

GLACIOKARSTA CILMES RELJEFS AUGŠDAUGAVAS PAZEMINĀJUMĀ: ĢEOMORFOLOĢISKAIS RAKSTUROJUMS UN LOKĀLĀS AINAVVIDES APSTĀKĻU PALEOĢEOGRĀFISKIE ASPEKTI

Juris Soms¹, Normunds Stivriņš², Evita Muižniece-Treija³

¹ Daugavpils Universitāte, e-pasts: juris.soms@du.lv

² University of Helsinki, e-pasts: normunds.stivrins@helsinki.fi

³ Latvijas Universitāte, e-pasts: evita.muizniece@inbox.lv

Anotācija. Rakstā izklāstīti pētījumu rezultāti, kas sniedz informāciju par glaciokarsta cilmes reljefa morfoloģiju un šo veidojumu tuvākās apkārtnes ainavvides apstākļu paleoģeogrāfisko rekonstrukciju pleistocēna beigu posmā un holocēna sākumā. Iegūtie dati norāda, ka glaciokarsta ieplakas morfometriskā ziņā ir līdzīgas šīs reljefa grupas veidojumiem citur Latvijā un Ziemeļeiropā. Ieplaku aizpildīšanās ar organogēniem nogulumiem sākusies pirms apmēram 10700 kal. gadiem BP, kas saskan ar citos pētījumos iegūtajiem rezultātiem par vides apstākļu pārmaiņu hronoloģiju un paleoģeogrāfiskās situācijas dinamiku Austrumlatvijas reģionā.

Atslēgas vārdi: glaciokarsta ieplakas, Augšdaugavas pazeminājums.

Ievads

Glaciokarsta cilmes reljefs ir raksturīgs tām teritorijām Ziemeļamerikā, Ziemeļeiropā un arī Baltijas reģionā, kuras pleistocēna pēdējā apledošanas laikā klāja kontinentālo segledāju perifēriālā sega. Glaciokarsta reljefa attīstība saistīta ar ledāja vai ledājkūšanas ūdeņu nogulumos apraktu ledus blāķu izkušanu un tai sekojošu pārsedzošo nogulumu slāņu iegrimšanu (Bennet, Glasser 1997). Šādas ģenēzes formas sastopamas arī Latvijā, uz ko publikācijās ir norādīts jau 20. gs. 70. gados (Eberhards 1972; Veinbergs 1976). Tomēr līdz šim glaciokarsta veidojumu morfoloģijas un uzbūves jautājumiem ir veltīts visai maz pētījumu (piemēram, Soms un Muižniece 2010; Karušs *et al.* 2014). Tāpēc pētījuma mērķis bija lauka un kamerālo studiju gaitā iegūt plašāku faktu materiālu par Augšdaugavas pazeminājumā lokalizētajām glaciokarsta ieplakām, kas ļautu detalizētāk raksturot šo reljefa formu ģeomorfoloģiju, kā arī veikt paleoģeogrāfiskās vides rekonstrukcijas.

Materiāls un metodes

Glaciokarsta cilmes ieplaku raksturojošo ģeomorfoloģisko datu ieguve tika veikta gan kamerāli, gan veicot lauka pētījumus. Pirmajā gadījumā tika izmantotas mēroga

1:10 000 topogrāfiskās kartes, manuāli vektorizējot reljefu raksturojošo informāciju un uz tās pamata ar ArcGIS 10.0 programmatūru sagatavojot digitālos augstuma modeļus (DEM) reljefa morfoloģijas analīzei. Tajās vietās, kur Augšdaugavas senielejā SIA „Metrum” bija veikusi aerolāzerskenēšanu, reljefa morfoloģijas pētījumos tika izmantoti arī uz LiDAR datu pamata izveidoti augstas izšķirtspējas DEM. Tad no DEM tika iegūti dati par glaciokarsta ieplaku morfometriju, t.i. katras ieplakas garums jeb garākā ass a , platums jeb īsākā ass b , a/b -asu attiecība jeb izometriskuma koeficients, relatīvais dziļums, platība, garenasu orientācija un ieplaku apveida jeb konfigurācijas indekss.

Glaciokarsta formu lauka pētījumos tika veikta ieplaku šķērsprofilu uzmērīšana un ģeoloģiskā zondēšana ar rokas urbšanas aprīkojumu. Papildus tam, lai noņemtu paraugus to turpmākām paleobotāniskām analīzēm un ^{14}C AMS datēšanai, vienā no glaciokarsta ieplakām (koordinātas: $X_{\text{LKS92}} = 684710$ un $Y_{\text{LKS92}} = 198501$) tika veikta kūdras nesajauktu serdeņu ieguve. Šim mērķim tika izmantota Eijkelkamp kūdras zonde ar kameras garumu 0,5 m un 5 cm diametru.

Lai iegūtu datus par glaciokarsta ieplaku izplatības areāla lokālās ainavides apstākļu paleoģeogrāfiskiem aspektiem, no kūdras serdeņiem tika ņemti mazāki paraugi paleobotāniskā materiāla atdalīšanai. Kopumā, izmantojot paraugu apstrādes un attīrīšanas standartizētas procedūras, tika iegūts materiāls no 14 paraugiem. Turpmākajā pētījumu gaitā tika veiktas atdalītā materiāla sporu-putekšņu un citu mikroatlieku analīzes. Paleobotānisko analīžu dati apkopoti un vizualizēti, izmantojot TILIA 1.7.16 datorprogrammu (Grimm 2012). Triju kūdras paraugu ^{14}C AMS datēšana tika veikta Poznaņas Radiokarbons laboratorijā, kas ļāva izveidot glaciokarsta ieplakā zondēto kūdras nogulumu griezuma hronoloģiju. Vecuma datējumi tika kalibrēti un dziļuma–vecuma modelis sagatavots, izmantojot IntCal13 kalibrēšanas datu bāzi (Reimer *et al.* 2013) un datorprogrammas Clam 2.2 (Blaauw 2010) un R (R Core Team 2014).

Rezultāti un interpretācija

Realizēto pētījumu gaitā iegūtie rezultāti ļauj spriest, ka atsevišķas glaciokarsta ieplakas, to virknes vai grupas ģeogrāfiskā izvietojuma ziņā Augšdaugavas pazeminājumā sastopamas no Solodkas upītes grīvas līdz Daugavsargu lokam. Tās izveidojušās gan terasu virsmās, gan senielejai piegulošajā kēmu reljefa joslā dažādos hipsometriskajos līmeņos. Ieplaku dziļums variē no dažiem m līdz max. 36 m, apveida jeb konfigurācijas indeksu vērtības ir robežās no 1,01 līdz 2,34, bet a/b -asu attiecība ir no 5,04 līdz 1,09. Lielākā daļa glaciokarsta ieplaku ir sausas, tomēr ir arī gadījumi, kad tajās uzkrājies ūdens, veidojot ezeriņus, vai arī pārpurvošanās gaitā izveidojušies nelieli pārejas tipa vai augstie purviņi. Šādas drenāžas apstākļu atšķirības skaidrojamas ar glaciofluviālo un glaciolimnisko nogulumu nevienmērīgu izplatību, kā arī ar lokālām hidroģeoloģiskām īpatnībām. Vairums ieplaku ir nelielas, ar platību no 0,09 ha līdz 2,2 ha, tikai nedaudzas ieplakas pārsniedz 4 ha. Izmēru ziņā lielākās glaciokarsta ieplakas lokalizētas Tartaka lokā, kur arī detalizētāk pētīta to attīstība, konkrēti – TL2-12 ieplakā (t.i. Tartaka loka glaciokarsta ieplaku otrā klastera jeb grupas 12. ieplakā – koordinātas sk. iepriekš).

Tā kā tika datēti TL2-12 ieplakā iegūtie kūdras paraugi, tad rezultāti neļauj iegūt viennozīmīgu atbildi uz jautājumu, kad izveidojusies konkrētā reljefa forma. Tomēr datējums 10704±50 kal. gadi BP (Poz-60631) no ieplakas dibena minerālgrunts un kūdras kontakta zonas norāda, ka organikas uzkrāšanās un glaciokarsta formas aizpildīšanās sākusies pleistocēna beigu posmā – holocēna sākumā. Likumsakarīgs ir pieņēmums, ka tolaik apraktais ledus blāķis jau bija izkusis. Tas ir apmēram par 2000 gadiem ātrāk, nekā organogēno nogulumu uzkrāšanās sākusies Latvijas rietumu daļā (Stivriņš *et al.* 2014).

Ieplaka TL2-12, kurā tika veikti arī paleobotāniskie pētījumi, izmēra ir ziņā neliela, t.i. $\approx 130 \times 150$ m, taču vienlaicīgi tā ir 8,5 m dziļa un to ieskauj skujkoku mežs. Kā norādīts literatūrā (Overballe-Petersen and Bradshaw 2011), tad šāda veida mitrās meža ieplakās akumulētie nogulumu un tajos deponētais materiāls, piemēram, sporas, putekšņi, augu mikro un makroatliekas nonāk no apmēram 20 līdz 100 m apkārtnes un tādējādi ataino lokālās veģetācijas iezīmes. Līdz ar to glaciokarsta ieplakas TL2-12 paleobotāniskā materiāla izpēte ļauj rekonstruēt lokālās veģetācijas attīstības paleoģeogrāfiskos aspektus.

Iegūtie rezultāti liecina, ka sākotnēji glaciokarsta ieplakai tuvākās apkārtnes ainavīdē dominējuši bērzi (*Betula*) un priedes (*Pinus*), bet kopumā meža sastāvu var raksturot kā jaukta tipa, jo identificēti arī alkšņu (*Alnus*), lazdu (*Corylus*), gobu (*Ulmus*) un arī dižskabārža (*Fraxinus*) putekšņi. Sākot ar 10300 gadu vecumu, bērzu īpatsvars krasi samazinājās un ap ieplaku sāka dominēt priedes. Tā tas turpinājās līdz 8400 kal. gadiem BP, kad priežu procentuālais sastāvs samazinājās no 60% līdz 20% ap 8000 kal. gadiem BP. Šādā kontekstā priežu un egļu skuju atvārsnīšu klātbūtne organogēnos nogulumos apstiprina lokālu skujkoku augšanu tuvākā apkārtne, kā tas norādīts publikācijās (Sweeney 2004). Austrumlatvijā, priedes un egles parādījās jau pleistocēna beigu posmā, pirms 13500-13400 kal. gadiem BP (Heikkilä *et al.* 2009; Veski *et al.* 2012). Līdz ar to ir likumsakarīgi, ka arī Augšdaugavas pazeminājumā tika konstatēta skujkoku klātbūtne.

Ūdensrožu mikroatliekas (*Nymphaeaceae* basal cell un *Nymphaeaceae* sclereid) liecina, ka glaciokarsta ieplaka TL2-12 brīžiem ir applūdusi un tajā varēja izveidoties līdz 5 m dziļš ezeriņš (Marrotte *et al.* 2012). Vislielākās ūdensrožu mikroatlieku procentuālās vērtības konstatētas intervālā 8800-8500 kal. gadi BP. Šīs mikroatliekas kopā ar aļģu sugu sastāvu, iespējams plašākā aspektā varētu norādīt par klimatisko un hidroloģisko apstākļu pārmaiņām un to noteiktajām gruntsūdeņu līmeņa svārstībām Augšdaugavas pazeminājumā.

Secinājumi

Rezultātu analīze un interpretācija ļauj secināt, ka glaciokarsta ieplakām Augšdaugavas pazeminājumā to morfoloģijas ziņā ir tādas pašas iezīmes kā šīs cilmes reljefa formām citur Ziemeļeiropā un Latvijā. Ieplakās deponētais paleobotāniskais materiāls atspoguļo reģionālo Austrumlatvijas veģetācijas dinamiku, kur leduslaikmeta beigu posmā – holocēna sākumā dominē bērzi un priedes, bet vēlāk ainavā ienāk arī

siltumprasīgās koku un augu sugas. Priežu procentuāli lielo īpatsvaru var skaidrot ar attiecīgu augšņu cilmiežu mehānisko sastāvu glaciokarsta ieplaku izplatības areālā, respektīvi, priedes parasti dominē vietās ar smilšainām augsnēm (Ellenberg 2009). Siltumprasīgo augu sugu parādīšanās Augšdaugavas pazeminājumā saskan ar citos pētījumos sniegtajām atziņām par klimata pasiltināšanās tendencēm pārējā Austrumlatvijā (Heikkilä, Seppä 2010; Stivrins *et al.* 2015). Iegūtie rezultāti arī parāda, ka glaciokarsta ieplaku pētījumi Augšdaugavas senielejā var sniegt būtisku informāciju un jaunas atziņas par šī dabas apvidus paleoģeogrāfisko attīstību. Tādējādi nepieciešams turpināt iesāktos pētījums, datu ieguvei izmantojot faktu materiālu arī no citām glaciokarsta ieplakām šajā teritorijā.

Atsauces

- Bennet, M. and Glasser, N. (1997). *Glacial Geology: Ice Sheets and Landforms*. 2nd edit. John Wiley & Sons.
- Blaauw, M. (2010). Methods and code for 'classical' age-modelling of radiocarbon sequences. *Quaternary Geochronology*, 5, 512-518.
- Eberhards, G. (1972). *Strojenije i razvitije dolin baseina reki Daugava*. Rīga: Zinatne.
- Ellenberg, H. (2009). *Vegetation ecology of central Europe*, 4th edition. Cambridge University Press.
- Grimm, E.C. (2012). *Tilia version 1.7.16*. Illinois State Museum, Research and Collections Center, Springfield.
- Heikkilä, M., Seppä, H., Fontana, H. (2009). Rapid Lateglacial tree population dynamics and ecosystem changes in the eastern Baltic region. *Journal of Quaternary Science*, 24, 802-815.
- Heikkilä, M., Seppä, H. (2010). Holocene climate dynamics in Latvia, eastern Baltic region: a pollen-based summer temperature reconstruction and regional comparison. *Boreas*, 39, 705-719.
- Karušs, J., Krievāns, M., Rečs, A. (2014). STOP 8: Morphology and arrangement of glaciokarst kettles at Vietalva village. In: Zelčs, V. and Nartišs, M. (eds.), *Late Quaternary terrestrial processes, sediments and history: from glacial to postglacial environments*. Excursion guide and abstracts of the INQUA Peribaltic Working Group Meeting and field excursion in Eastern and Central Latvia, August 17-22, 2014. University of Latvia, Rīga, 52 – 56.
- Marrotte, R.R., Chmura, G.L., Stone, P.A. (2012). The utility of Nymphaeaceae sclereids in paleoenvironmental research. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 169, 29-37.
- Overballe-Petersen, M.V., Bradshaw, R.H.W. (2011). The selection of small forest hollows for pollen analysis in boreal and temperate forest regions. *Palynology*, 35, 146-153.
- Reimer, P.J., Bard, E., Bayliss, A., Warren Beck, J., Blackwell, P.G., Bronk Ramsey, C., Buck, C.E., Cheng, H., Edwards, R.L., Friedrich, M., Grootes, P.M., Guilderson, T.P., Haflidason, H., Hajdas, I., Hatte, C., Heaton, T.J., Hoffmann, D.L., Hogg, A.G., Hughen, K.A., Kaiser, K.F., Kromer, B., Manning, S.W., Niu, M., Reimer, R.W., Richards, D.A., Scott, E.M., Southon, J.R., Staff, R.A., Turney, C.S.M., van der Plicht, J. (2013). Intcal13 and Marine13 radiocarbon age calibration curves 0–50,000 years cal BP. *Radiocarbon*, 55, 1869–1887.
- Soms, J., Muižniece, E. (2010). Piltuvveida negatīvo reljefa vidējformu morfoloģija un ģenēzes jautājumi dabas parka „Daugavas loki” teritorijā”. Krāj.: *Ģeogrāfija. Ģeoloģija. Vides zinātne*. Referātu tēzes. Latvijas Universitātes 68. zinātniskā konference. Rīga, 2010.g. 03.februāris. Rīga: LU Akad. apgāds, 369.-371.

Stivriņš, N., Heinsalu, A., Liiv, M. (2014). Glaciokarsta procesa ilgums Apriķu līdzenumā, Rietumlatvijā. Krāj.: *Ģeogrāfija. Ģeoloģija. Vides zinātne*. Referātu tēzes. Latvijas Universitātes 68. zinātniskā konference. Rīga, 2014.g. 30.janvāris. Rīga: LU Akad. apgāds, 286.-287.

Stivrins, N., Kołaczek, P., Reitalu, T., Seppä, H., Veski, S. (2015). Phytoplankton response to the environmental and climatic variability in a temperate lake over the last 14,500 years in eastern Latvia. *Journal of Paleolimnology*, 54 (1), 103-119.

Sweeney, C.A. (2004). A key for the identification of stomata of the native conifers of Scandinavia. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 128, 281-290.

R Core Team. (2014). R: A language and environment for statistical computing. *R Foundation for Statistical Computing*, Vienna, URL <http://www.R-project.org/> (10.01.2016)

Veinbergs, I. (1976). O strojenii i genezise Latvijskih kamov. *Voprosi četverticnoj geologii* 9, Zinatne: Riga, 5- 49. (in Russian)

Veski, S., Amon, L., Heinsalu, A., Reitalu, T., Saarse, T., Stivrins, N., Vassiljev, J. (2012). Lateglacial vegetation dynamics in the eastern Baltic region between 14,500 and 11,400 cal yr BP: A complete record since the Bolling (GI-1e) to the Holocene. *Quaternary Science Reviews*, 40, 39-53.

Summary

The paper presents results of research providing information on the morphology of landforms of glaciokarst origin and paleogeographic reconstruction of local landscape and environment conditions of nearest surroundings adjacent to these relief features towards the end of Pleistocene and the beginning of Holocene. The obtained data indicate that regarding morphometry, glaciokarst kettles under study are similar to formations of this group of landforms located elsewhere in Latvia and Northern Europe. Infilling of kettles by organic sediments began about 10,700 cal. yr BP, and this corresponds to results obtained in other studies about the chronology of environmental changes and dynamics of the paleogeographic situation in the eastern Latvia.