas pilamos ĩiukėlės. Kai kuriū griovė ir raguvė dugnuose pakloti drenai ir nuotekū vamzdėiai, ūlaituose vietomis vyksta erozijos ir gravitacijos (atsiranda nuoėliauėos) procesai, o dugne kai kur – gilinamoji erozija.

Senosios griovos ir raguvos nekelia didelės grėmės Kauno miesto infrastruktūrai. Kai kur jos trukdo tiesti poėemines komunikacijas, keliū iėkas ūlaituose atsirandanėios iėgrauėos pabrangina keliū tiesimo darbus.



4 pav. Nemuno upės slėnio kairiajame ūlaite esanėiū griovė padėtis plane ir jū profiliai: *a* – iėilginiai; *b, c, d* – skersiniai
Fig. 4. Location and section of ravines (gullies) on the left side of the Nemunas river valley: *a* – lengthwise; *b, c, d* – crosswise

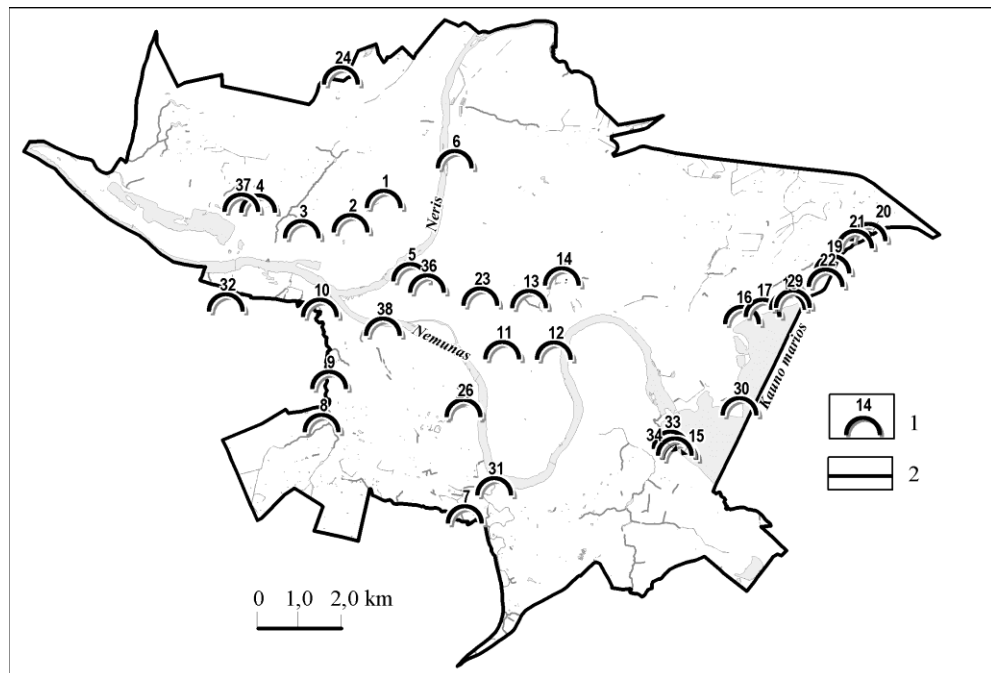
Pelkėjimas. Pelkėjimo procesai Kauno miesto teritorijoje paplitę labai ribotai. Kelios nedidelės aukštapelkės yra šiaurės rytinėje teritorijos dalyje, Palemono fluvio-glacialinio banguoto reljefo papemėjimuose. Čia didžiausias durpių storis siekia 5,6 m. Šiaurės vakarinėje dalyje, Aukštutiniuose Kaniūkuose ir Linkuvos miške, aptinkamos tik pavienės nedidelės pelkės. Dalis Dubingių raisto patenka į Kauno miesto teritoriją šiaurinėje dalyje. Šiose pelkėse durpių storis neviršija 2 m.

Sufozija. Veržovo upelio dešiniajame krante dėl upelio slėnio žlaidus sudarančių smėlingų nuogulų filtracinio irsimo yra susidaręs sufozinis cirkas. Jo skersmuo siekia 20 m, aukštis 15 m, o žlaido polinkio kampas 47°. Sufozijos procesai gali vystytis ir statinių pagrinduose, sudarytuose iš smėlingų gruntų. V. Riškiaus duomenimis (Ришкус, 1978), sufozinis reljefo papemėjimas buvo aptiktas Aukštutiniuose Kaniūkuose, Servitutų gatvėje. Sufozinis procesas vyksta termokarstinės kilmės dubėje, užpildytoje dulkingu smėliu su durpių tarp sluoksniais. Čia susidaręs 5–6 m diametro papemėjimas. Pasak vietinių gyventojų, jį užpylus, žemės paviršius lėtai, tačiau nuolat slūgsta. Dabartiniu metu šiame iki 2 m gylio reljefo papemėjime yra pastatytas žiltnamis.

Nuošliaužos. Kauno mieste, Nemuno ir Neris bei jų intakų – Jiesios, Šanašos, Marvelės, Girstupio – slėniuose, Kauno marių krantuose ir kitur aptiktos 34 nuošliaužos ir jos pažeisti žlaidų ruožai. Kauno mieste nuošliaužoms yra palankios natūralios gamtinės geomorfologinės ir hidrogeologinės sąlygos bei žlaido geologinė sandara. Kauno mieste žemės paviršiaus absoliutus aukštis kinta nuo 25–35 m upių slėniuose iki 65–80 m ant plauto. Aukščiausiai paviršius pakilęs prie IX forto – iki 100 m abs. a. ir Paliakalnyje – iki 90 m abs. a. Pagal nuošliaužų inventurizacijos ir V. Riškiaus duomenis (Riškus, 1995), Kauno mieste nuošliaužos dažniausiai susiformuoja mažų upelių – Jiesios, Marvelės, Šėmenos, Veržovos, Girstupio, rečiau – Nemuno ir Neris slėniuose stačiuose žlaiduose, kai per pavasario potvynius upės vagos vingiuose vanduo paplauna jį papėdę. Dvylika nuošliaužų

(15–22, 29, 30, 33 ir 34) aptikta Kauno marių pakrantėje, Palemono–Zuikinės ruože, 5-oji ir 6-oji nuošliauža – Neris slėnio kairiajame žlaido ties Lazūnų ir Liškiavos gatvėmis, 12-oji – Nemuno slėnio dešiniajame žlaido ties Verkių gatve, 25-oji ir 26-oji nuošliauža – raguvoje ties Bakanausko gatve, 8-oji, 9-oji ir 10-oji nuošliauža – Marvelės slėnio dešiniajame žlaido ties Santarvės gatve, oro uosto vakariniame pakrautyje ir ties Kybartų gatve, 11-oji – Girstupio slėnio kairiajame žlaido ties Lentvario gatve, 13-oji bei 14-oji nuošliauža – Girstupio slėnio dešiniajame žlaido, Ažuolyno parke ir Slėnio gatvėje, 31-oji – Jiesios slėnio dešiniajame žlaido ties Rokais ir kitur (5 pav.). Tankiai nuošliaužų pažeistas Kauno marių krantas ties Palemonu bei kelio Kaunas–Marijampolė–Suvalkai 2,9–3,7 km ruože iškasos žlaidas.

Kauno miesto kvartero geologinio žemėlapiu M 1:10 000 ir geologinių pjūvių duomenimis (Karmazienė, 2003), Nemuno, Neris, Marvelės ir Girstupio slėnių žlaidų geologinė sandara yra palanki nuošliaužoms formuotis (6 pav.). Šių upių slėnių žlaidus sudaro Baltijos ir Grūdų posviėio bei Medininkų svitos moreninių nuogulų priemolis ir priemolis, susiluksniuojantys su Grūdų posvitės ir Medininkų svitos fluvio-glacialinių smėlingų ir limnoglacialinių molingų nuogulų tarp sluoksniais, iš viršaus dažnai dengiami Baltijos posvitės limnoglacialinio molio. Moreninių nuogulų sluoksnio storis kinta nuo 2 iki 26 m, o fluvio-glacialinių smėlingų nuogulų – nuo 1 iki 22 m. Žlaidus dengia 0,6–5,5 m storio deliuviniai dariniai. Kauno marių krantų prie Palemono pjūvio vir-



5 pav. Nuošliaužų paplitimas Kauno miesto teritorijoje: 1 – nuošliauža ir jos numeris, 2 – Kauno miesto riba

Fig. 5. Landslides in the area of Kaunas city: 1 – landslide and its number; 2 – Kaunas city limits

ūtinėje dalyje slūgso iki 8 m storio Baltijos posvitės limnoglacialinio nuosėdų smėlis ir molis bei 8–10 m storio moreninis priemolis ir priesmėlis, giliau – Grūdų posvitės moreninis priemolis ir priesmėlis. Kauno marių krantų prie Pašaislio viršutinėje pjūvio dalyje slūgso iki 5 m storio holoceno eolinis smėlis ir Baltijos posvitės fluvioglacialinis įvyringas smėlis, giliau – Medininkų posvitės fluvioglacialinis įvyringas smėlis bei moreninis priemolis ir priesmėlis.

Kauno mieste dauguma nuodliaužų yra vidurinėje ir apatinėje žlaite dalyje. Pagal amžių ir raidos stadiją dažniausiai paplitusios žiuolaikinės aktyvios ir galutinai susiformavusios nuodliaužos, o pagal gylą – smulkios ir paviršinės. Smulkios nuodliaužos masyvo storis kinta nuo vieno iki 5 m, o paviršinių neviršija metro. Pagal nuodliaužos grunto turą dažniausiai pasitaiko vidutinės nuodliaužos, kurių turis kinta nuo 280 iki 940 m³, nedidelės nuodliaužos, kurių turis kinta nuo 80 iki 175 m³, retesnės. Didelės nuodliaužos (turis 2220–7245 m³) aptiktos Girstupio upelio slėnio dešiniajame žlaite, Ūžuolyne – griovoje ir ties Slėnio gatve (13-oji, 14-oji nuodliauža), Nemuno slėnio dešiniajame žlaite ties Verkių gatve (12-oji nuodliauža), Marvelės upelio slėnio dešiniajame žlaite ties Kybartų gatve (10-oji nuodliauža), kelio Kaunas–Marijampolė–Suvalkai 2,9–3,3 km ruošio iškaso žlaite (4-oji nuodliauža) bei Kauno marių krante ties Marių ir Latvelių gatvėmis Palemone (17-oji, 18-oji, 19-oji nuodliauža) (5 pav.).

Didžiausia, 14-oji, nuodliauža, kurios turis viršija 7200 m³, yra Girstupio upelio slėnio dešiniajame žlaite, Slėnio gatvėje, prie Zoologijos sodo ir jo teritorijoje. Žioje vietoje žlaitas pirmą kartą nuodliaužė dar 1987 m. vandeniui nutekėjus iš magistralinio vandentiekio Slėnio gatvėje. 1994-ųjų pavasarį dėl didelio paviršinio vandens kiekio sena nuodliauža suaktyvėjo ir susiformavo nauja. Žias nuodliaužas tyrė UAB „Kauno inžineriniai tyrinėjimai“ specialistai (Dešnulevičius, 1994). Nuodliaužos atsiradimo vietoje žlaito aukštis kinta nuo 13 iki 15 m, o polinkio kampas – nuo 20° iki 35°. Žlaito papėdė atsiveria į tvenkiną Nuodliaužą sudaro dvi pakopos. Nuodliaužos atbrailos aukštis 2 m, jos ilgis palei žlaitą 75 m, polinkio kampas 80°–90°. Nuodliaužos masyvo ilgis 63 m, plotis 46 m, o storis kinta nuo 2,5 iki 6,7 m. Nuodliauža cirko formos, išsidėsčiusi žlaito vidurinėje ir apatinėje dalyje. Žlaito pjūvio viršutinėje dalyje slūgso piltas gruntas (priemolis, įvyras, statybinės atliekos), kurio storis kinta nuo metro iki 3,6 m, giliau – holoceno deliuvinių nuogulų minkštai plastingos konsistencijos dulkingas priemolis ir molis su smulkaus smėlio lašais, kurio storis 2,5–5,8 m. Apatinėje pjūvio dalyje slūgso Grūdų posvitės kietos konsistencijos moreninis priemolis ir priesmėlis. Nuodliaužos slysmo paviršius yra 2,5–6,7 m gilyje. Nuodliauža susiformavo technogeniniams ir deliuviniams silpniems gruntams prisisotinus vandeniui. Reikia pažymėti, kad 1988 m. pirmosios nuodliaužos inžinerinio geologinio tyri-

nėjimo ataskaitoje buvo rekomenduotos žios žlaito stabilizavimo priemonės: nuodliaužos padė esantį tvenkiną užpilti gruntu ir suformuoti nuolydį į žlaitą; vengti bet kokio grunto iškaso žlaite; numatyti paviršinio vandens nuleidimą Slėnio gatve, kad vanduo nepatektų ant žlaito; iškelti magistralinį vandentiekį (Dešnulevičius, 1994). Į žias rekomendacijas nebuvo atsižvelgta, tik viršutinėje nuodliaužos dalyje užpilta papildomai gruntu. 1994 m. atsinaujinusi nuodliauža suardė Slėnio gatvės dalį ir nutraukė kelkraštyje paklotą elektros kabelį 1994 m. Kauno miesto valdybos duomenimis, atstatomųjų darbų vertė – apie 200 tūkst. Lt.

1994-ųjų pavasarį dėl gausaus polaidžio vandens nuodliaužos susiformavo ir kitose vietose: Girstupio upelio slėnio kairiajame žlaite Lentvario gatvėje (11-oji nuodliauža), Šanašos upelio kairiajame žlaite Titnago gatvėje (7-oji nuodliauža), Neries upės slėnio kairiajame žlaite Liškiavos gatvėje (5-oji nuodliauža) ir griovos žlaite Josvainių gatvėje (2-oji nuodliauža). Žios nuodliaužos deformavo ir užpylė gyvenamuosius namus, kelius, nutraukė elektros kabelius, suardė požeminius inžinerinius tinklus ir kt.

Kauno mieste dažniausiai paplitusios cirko formos nuodliaužos (1-oji – Neries slėnio dešiniajame žlaite tarp Linkuvos ir Pryžmanėlių gatvių, 2-oji – griovos žlaite ties Josvainių gatve, 3-oji – Nemuno slėnio dešiniajame žlaite ties Kalno gatve ir kt.), rečiau – frontalinės (33-ioji ir 34-oji – Kauno marių žlaituose ties Vaišvydava bei 23-oji – Parodos gatvėje Nr. 13–15).

Kauno miesto gamtinės sąlygos yra palankios nuodliaužoms susidaryti. Tačiau reikia pažymėti, kad daugelio nuodliaužų pagrindinė susidarymo priežastis yra aktyvi žmogaus ūkinė veikla, tiesiogiai arba netiesiogiai sukelti žlaito deformacijos. Tai – žlaito iškaso tiesiant kelius, žlaito papėdės pakasimas, žlaito viršaus apkrovimas, vandentiekio avarijos, natūralios augmenijos žlaituose sunaikinimas, Nemuno patvanka ir Kauno marių susidarymas ir kt. Kaip nuodliaužų, atsiradusių dėl žmogaus ūkinės veiklos, pavyzdį galima nurodyti kelio Kaunas–Marijampolė–Suvalkai 2,9–3,7 km ruošio iškaso žlaituose susiformavusias nuodliaužas. Jas 1999 m. tyrinėjo AB „Kelprojektas“ specialistai (Konėius, Gegieckas, 1999). Žis kelio ruošas nutiestas daugiau kaip prieš 10 metų. Geomorfologiniu požiūriu kelio iškasa yra kraštinių darinių ruošė, aplygintame limnoglacialinių nuogulų. 0,8 km kelio ruošė ūvairiose žlaito vietose buvo susiformavusi 21 ūvairaus dydžio nuodliauža. Pavojingiausios keliui buvo tos nuodliaužos, kurios atsirado žlaito apatinėje dalyje ir užvertė kelią. Taip atsitiko didžiosios nuodliaužos atveju. Iškaso žlaitai yra terasų pavidalo. Didžiausias žlaito paaukštėjimas – 28–30 m. Žlaitus sudaro limnoglacialinis molis bei giliau slūgsantis kraštinių darinių molis su daugybe smėlio ir dulkių lašų. Terasose kai kur žrengti vandens drenų betoniniai loviai. Pagrindinės nuodliaužų atsiradimo priežastys buvo žios:

• tiesiant kelią buvo suformuoti per statūs iškaso ډlaitai;

• ډlaite slūgsantys sujaukti juostuoti moliai su daugybe smėlio bei dulquio laidiø ir tarp sluoksniø;

• dėl sezoninio ډvalo sumapėjæs pavirðinæs grunto dalies stiprumas bei padidėjæs vandens imlumas atidengus ډlaitus;

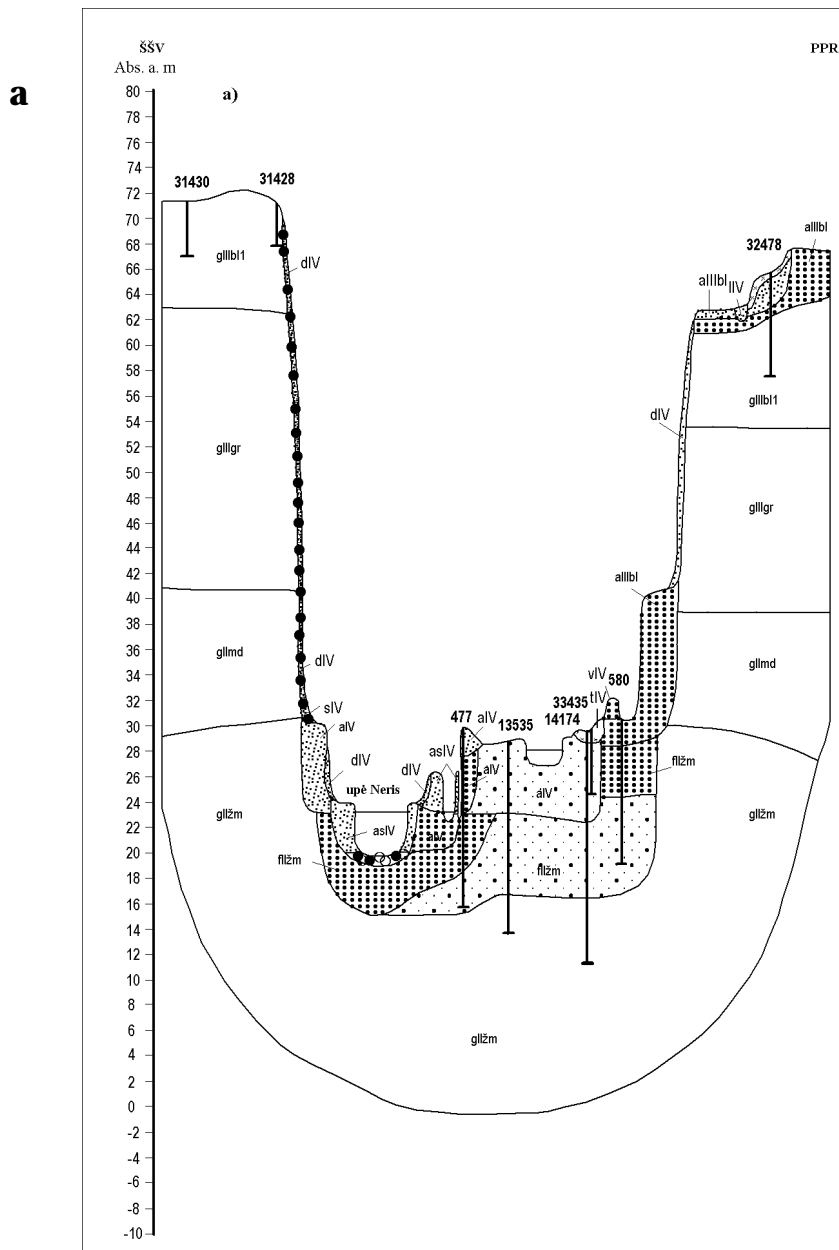
• ilgai neðienaujamø ډlaitø þolæs sluoksnis trukdè vandeniui nutekèti ir pagerino infiltracijà á gruntà;

• vietomis ډlaituose árengta vandens surinkimo ir nuvedimo sistema veikè neefektyviai, nepaðalino ant ډlaitø susikaupusio vandens (Konèius, Gegieckas, 1999). Dabartiniu metu šios nuoðliauþos sutvirtintos.

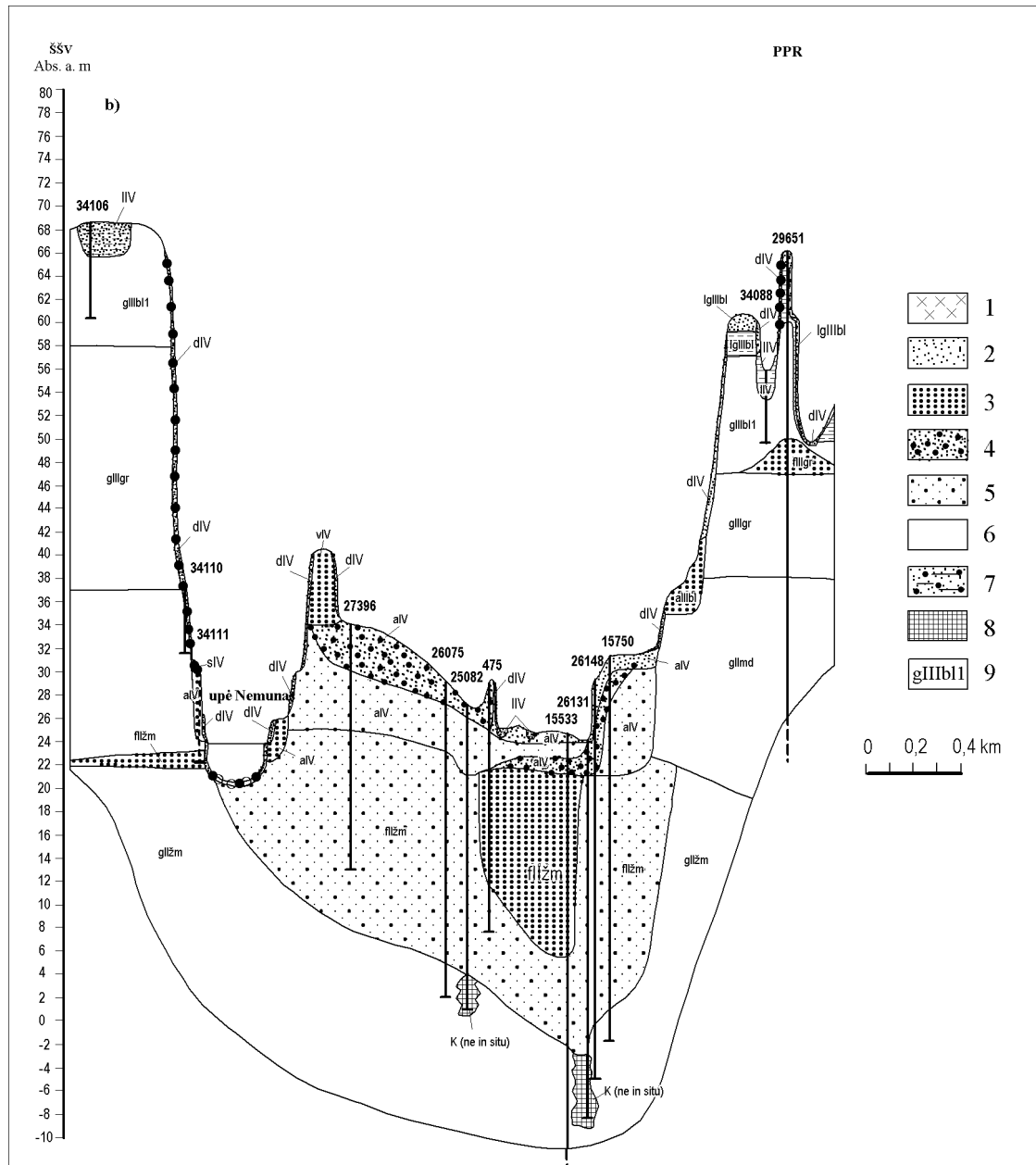
Kauno mieste paèios pavojingiausios ir daugiausiai nuostoliø atneðè jau minètos nuoðliauþos, susiformavusios 1994-øjø pavasarà Lentvario, Liðkiavos, Titnago, Slènio, Josvainiø, Kybartø, Julijanavos ir Bakanaus-

ko gatvèse, 1998 m. – kelio Kaunas–Marijampolè–Suvalkai iðkastos ډlaite, taip pat 2003 10 06 susiformavusi nuoðliauþa Veiveriø gatvèje. Kauno miesto valdybos duomenimis, 1994-øjø pavasarà susiformavusios nuoðliauþos padarè 2,1 mln. Lt nuostoliø, kelio atkuriamøjø darbø vertè siekè 535 tūkst. Lt, o ið deformuoto gyvenamojo namo Veiveriø g. Nr. 50 buvo iðkelti gyventojai.

ډlaitø deformacijos kelia grèsmà gyvenamiesiems namams ir kitiems statiniams, poþeminèms komunikacijoms, keliams ir gatvèms Nemuno slènio deðiniajame ډlaite, Verkiø g. Nr. 61 (12-oji nuoðliauþa), Aukðtuosiuose Kaniùkuose, Ðalèio karùnos alèjos Nr. 34 (37-oji nuoðliauþa), raguvoje tarp Bakanausko g. ir Liùdesio alèjos (24-oji nuoðliauþa), raguvoje Ðaliakalnyje, Savanoriø g. Nr. 51 (36-oji nuoðliauþa), Nemuno slènio kairiajame ډlaite, Aleksote, Veiveriø g.



b



6 pav. Upiø slėniø sandara (Karmazienė, 2003): *a* – Neris; *b* – Nemuno.

1 – technogeninis gruntas, 2 – smulkus smėlis, 3 – vidutinio rupumo smėlis, 4 – rupus smėlis, 5 – þvirvingas smėlis, 6 – moreninis priemolis ir priemolis, 7 – deliuvinis priemolis ir priemolis su retu þvirgþdu, 8 – kreida, 9 – sluoksniu stratigrafinis genetinis indeksas. Holoceno dariniai, nuosėdos ir nuogulos: t IV – technogeniniai dariniai, d IV – deliuviniai dariniai, l IV – limninės nuosėdos, s IV – solifliukciniai dariniai, a_sIV – aliuvinės salpinės terasos nuogulos. Virðutinio pleistoceno Nemuno svitos Baltijos posvitės nuosėdos ir nuogulos: aIIIbl – aliuvinės, lgIIIbl – limnoglacialinės, gIIIbl₁ – glacialinės Pietø Lietuvos sluoksniø. Grūdos posvitės nuogulos: flIgr – fliuvioglacialinės, gIIGr – glacialinės. Vidurinio pleistoceno nuogulos: gIIImd – Medininkø svitos glacialinės, flIþm – Ðemaitijos svitos fliuvioglacialinės, gIIþm – Ðemaitijos svitos glacialinės. K – kreidos sistemos uolienos

Fig. 6. Structure of river valleys (by Karmazienė, 2003): *a* – Neris; *b* – Nemunas.

1 – technogenic soil, 2 – fine-grained sand, 3 – medium-grained sand, 4 – coarse sand, 5 – gravelly sand, 6 – morainic loam and loamy sand, 7 – deluvial loam and loamy sand with gravel, 8 – chalk, 9 – stratigrafical-genetical index of the layer. Holocene formation: t IV – technogenical deposits; d IV – deluvial, l IV – lacustrine; s IV – solifluction; a_sIV – floodplain deposits. Sediments and deposits of Baltija subformation of the Nemunas (Weichselian) Formation of Upper Pleistocene: aIIIbl – floodplain sediments, lgIIIbl – glaciolacustrine deposits, gIIIbl₁ – basal till of Southern Lithuanian formation. Deposits of Grūda subformation: flIgr – glaciofluvial, gIIGr – basal till. Middle Pleistocene deposits: gIIImd – basal till of Medininkai (Warthanian) subformation, flIþm – basal till of Ðemaitija (Saalian) subformation. K – Cretaceous rocks

Nr. 50, Marvelės slėnio dešiniajame ūlaite, Santarvės g. Nr. 29 (8-oji nuodliauša).

Nuodliaušų inventorizacijos Vilniaus ir Kauno miestuose duomenimis, taip pat remiantis daugelio kitų nuodliaušų tyrinėtojų išvadomis (Mikdys, Marcinkevičius, Mikulėnas, 2002), nuodliaušos dažniausiai atsiranda ten, kur joms palanki natūrali aplinka yra pažeidžiama žmogaus ūkinės veiklos. Tad daugelio klaidų ir nelaimių būtų galima išvengti, jeigu nė vienas statybos ar ūkinės veiklos ūlaituose projektas nebūtų sudaromas be inžinerinių geologinių tyrinėjimų, o statybų leidimai nebūtų išduodami be inžinerinės geologinės ekspertizės.

Eoliniai reiškiniai. Kauno miesto teritorijoje eoliniai reiškiniai yra paplitę Nemuno slėnyje Petrašiūnuose, Panemunės kilpoje, Žanėnuose, Lampėdžiuose ir Pėmutiniuose Kaniūkuose, Neries slėnyje ties Kleboniškiais, taip pat Aukštutiniuose Kaniūkuose ir Žilainių miške.

Nemuno slėnyje yra perpustytos II ir IV, Neries slėnyje – III ir VI viršalpinės terasos, o Aukštutiniuose Kaniūkuose, Žilainių miške ir Petrašiūnuose – fluvioglacialinės nuogulos. Ėia vyrauja švairios eolinio reljefo formos – kaubrai, kauburiai, kopos ir net kopų masyvai. Tipiškas eolinis reljefas su parabolinėmis kopomis, išlenktos formos kopagūbriais ir defliacinėmis daubomis paplitęs Panemunės kilpoje (Karmazienė, 2003). Kopų aukštis Panemunės kilpoje siekia 10–12, Žanėnuose – 5–7, Žilainių miške – 5–10, o Lampėdžių eoliniame masyve – iki 15 m. Eolinis reljefas dažniausiai yra apaugęs mišku.

Žmogaus ūkinės veiklos sukelti procesai. Kauno miesto teritorijoje žmogaus ūkinė veikla labai intensyviai keičia gamtinę aplinką – ypač kraštovaizdį, litosferos viršutinę dalį hidrogeologines sąlygas. Mažiausiai žmogaus ūkinė veikla paveikė Panemunės, Kleboniškio miško, Lampėdžių ir Kauno marių regioninio parko, Žilainių miško bei Jiesios kraštovaizdžio draustinio teritorijas. Likusioje teritorijos dalyje, kaupiantis technogeniniam gruntui, statant statinius, tiesiant kelius ir gatves, statant uptynkas ir tiltus, kasant karjerus, formuojasi technogeninis reljefas.

Švairaus storio technogeninis piltas gruntas dengia didelę Kauno miesto teritorijos dalį Didelio reljefo ir hidrografinio tinklo pokyčiai įvyko 1955–1959 m., kai Kauno miesto teritorijoje, Petrašiūnuose, ant Nemuno upės buvo pastatyta hidroelektrinė. Kauno hidroelektrinės statybos metu buvo iškasta 5079 tūkst. m³ grunto, iš smėlio ir priemolio supiltos trys žemės uptynkos 464–912 m ilgio ir 19–26 m aukščio (iš viso – 3523 tūkst. m³ grunto). Iš betono ir gelžbetonio buvo pastatyta 79 m ilgio ir 37 m aukščio vandens nupylimo uptynka. Pastačius uptynką, vandens lygis, esant normaliai patvankai, pakilo iki 44 m abs. a, tai yra – 20 m virš apatinio bjefo, susidarė 63,5 km² ploto Kauno marios, kurioje maksimalus gylis prie statinių siekia 24,6 m, vandens tūris – 240 mln. m³. Patvanka nusidriekė 95 km. Uptyn-

kus Nemuną ir suformavus Kauno marias, pakito paviršinio ir požeminio vandens režimas, prasidėjo marių krantų performavimas. Dar du nedideli tvenkiniai susidarė Aukštutiniuose Kaniūkuose uptynkus Gyrio ir Plytupio upelius.

Kauno mieste, Vilijampolėje ir Petrašiūnuose, yra du nedideli 0,3 ir 2 ha ploto karjerai, kuriuose buvo kasamas žvyras. Žiuo metu eksploatuojamas Vaidvydavos smėlio telkinys. Žiuo telkinio karjero plotas Kauno miesto teritorijoje siekia 33,5 ha. Petrašiūnų ir Vaidvydavos karjerai iš dalies uptyndyti.

Krantams stabilizuoti betonine krantine sutvirtinta apie 6,2 km Nemuno upės krantė. Betoninėmis plokštėmis, akmenimis ir geotekstile sutvirtintos kai kurios Kauno marių krantės atkarpos ties Palemonu ir jachtų klubu, kairysis Jiesios krantas ties Šanašos gatve ir kt.

Statinių deformacijos yra dažnos Kauno senamiestyje. Inžinerinių geologinių maršrutų metu Kąstučio gatvėje Nr. 12, Karaliaus Mindaugo prospekte Nr. 8, 29, Kanto gatvėje Nr. 2, Zamenhofo gatvėje Nr. 5a, taip pat Jakšto gatvėje Nr. 4, 16, Rotušės aikštėje Nr. 19 ir kitur buvo pastebėti senos statybos švairaus aukščio (nuo dviejų iki penkių aukštų) gyvenamieji namai, kurių sienose ir pamatuose atsiveria nuo kelio mm iki 3–4 cm pločio plyšiai. Avarinės būklės jau negyvenamas namas su gausiais iki 10–15 cm pločio plyšiais sienose ir pamatuose yra Muitinės gatvėje Nr. 20. Nuo kelio mm iki 3 cm pločio plyšiai yra XV–XVII a. gynybinėje sienoje ir bokšte Kąstučio gatvėje, mikroplyšiai – Muzikinio teatro pastato sienoje, taip pat Jėzuitų gimnazijos pastato sienose T. Daugirdo gatvėje. Žiuo pastatų deformacijų priežastis – netolygus žemės pagrindų ir pamatų sėdimas dėl specifinės sudėties ir savybių technogeninio grunto, silpno smėlingo, su organine medžiaga grunto bei ypač spūdaus biogeninio grunto buvimo žemės pagrinduose. Gražinių duomenimis, Kąstučio gatvės pradžioje, taip pat I. Kanto ir Karaliaus Mindaugo gatvių sankirtos rajone po 3–4 m pulto grunto sluoksniu slūgso iki 1,1 m storio limninis smulkus smėlis su organine medžiaga ir iki metro storio dumblas. Netolygų statinių pagrindo grunto sutankėjimą lemia nevienalytė jo petrografinė sudėtis, nevienodas tankumas ir spūdumas, organinės medžiagos destrukcija, smėlio dalelių sufozija, intensyvaus transporto poveikis ir kt.

Kauno miesto teritorijoje gruntinis vanduo yra intensyviai veikiamas antropogeninių procesų. Eksploatuojant Kleboniškio, Viėiūnų, Eigulių vandenvietes, statant statinius, asfaltuojant teritorijas, įrengiant kanalizaciją ir dreną, žemėje gruntinio vandens lygis, kinta jo nuotėkio ir iškrovos režimas, mažėja infiltracinės mitybos plotas. Žemėjant gruntinio vandens lygiui tankėja smėlingi ir smėlingi-žvyringi gruntai, vyksta durpių ir organinių medžiagų skaidymasis ir destrukcija. Dėl žios priežasties sėda žemės paviršius, pamatai ir statiniai, deformuojasi gatvių danga.

ĮVADAS

1. Kauno miesto teritorijoje paplitę geologiniai procesai ir reiškiniai (Kauno marių krantų performavimas, upių žoninė erozija, nuodliaužos, griovos ir raguvos, pastatų deformacijos ir kt.) yra rimta problema, su kuria susiduriama projektuojant, statant ir naudojant žvairios paskirties statinius.

2. Iš visų Kauno miesto teritorijoje vykstančių geologinių procesų ir reiškinio pavojingiausios yra nuodliaužos, atsirandančios upių slėnių žlaituose ir kelių iškasoje. Jos padaro daug žalos miesto ūkiui – sukelia pastatų avarijas (nukenčia žmonijos turtas), pažeidžia inžinerinius tinklus. Svarbiausia nuodliaužų atsiradimo priežastis – žmogaus ūkinė veikla.

3. Kauno marių krantų performavimas sunaikina didelius žemio plotus, upių žoninė erozija reikalauja nemažų lėšų krantams sutvirtinti, o griovos ir raguvos trukdo tiesti požemines komunikacijas.

4. Svarbiausias geologinių procesų ir reiškinio tolesnio tyrimo tikslas Kauno miesto teritorijoje yra jo prevencija, raidos sulėtinimas arba sustabdymas. Tam būtina nuodugniai ištirti geologinių procesų bei reiškinio atsiradimo ir vystymosi sąlygas, priežastis ir veiksnius.

Straipsnio autoriai dėkingi B. Karmazinui už griovų ir raguvų ilgio skirstinių statistinį apdorojimą, taip pat V. Bukauskienei ir L. Jaroševienei, padėjusioms parengti straipsnį spaudai.

Literatūra

- Bucevičiūtė S., Marcinkevičius V., Mikulėnas V. 2004. Kauno miesto geologinės informacijos duomenų bazės sukūrimas. Inžinerinis geologinis žemėlapis M 1:10 000. Aiškinamasis raštas. Vilnius, LGT GF. 88 p. (rankraštis)
- Jonynas J., Baltrūnas V., Žliaupa A., Karmazienė D., Riškus V. 1995. Kauno miesto ir apylinkių geologinio potencialo tyrimas ir ekogeologinės situacijos įvertinimas. Vilnius, LGT GF. 76 p. (rankraštis)
- Jucevičiūtė V., Vainauskas V., Kudaba E., Gaudežius V. 1988. Kauno marių krantų litodinaminiai procesai. *Geografijos metraštis*. 24. 120–130.
- Karmazienė D. 2003. Kauno miesto geologinės informacijos duomenų bazės sukūrimas. Kvartero geologinis žemėlapis M 1:10 000. Aiškinamasis raštas. Vilnius, LGT GF. 125 p. (rankraštis)
- Končius J., Gegieckas S. 1999. Kelio Kaunas–Marijampolė–Suvalkai A5 2,9–3,3 km iškasoje žlaito inžinerinio tyrimo ataskaita. Kaunas, AB „Kelprojektas“ archyvas. 62 p. (rankraštis)
- Kriaušėnaitė V. 2002. Kauno marių krantų pokyčiai 1959–2002 metais. *Geologija*. 40. 66–73.
- Masiulis P., Norkus F., Pranaitis V. 1969. Šiuolaikiniai geologiniai procesai Lietuvos TSR teritorijoje. *Lietuvos*

geologija ir profesorius Mykolas Kaveckis. Vilnius–Kaunas. 132–143.

- Maslauskienė E. 1998. Savanorių prospekto aikšnė Kaune. Kaunas, UAB „Rapasta“ archyvas. 45 p. (rankraštis)
- Marcinkevičius V. 2002. Geological processes and phenomena in Lithuania and their classification. *Engineering Geology for Developing Countries-Proceedings of 9th Congress of the International Association for Engineering Geology and the Environment*. Durban, South Africa, 16–20 September 2002. Ed. J. L. van Rooy and C. A. Jermy. 1210–1215.
- Mikšys R. B., Marcinkevičius V., Mikulėnas V. 2002. Human factors in landsliding processes of Lithuania. *Landslides: Proceedings of the First European Conference on Landslides*. Prague, Czech Republic. 251–254.
- Norkus F. 1963. Kauno HES tvenkinio krantų formavimasis per pirmuosius du eksploatacijos metus. *Lietuvos TSR auklėtojų mokyklų mokslo darbai. Statyba ir architektūra*. 3. 5–22.
- Norkus A., Raėinskas A. 1981. Marių krantai. *Kauno marios* (straipsnių rinkinys). Vilnius: Mokslas. 97–101.
- Norkus F. 1983. Kai kurie Kauno HES tvenkinio krantų persiformavimo klausimai. Kaunas: KPI. 13 p.
- Paukštė V., Mikulėnas V. 2004. Kauno miesto geologinės informacijos duomenų bazės sukūrimas. Pilto grunto storio ir paplitimo žemėlapis M 1:10 000. Aiškinamasis raštas. Vilnius: LGT GF. 19 p. (rankraštis)
- Riškus V. 1995. Kauno stichinės nelaimės. *Kauno diena*.
- Skuodis V. 1979. Neries ir Nemuno upių dugninio aliuvio susidarymas ties Kauno senamiesčiu. *Geografijos metraštis*. XVI. 161–171.
- Stelmokaitis G. 2003. Nuodliaužų problema Kauno mieste. *Journal of civil engineering and management*. IX. 152–157.
- Žešenulevičius J. 1994. Kauno miesto Slėnio gatvės nuodliaužos inžineriniai geologiniai tyrinėjimai. Kaunas, UAB „Rapasta“ archyvas. 28 p. (rankraštis)
- Žimkus J. 1969. Prof. Kaveckio moksliniai darbai inžinerinėje geologijoje. *Lietuvos geologija ir profesorius Mykolas Kaveckis*. Vilnius–Kaunas. 118–123.
- Žlaito, priklausantį Kauno miesto gamtiniam karkasui, apsaugos, naudojimo ir tvarkymo nuostatai, patvirtinti 1997 01 08 Kauno miesto tarybos. 1997. Kaunas. 3 p.
- Valiūnas J., Baltrūnas V., Riškus V., Jonynas J. 1998. Žlaito naudojimo ir apsaugos problemos Kauno mieste. *Geologija*. 23. 165–173.
- Žaidžiūnaitė A. 1974. Ūkiniai žemės ir žemės ūkio žemėlapiai. *Geografijos metraštis*. 24. 120–130.
- Žaidžiūnaitė A. 1966. Ūkiniai žemės ūkio žemėlapiai. *Geografijos metraštis*. XVI. 161–171.

Deeoon A. 1978. I oai ea i dediai uo e ei xai adi i-
aaieiaeaneeo onieae a. Eaoi an aey
ni noaaei ey aai daeuiiai i eai a ia 2000 ai a.
Eaoi an. 174 n.

Salomėja Bucevičiūtė, Vytautas Marcinkevičius, Vidas Mikulėnas

GEOLOGICAL PROCESSES AND PHENOMENA IN THE KAUNAS CITY AREA (MIDDLE LITHUANIA)

Summary

In the territory of the Kaunas City, the beginning and development of geological processes and phenomena are caused by activity of surface water (abrasion and destruction of the Kauno Marios water reservoir banks, erosion and destruction of river banks, gullying), surface water and groundwater (swamping), ground water (suffosion), gravity (landsliding), etc.

Landslides are most dangerous and most frequent among the geological processes and phenomena occurring on slopes in the territory of the Kaunas city. Landslides occur on the slopes of the Nemunas and the Neris rivers, the Jiesia and other rivulets, on the slopes of ravines, on the banks of the Kauno Marios water reservoir, on the escarpments in excavations and causeways (roadbeds) of traffic roads.

Landslides are often of small and medium size, rarely big reaching up to 7000 m³ (and more). Slided down soil slip surface appeared at a depth of 5 m. Favourable conditions for landslide occurrence are as follows: *geological structure* – slope failures develop in the series of Quaternary sediments formed of differently sized sand, sandy loam, loam and clay; *geomorphological* – steep slopes in deep valleys of rivers (the height of slopes reaches 50 m and more, slope inclination 35–50°); *hydrogeological (hydrological)* – a rather shallow groundwater level, the hydrological regime in the Kauno Marios water reservoir (the amplitude of water level fluctuation is possible up to 5 m and more) and rivers also (amplitude of water level fluctuation is possible up to 3.5 m and more in the Nemunas river).

The development of landslides in the Kaunas City area is mainly influenced by anthropogenic factors inducing slope movements which damage both natural and artificial slopes.

Naieiy Aooayepoa, Aeoaoan l adoeieyae-pn,
Aeaa l eeoai an

AAI EI AE x ANEEA I DI OANNU E BAEAI EB I A OADDEOI DEE A. EAOI AN (NDAAI B B EEOAA)

Daçpi a

I a oaddeoi dee a. Eaoi an iaapaaopny
aaieiaeaneeo idioannu e yaeai ey, nayçaiia n
aaenoeai iaaddoiinoi uo aia (iiai ua e
daçdoai ea aadaaa Eaoi anneiai aiai oðai eeuà,
iiai ua e daçdoai ea ða-i uo aadaaa, iadaaei-
aaei-i ua yaeai ey), n aaenoeai iaaddoiinoi uo e
iiaçai i uo aia (çaeie+eaaiea), n aaenoeai
iiaçai i uo aia (nooioçeiia yaeai ey), n
aaenoeai adaeoaoeii uo nee (iieçie) e ad.

I aeai eaa iiani ui e yaeypony iieçie. I ie
ðani di noðai ai u ia neeiiao ðae I yi oi an, I yðen,
Any e adaeo, aieaa iaeeeo ðae, ia neeiiao
iadaaa, ia aadaao Eaoi anneiai aiai oðai eeuà e
ia ioeinoo aoi ai ðie uo auai ie. I iieçie +aua
ndaai ea, ðaea aieuea - iauai i ai 7000 i³ e
aieaa, a iniiai i iaaddoiinoi ua e iaeeea
(iaaddoiinoi neieueai ey +aua anaai iaioieony ia
aeoaeia ai 5 i). I adaçiai ep iieçiae
ni iniandopbo neaopuea onieaey: aaieiaeaneeo
noðiai ea neeiia e ioeinia (i adaeaeai ea
i ðai i uo, aeiee uo e iañ-ai uo aiai i-eeai eei auo
ioei aeie), aieueay auia e edoeci a neeiia
aieei ðae (auia neeiia ainoeaa 50 i e aieaa,
a oai e iaeeia - 35-50°), aeadi aai eiaeaneeo
onieaey (iaeeoaeia çaeaaia e iiaçai i uo aia),
aeadi eiaeaneeo ðaei Eaoi anneiai aiai oðai eeuà
(ai ieooaa eieaaai ey oðai y ai au i iaeo ai noeaaou
5 i e aieaa) e ðae (ai ieooaa eieaaai ey oðai y
ai au a ðae I yi oi an ainoeaa 3,5 i e aieaa).

Onoai iaai i, +oi aieueeinoai iieçiae a a.
Eaoi an i adaçiaaei nu aneaanoaea eiaai adie e
oi cyenooai iie aayoeui inoe +aeiaea - eç-çà
oaae+ai ey edoeci u neeiia i ðe eo iiaðaçea,
iieeaei ey i ði +i inoe adoi oia aneaanoaea eçi ai ey
eo oçe+aneiai ni noi yi ey i ðe oaeaei ai ee eç-çà
oaa+ee ai ai i ði ai ai uo naoe, eçi ai ey
iai ðyaei iiai ni noi yi ey adoi oia a çia
oi ði eðiaai ey neeiia e noðieoaeuooa ioeinia e ið.