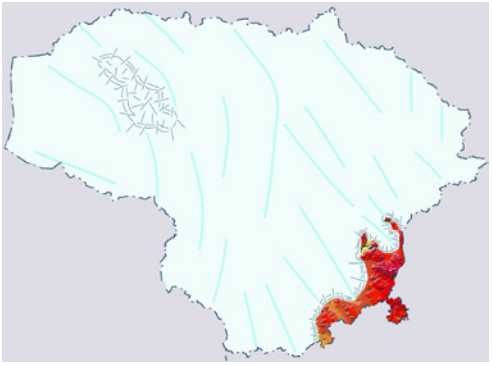
Jonas Satkūnas, Gamtos tyrimų centro Klimato ir vandens tyrimų laboratorija ir Lietuvos geologijos tarnyba

VILNIAUS KALNŲ TVĖRIMASIS. DRAMA PRIE LEDYNO

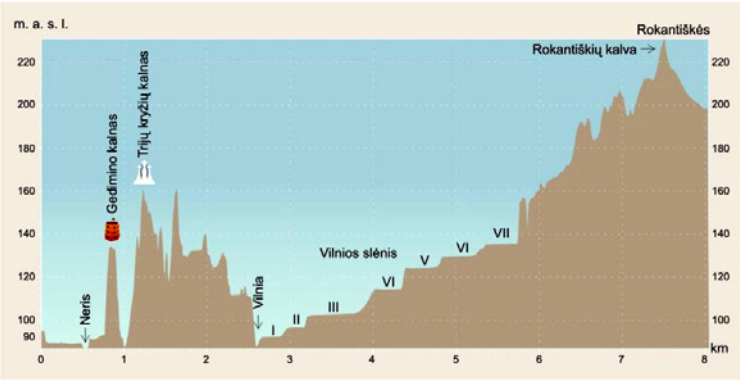
Kalvomis, slėniais ir lomomis banguojantis, vilnijantis miestas Vilnius nuo seniausių laikų įkvėpė menininkus kurti tapybos darbus ir litografijas, įamžinti vaizdus seniausiose fotografijose. Jo širdis – Vilniaus kalvynas – teritorija nuo Gedimino kalno vakaruose iki Gedimino kapo kalno rytuose – sudėtingas ledyno pakraštyje vykusių gamtinių procesų kūrinys. Kalvyno teritorijoje ir gretimybėse reljefo absoliutusis aukštis kinta nuo 87 m Vilnios ir Neries santakoje iki 230 m Rokantiškėse, o peraukštėjimas vieno kilometro atstumu vietomis siekia net 100 m (1 pav.). Prie dabartinio Vilniaus vaizdo – nuo priešistorinių laikų iki dabartinių gerokai prisidėjo ir žmogaus veikla. Nors raižyto reljefo eroziniai raguvynai sunkiai pasiduoda urbanizacijai, ant čia stūksančių stačiašlaičių (vyrauja 30–45^0) kalnų kūrėsi miesto įtvirtinimai ir pilys – Kreivasis miestas, jokio priešo nepaimta Gedimino pilis ir kitos, kurios šiandien sudaro Vilniaus pilių valstybinio kultūrinio rezervato teritoriją.

Vilniaus miesto ir apylinkių reljefo tyrimus išsamiai apžvelgusi R. Guobytė (2023 m.) konstatavo, kad M 1:50 000 geologinis kartografavimas įrodė Vilniaus kalvyno priklausomybę priešpaskutiniojo apledėjimo Medininkų aukštumai (2 pav.). Sujaukti ir sustumdyti šios aukštumos pašlaitės segmentai ties Naująja Vilnia ir Kairėnais rodo buvusį paskutiniojo apledėjimo pakraštį. O Vilniaus pilių valstybinio kultūrinio rezervato teritorijoje neaptikta jokių akumuliacinių paskutiniojo apledėjimo paliktų formų ar deformacijų, sietinų su ledyno stūmimu ar deformacine galia, nes ji pasistūmėjimo fazės metu jau buvo išsekusi.



2 pav. Paskutiniojo ledyno maksimalaus išplitimo metu (maždaug prieš 22 tūkst. m.) visa Lietuva buvo padengta ledo skydo ir tik Medininkų aukštuma ir Vilniaus kalvynas liko ledyno neįveikti, bet sukaustyti amžinojo įšalo (sudarė R. Guobytė (Lietuvos..., 2014))

Fig. 2. All territory of Lithuania was covered by ice during the Last Glacial maximum (c.a. 22 kyrs ago) and only Medininkai Higland and Vilnius Hills area were ice free and under permafrost conditions (compiled by R. Guobytė (Lietuvos..., 2014))



1 pav. Apibendrintas reljefo profilis nuo Gediminio kalno iki Rokantiškų kalvos. Romėniškais skaičiais parodytos Vilnios slėnio viršsalpinės terasos

Fig. 1. Generalised topography profile from the Gediminas Hill to the Rokantiškės Hill. Overbank terraces of Vilnia River are indicated by Roman numerals

Koks skulptorius sukūrė Vilniaus kalnus?

Vilniaus kalvynas dažniausiai vadinamas eroziniu, t. y. jis suformuotas ne akumuliacinių procesų, o tarsi išskobtas kvartero darinių masyve erozijos jėgų, kurios dažniausiai sietinos su paviršinio vandens srautais. Eroziją gali sukelti ir požeminio vandens iškrovos – tokiais atvejais formuojasi sufozinės kilmės cirkai. Neabejotinai, Vilniaus kalvyno tapsmui svarbias sąlygas padiktavo Vilnios ir Neries upių slėnių ir jų santakos raida. Panagrinėkime, ar ledyno tirpsmo, upių, kritulių vandenys galėjo išgraužti lomas bei griovas ir tokiu būdu išskobti Vilniaus kalnus.

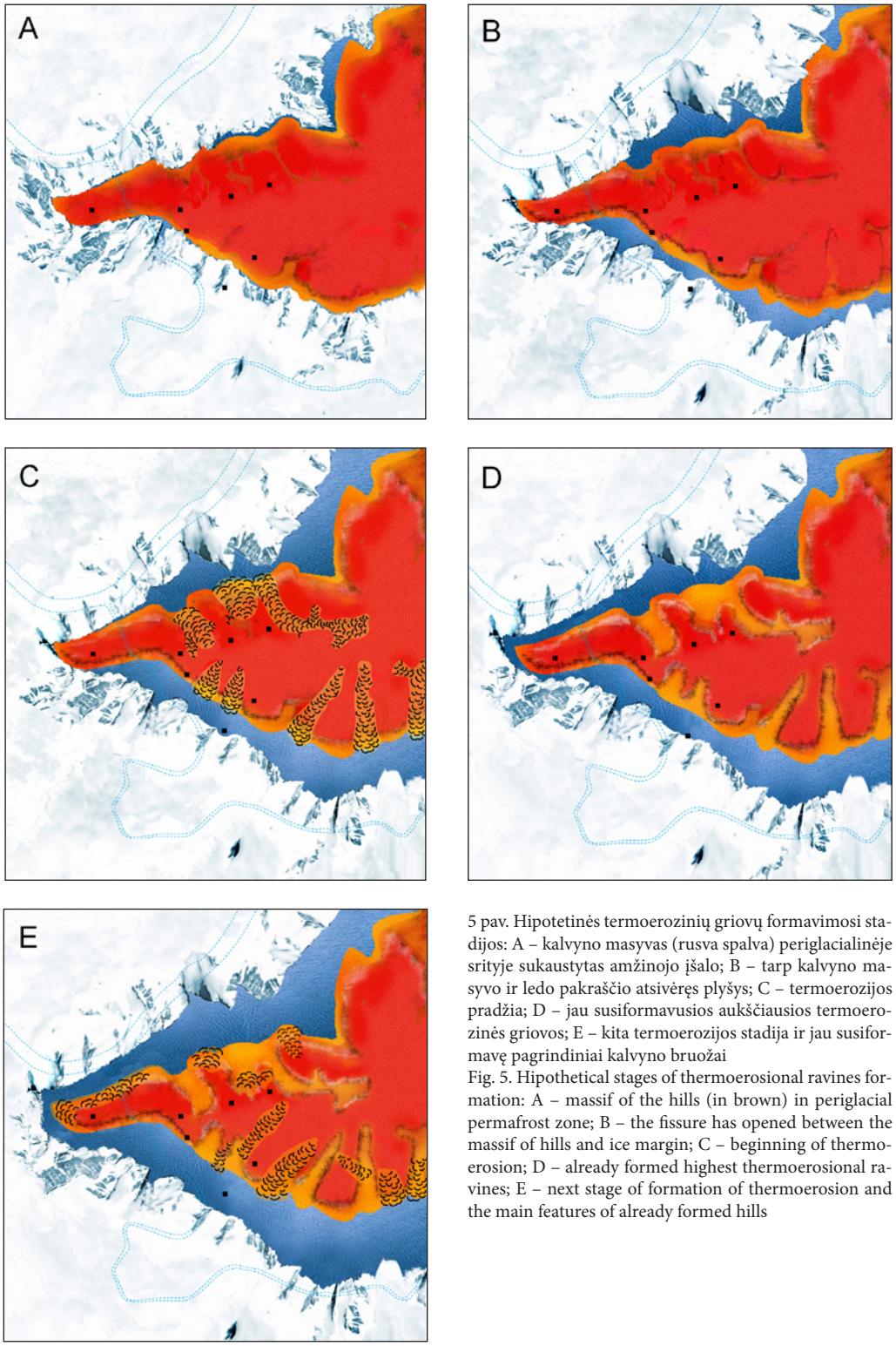
3 pav. Atšilus įšalui ir grunto masei slenkant nežymaus nuolydžio šlaitu, žemėje susidarė plyšiai. Jukonas (Kanada). Jono Satkūno nuotr.
Fig. 3. Ground fissures occured due to mass movement even on the gentlle slope. Yukon, Canada. Photo by J. Satkūnas

4 pav. Būdingas termoerozinis cirkas prie Laptevų jūros (Šiaurės Sibiras). Aleksandr'o Kiziakov'o nuotr.
Fig. 4. Typical thermoerosional amphitheater at Laptev Sea (North Siberia). Photo by A. Kiziakov

Paprastai erozija vyksta vandens srautui (pastoviam ar laikinam) išplaunant ir išnešant grunto, nuosėdų ar uolienų daleles. Erozinių procesų atmaina, susijusi su amžinojo įšalo reiškiniais, yra termoerozija, vykstanti laikinai ar negrįžtamai atšylant įšalui. Drėgmės prisotinta atšilusio grunto masė tampa labai nestabili, taki ir veikiama gravitacijos, esant net nežymiam (2–5^0) šlaito polinkiui, juda ir deformuojasi (3, 4 pav.). Tokie termoerozijos procesai vyksta dabartinėse amžinojo įšalo srityse, ir pastaruoju klimato atšilimo metu šie procesai ypač intensyvėja.

Galima daryti pagrįstą prielaidą, kad poledynmečiu, staigiai atšilus klimatui, termoerozija vyko ir periglacialinėje, ledo skydu nepadengtoje teritorijoje. Tokia buvo susidariusi Medininkų aukštumoje ir jos šiauriniame tęsinyje – Vilniaus kalvyno masyve (Satkūnas, 2013). Mokslinėse publikacijose nurodoma, kad paskutiniojo ledlaikio (Weichselio, Nemuno) maksimalaus išplitimo metu šiaurinėje ir centrinėje Europoje įšalo gylis galėjo siekti 120–140 m (Delisle et al., 2003). Nemažai reljefo tyrinėtojų Medininkų aukštumoje yra nustatę periglacialinės perstrukcijos požymių. Tai sluoksnių kriogeninės tekstūros – šalčio plyšių pseudomorfozės, išlankstytos tekstūros, kongelifliukcinės slinktys. Apie pusę Medininkų aukštumos slėnių yra susidarę linijiškai slystant atitirpusiam skystam gruntui į pažemėjimus, t. y. vykstant termoerozijos procesui, kurį Č. Kudaba vadino korozija (Kudaba, 1983).

Galima manyti, kad paleogeografinės sąlygos buvo palankios termoerozijai ir Vilniaus kalvyno masyve (5 a, b, c, d pav.). Dėl klimato aridizacijos paskutiniojo ledlaikio maksimumo metu ir jo pabaigoje kritulių kiekis turėjo būti labai mažas, todėl kritulių vandens erozija buvo nežymi. Ledo tirpsmo vanduo drenavosi ledyno pakraščiu, vėliau Neries ir Vilnios slėniais. Kaip rodo reljefo profilis (1 pav.), Vilniaus kalvynas buvo iškilęs virš fliuvioglacialinio srauto, kurio suformuotos terasos hipsometriškai išsidėsčiusios žemiau (130–140 m abs. a.). Tokiu būdu fliuvioglacialinė erozija pačių aukščiausių kalvyno griovų



5 pav. Hipotetinės termoerozinių griovų formavimosi stadijos: A – kalvyno masyvas (rusva spalva) periglacialinėje srityje sukaustytas amžinojo įšalo; B – tarp kalvyno masyvo ir ledo pakraščio atsivėręs plyšys; C – termoerozijos pradžia; D – jau susiformavusios aukščiausios termoerozinės griovos; E – kita termoerozijos stadija ir jau susiformavę pagrindiniai kalvyno bruožai

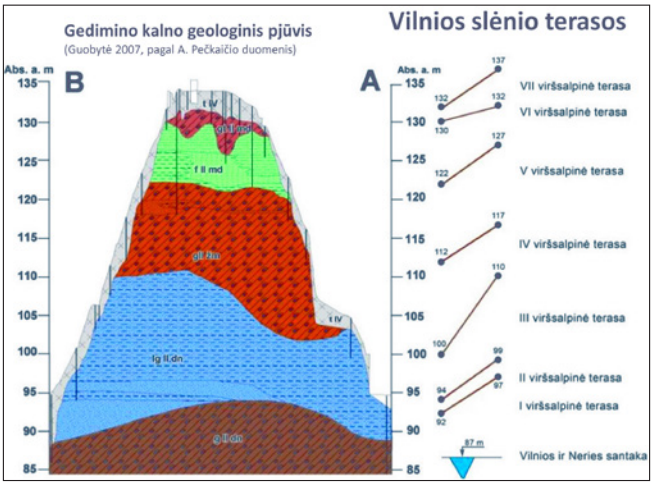
Fig. 5. Hipothetical stages of thermoerosional ravines formation: A – massif of the hills (in brown) in periglacial permafrost zone; B – the fissure has opened between the massif of hills and ice margin; C – beginning of thermoerosion; D – already formed highest thermoerosional ravines; E – next stage of formation of thermoerosion and the main features of already formed hills

6 pav. Termoerozinės kilmės Dainų slėnis Kalnų parke Vilniuje. J. Satkūno nuotr.
Fig. 6. The Dainų (Songs) Valley of thermoerosional origin in Kalnų (Mount) Park. Photo by J. Satkūnas

suformuoti negalėjo, nes tirpsmo vanduo tekėjo žemesniame lygyje. Belieka daryti prielaidą, kad raguvos, besileidžiančios į VII–VI terasas arba „pakibusios“ šių terasų šlaituose, yra termoerozinės kilmės (5 a, b, c, d pav.). Jų išilginiai profiliai skiriasi nuo dabartinių griovų. Tipiška termoerozinė raguva yra Dainų slėnis (6 pav.). Tai beveik plokščiadugnis amfiteatras, kurio ilgis 200 m, plotis 50–60 m, o dugnas 130 m abs. a., t. y. VI terasos lygmenyje.

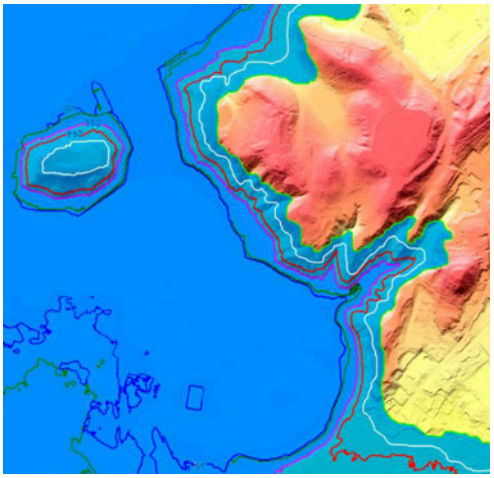
Jo didenybė Gedimino kalnas

Kartą teko girdėti, kaip olandų turistai klausė: „Kaip Vilniaus centre atsirado vulkanas?“ Iš tiesų, dabartinės formos Gedimino kalnas panašus į klasikinį, tiesa, miniatiūrinį stratovulkano kūgį (7 pav.). Ar jis tokią formą turi nuo poledynmečio laikų, ar jį tokį suformavo žmonės, siekdami pilies gynybinių pranašumų, dar ginčijamasi. Pavyzdžiui, R. Vitkauskienė rašė: *Tiškevičius įrodinėjo, kad*



7 pav. Gedimino kalno geologinis pjūvis (Guobytė, 2008) ir Vilnios slėnio terasų aukščiai. Gedimino kalnas sudarytas iš Dainavos ledlaikio moreninių (gIIdn) ir limnoglacialinių (lgIIdn), Žemaitijos ledlaikio moreninių (gIIžm), Medininkų ledlaikio moreninių (gIImd ir gtIImd) ir fliuvioglacialinių bei technogeninių (kultūrinio sluoksnio) darinių (tIV)
Fig. 7. Geological cross-section of the Gediminas Hill (Guobytė, 2008) and the levels of overbank terraces of Vilnia River Valley. The Gediminas Hill is composed of till (gIIdn) and glaciolacustrine (lgIIdn) deposits of Dainava Glaciation, till of Žemaitija Glaciation (gIIžm), till (gIImd and gtIImd) and glaciofluvial deposits of Medininkai Glaciation and technogenic (cultural layer) formations (tIV)

dešinioji Vilnios vaga yra natūrali, o kairioji – dirbtinis kanalas. Dešiniosios vagos prakasimu suabejojo M. Homolickis (Vitkauskienė, 2011). Kai kalbama, kad dabartinę Vilnios vagą, kuria ji įteka į Nerį, istorinėje praeityje iškasė žmonės, girdime abejones, – kaip tai įmanoma, kur padėta iškasta milžiniška grunto masė? Palikime istorikams kanalo kasybos darbų klausimą ir pažiūrėkime, kaip galėjo atrodyti Gedimino kalnas paskutinio ledyno tirpsmo vandenų plūsmo metu. Geomorfologiniai duomenys rodo, kad formuojantis VII ir VI terasoms Vilnios ir Neries slėniais vandenys plūdo aukščiau nei dabartinis Gedimino kalno viršus (8 pav.). Kalno viršūnė galėjo išnirti iš vandenų tik IV terasos formavimosi metu, tačiau ir tada vandens srautai buvo labai galingi ir tikrai galėjo visiškai nueroduoti Gedimino kalną, jei jis būtų buvęs atskiros salos pavidalo. Todėl manome, kad nuo poledynmečio pradžios Gedimino kalnas galimai buvo Trijų Kryžių–Bekešo–Stalo kalnų masyvo dalimi ir tik todėl išvengė nuplovimo (9 pav.).

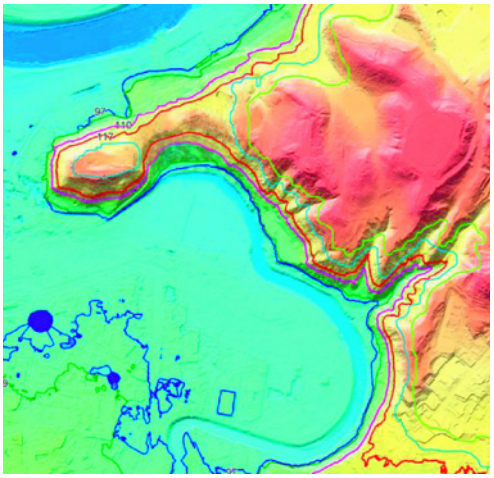


8 pav. Gedimino kalnas VI terasos formavimosi metu. Plūstant vandenims jos lygis buvo aukščiau nei 130 m abs. a. ir visas Gedimino kalnas paniręs galingame vandens sraute. Jis vargu ar būtų išlikęs, jei nebūtų tvirtos jungties (balnakalvės) su Trijų Kryžių kalno masyvu
Fig. 8. The Gediminas Hill under water flow at the time of formation of the VIth terrace. The level of water flow was higher than 130 m a.s.l. terraces and all Gediminas Hill was under strong water flow. The Gediminas Hill could survived only thanks of presence of joint (saddle like) with the massif of Three Crosses Hill

Apibendrinant

Nepaneigiant kritulių vandens erozijos reikšmės, svarbiu unikalų Vilniaus kalvyną suformavusiu reiškiniu dabar jau tvirtai galima įvardyti termoeroziją – grunto masės slinkimą į beatsilaisvinančią nuo ledo erdvę, kuriai ypač geros sąlygos susidarė tirpstant paskutiniam ledynui ir jo periferinėje zonoje nykstant amžinajam įšalui. Termoerozija suformavo pirminius Vilniaus kalvyno bruožus (5 pav.). Vėliau vyraujančio proceso vaidmenį perėmė fliuvioglacialinė erozija ir akumuliacija, lėmusi dabartinių Neries ir Vilnios slėnių (II–I viršsalpinių terasų ir salpos) radimąsi. Jais drenavosi paskutiniojo ledyno tirpsmo vandenys, jie veikė kaip termoerozijos bazė bei erdvė erozijos produktams išnešti. Gravitaciniai šlaitų procesai ir kritulių vandens erozija modifikavo pirminį minėtų procesų sukurtą reljefą. Šie procesai tebevyksta ir dabar.

Paleohidrologinė fliuvioglacialinių terasų formavimosi rekonstrukcija leidžia manyti,



9 pav. Vilniaus kalvynas I terasos formavimosi metu. Termoerozija pasibaigusi, vyko kritulių vandens erozija ir kiti šlaitų procesai. Gedimino kalnas liko nenuardytas tik dėl jungties (balnakalvės) su Trijų Kryžių kalno masyvu
Fig. 9. The Vilnius Hills at the time of formation of first terrace. Thermoerosion is already finished over and linear erosion due to precipitation goes on. The Gediminas Hill remains uneroded only thanks of presence of joint (saddle like) with the massif of Three Crosses Hill

kad Gedimino kalną ir Trijų Kryžių masyvą jungusi balnakalvė buvo nukasta (9 pav.).

Termoerozinis Vilniaus kalvynas savo kilme unikalus ne tik Lietuvoje, bet ir visoje Europoje. Jis pamažu nyra iš nežinomybės „rūko“ (10 pav.), nes Lietuvos geologai šį kalvyną siūlo kandidatu į Pasaulio geologinio paveldo sąrašą, kurį rengia Tarptautinė geologijos mokslų sąjunga (angl. *International Union of Geological Sciences,* IUGS).

10 pav. Vilniaus kalvynas nyra iš rūko. Gyčio Grižo nuotr.
Fig. 10. The Vilnius Hills emerging out of fog. Photo by G. Grižas

Literatūra

Delisle, G., Caspers, G., Freud, H. Permafrost in North-Central Europe during the Weichselian: how deep? In *Permafrost* (Eds. Phillips, Springman and Arenson). Swets & Zeitlinger, Lisse, 2003, p. 187–191.

Guobytė, R. Vilniaus pilių teritorijos egzotiškasis reljefas. *Lietuvos pilys 2007*. Vilnius: Vilniaus pilių valstybinio kultūrinio rezervato direkcija, 2008, nr. 3, p. 24–35.

Guobytė, R. Vilniaus miesto kvartero geologijos ir geomorfologijos bruožai. *Geologijos akiračiai*, 2023, nr. 1–2, p. 8–17.

Kudaba, Č. Lietuvos aukštumos. Vilnius: Mokslo ir enciklopedijų leidybos institutas, 1983, 189 p.

Lietuvos nacionalinis atlasas. I tomas: Lietuva pasaulyje ir Europoje. Gamta ir kraštovaizdis / žemėlapių autoriai ir sudarytojai: Brazauskas, A., Česnulevičius, A., Čyžienė, J., Dundulis, K., Gadeikis, S., Gasiūnienė, V. E., Guobytė, R., Korabliova, L., Kudaba, Č., Lazauskienė, J., Mockevičius, J., Motuza Matuzevičius, G., Popov, M., Satkūnas, J., Šliaupa, S., Valiūnas, J., Basalykas, A., Diliūnas, J., Ignatavičius, K. A., Kondratas, A., Sakalauskienė, D. ir kt.; projekto vadovas Česnulevičius, A. Vilnius: Nacionalinė žemės tarnyba prie Žemės ūkio ministerijos, Vilniaus universitetas, 2014, 142 p.

Satkūnas, J. Thermoerosional hills of the Vilnius Castles. Palaeolandscapes from Saalian to Weichselian. South Eastern Lithuania. *Excursion guide of the International Field Symposium*. Vilnius: Lithuanian Geological Survey, Geological Society of Lithuania, 2013, p. 16–23.

Vitkauskienė, B. R. Kas pylė vandenį ant Vilniaus karališko malūno arba Vilnios upės vagų ir kanalų klausimu. *Lietuvos pilys 2010*. Vilnius: Vilniaus pilių valstybinio kultūrinio rezervato direkcija, 2011, p. 92–115.