

*BALTICA* Volume 24 Special Issue 2011 : 113-116

**Viduriniojo Nemuno klimatostratigrafinė periodizacija**

*Jonas Satkūnas*

*(Lietuvos geologijos tarnyba)*

Satkūnas, J., 2011. Sequence of climatostratigraphical events during the Middle Nemunas (Weichselian). *Baltica, Vol. 24, Special Issue // Geosciences in Lithuania: challenges and perspectives*, 113–116. Vilnius. ISSN 0067–3064.

**Abstract** Geological mapping is based on determination of stratigraphy and genesis of Quaternary sediments. In turn, the climatostratigraphical events are basic for the stratigraphic correlation. The Middle Weichselian sequences in the Baltic region are being interpreted in various ways and are of great importance for assessing the extent of the early Middle Weichselian glaciation and palaeogeography of the terminals OIS 5, OIS 4, and OIS 3. Furthermore, Middle Weichselian palaeoenvironmental and chronostratigraphical investigations are essential for determining the timing of the initiation of the Late Weichselian glaciation. The results of the studies show the presence of nonglacial palaeoenvironments in Lithuania during the Middle Weichselian time interval 25–50 kyr. BP.

**Keywords** *Middle Nemunas time, Venta paleolake, climatostratigraphic event, Lithuania.*

*Jonas Satkūnas [jonas.satkunas@lgt.lt], Geological Survey of Lithuania, 35, S. Konarskio, 03123 Vilnius, Lithuania. Manuscript submitted 24 May 2011, accepted 15 July 2011.*

## IVADAS

Geologinis kartografavimas yra atliekamas vadovaujantis stratigrafiniu–genetiniu principu, taigi stratigrafinės periodizacijos tikslumas ir pagrįstumas yra būtina kokybiško erdvinio geologinio kartografavimo sąlyga. Kita vertus, geologinis kartografavimas yra pagrindinis sisteminių duomenų šaltinis stratigrafiniam suskaidymui pagrįsti bei tobulinti.

Vėlyvojo pleistoceno darinių specifinės struktūros ir didesnio ištirtumo lyginant su kitais pleistoceno skirniais dėka, vėlyvąjį pleistoceną galima žymiai detalčiau skaidyti į šio laikotarpio klimatostratigrafinius įvykius. Stratigrafijos schemeje, skirtoje praktiniams geologinams tyrimams, klimatostratigrafiniai įvykiai yra įvardyti kaip kriomerai ir termomerai, arba kriostadialai (klimato pašaltėjimo) ir termostadialai (klimato pašiltėjimo) laikotarpiai<sup>1</sup>.

Klimatostratigrafiniam įvykiui konstatuoti yra būtinai klimato pokyčius rodantys duomenys – biologiniai, nuosėdų genezės ir epigenezės, geomorfologiniai, geocheminiai, mineraloginiai, hidrogeologiniai ir kiti. Geologiniuose dariniuose aptiktas paleoklimatinis įvykis turėtų būti aiškiai atpažįstamas. Tais atvejais, kai klimatostratigrafiniai įvykiai yra ryškūs ir kontrastiški, pavyzdžiui, įvykis nulėmęs neledyninės aplinkos sedimentacijos sąlygas (nustatytos prieledyninės ežerinės sąnašos) ir po jo sekantis ledyno antslinkis (suklota morena), šių abiejų įvykių atskyrimas nėra sudėtingas. Žymiai sunkiau suskaidyti nuosėdų pjūvius, susiklosčiusius palyginti nežymių klimato pokyčių sekoje, juo labiau, jei sedimentacija vyko su pertraukomis, arba nuosėdos vėliau buvo eroduotos. Atsižvelgiant į pleistoceno ledyninės–neledyninės sedimentogenezės sudėtingumą ir įvairovę, klimatostratigrafinių įvykių nustatymas ir geologinių darinių koreliacija šių įvykių pagrindu kol kas yra vienintelis pakankamai objektyvus stratigrafinio suskaidymo būdas. Pabrėžtinai klimatostratigrafinio įvykio, naudojamo stratigrafinėje koreliacijoje, lankstumo, o iš kitos pusės, ir

<sup>1</sup> Lietuvos geologijos tarnybos prie Aplinkos ministerijos direktoriaus 2009 m. birželio 17 d. įsakymas Nr. 1-86 „Dėl Lietuvos kvartero stratigrafijos schemos aprašo patvirtinimo.“ (Žin., 2009, Nr. 74-3055).

nevienareikšmiškumo aspektas. Pavyzdžiui, išskyrus pašaltėjimo ciklą (kriostadialą) tame pačiame regione šio įvykio metu gali būti susiformavę ir ledyninės sedimentogenezės sąlygos, ir – kiek toliau nuo ledyno pakraščio – neledyninės (ežerinės, tundrinės) nuosėdų kaupimosi sąlygos.

Kita svarbi periodizacijos sąlyga – klimatinio įvykio laiko nustatymas arba kitimo ciklo intervalo geochronologinis „irėminimas“. Šiam tikslui vis plačiau naudojami tobulėjantys absoliutaus datavimo (TL, OSL, IR-OSL  $^{10}\text{Be}$  ir  $^{14}\text{C}$ , U/Th) metodai. Pabrėžiama, kad datavimo rezultatai labai priklauso nuo datuojamųjų darinių sedimentacijos sąlygų, todėl rezultatų interpretacija reikalauja kompleksinio, visapusiško ir kritinio požiūrio.

## **VIDURINIOJO NEMUNO KLIMATOSTRATIGRAFINIŲ ĮVYKIŲ INTERPRETACIJA**

Viršutiniojo pleistoceno klimatostratigrafiniai įvykiai iki šiol buvo rekonstruojami remiantis atraminių pjūvių medžiaga, daugiausia iš Pietų ir Rytų Lietuvos vietovių: Jonionių, Medininkų, Mickūnų, Rokų (Satkūnas, Grigienė 2000; Satkūnas *et al.* 2003). Buvo manoma, kad Lietuvos teritorija nebuvo padengta kontinentinio ledyno nuo pat Merkinės tarpledynmečio pabaigos ir tokios sąlygos išliko per visą ankstyvojo ir viduriniojo Nemuno laikotarpį.

Merkinės (Eemio) tarpledynmečio (130–117 tūkst. metų) paleogeografinė aplinka yra gana gerai ištirta (Kondratienė 1965, 1996; Vaitiekūnas 1968; Baltrūnas 1995; Gaigalas, Hütt 1996). Jonionių vietovėje atliktų tyrimų rezultatai aiškiai rodo trijų tarpstadialų buvimą po Merkinės tarpledynmečio. Pirmieji du, Jonionių 1 ir Jonionių 2 tarpstadialai, koreliuojami atitinkamai su Brørupu ir Odderade, yra gana plačiai paplitę ir buvo nustatyti keliuose vietose – Medininkų, Mickūnų, Dysnų ir Smalvų vietovėse. Jonionių 1 ir Jonionių 2 tarpstadialams būdingas miškų kraštovaizdis (beržas–pušis–eglė–maumedis), palyginus švelnus ir drėgnas klimatas. Jonionių 3 tarpstadialas pirmiausiai buvo nustatytas Jonionių paleoežero vietoje, kur tuo metu buvo palankios sąlygos augti beržams (žemaūgiams beržams), t. y. miškatundrės sąlygomis. Šis intervalas, atsižvelgiant į panašias paleoaplinkos sąlygas, yra koreliuojamas su Oerelio interstadialu šiaurės vakarų Vokietijoje (Behre 1989).

Stratigrafiniu ir palaogeografiniu požiūriu vidurinis Nemunas (Veichselis) yra vienas problematiškiausių vėlyvojo pleistoceno laiko intervalų. Stratigrafiniai įvykiai per šį, palyginus ilgą, daugiau nei 50 tūkst. metų laikotarpį, nepasireiškė dideliais klimato svyravimais, nors jau buvo prasidėjęs globalinis klimato atšalimas. Jei Jonionių 3 laikotarpis atitinka Oerelio tarpstadialą, tai reiškia, kad šalta Nemuno 2a fazė greičiausiai yra Schalkholzo stadijo (Behre 1989) analogas, kuriam būdingas žymus klimato atšalimas. Savo ruožtu, ši šalta fazė žymi 4 izotopinės stadijos pradžią (Mangerud 1991, 2004).

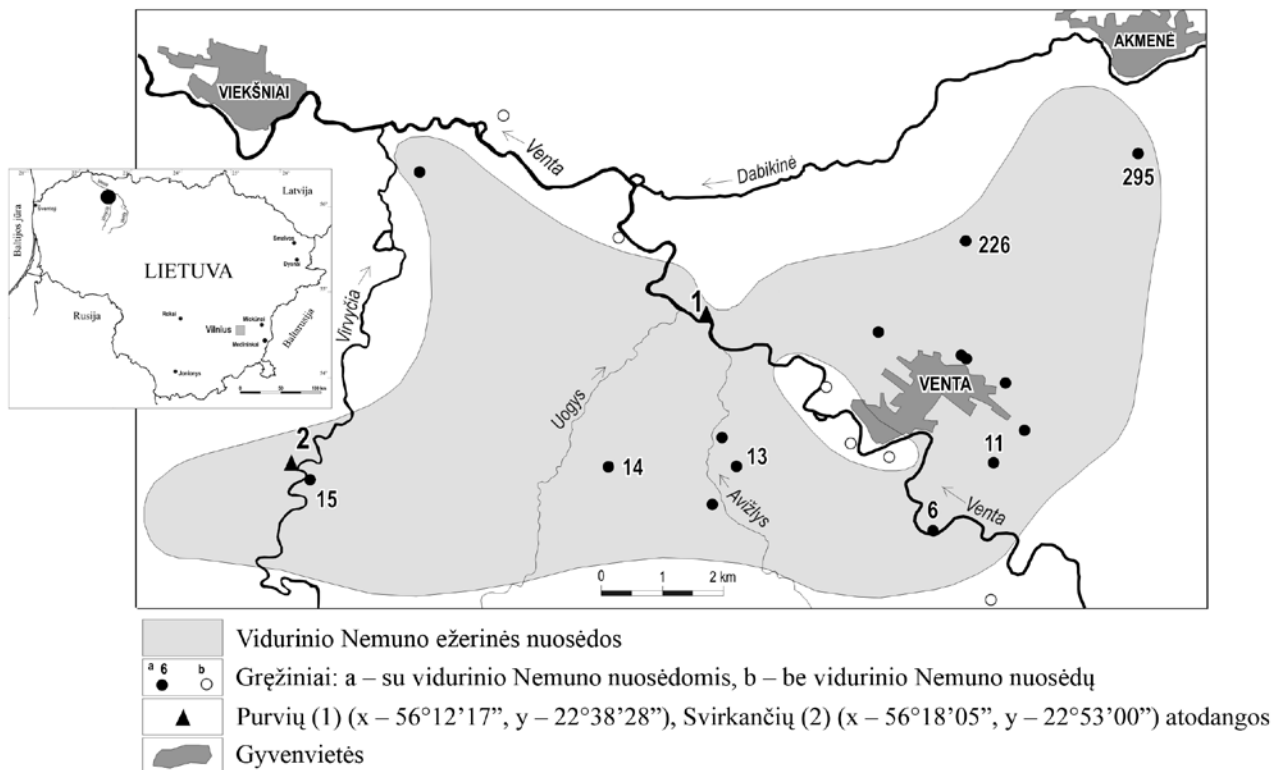
Ledyninės nuogulos, priskirtos viduriniam Nemunui (Veichseliui) buvo apibūdintos Estijoje (Liivrand 1991), Pietų Suomijoje (Nenonen 1995) ir Lenkijoje (Marks 2004). Pastarasis ledyninis įvykis Lenkijoje yra koreliuojamas su Klintholmo Danijoje ledyno antslinkiu prieš 32–35 tūkst. m., tačiau manoma, kad Lenkijoje šis ledynas turėjo daug mažesnę paplitimą, lyginant su vėlyvojo Veichselio antslinkiu.

Vidurinio Veichselio ledynmetis nustatytas centrinėje Skandinavijos kontinentinio apledėjimo dalyje (pvz. Hitura karjere, Ostrobotnijoje). Jis prasidėjo prieš 79 tūkst. metų po neledyninio ankstyvojo Veichselio ir truko iki deglaciacijos, kuri vyko 62–55 tūkst. metų laikotarpiu (Salonen *et al.* 2008). Remdamiesi glaciologiniu modeliavimu Zelčs ir Markots (2004) pasiūlė skirti ankstyvąjį vidurinio Veichselio apledėjimą (tarp 74 ir 59 tūkst. metų) Vakarų Latvijoje (pavadintą Talsų stadijo), tačiau jokių tiesioginių įrodymų, patvirtinančių šį apledėjimą, nebuvo pateikta. Kalm (2006), apibendrinęs publikuotus  $^{14}\text{C}$  ir OSL amžiaus datavimo duomenis, teigė, kad Estija nebuvo padengta ledynu laikotapyje mažiausiai tarp 43,2–26,8 tūkst. metų ir manė, kad laikotarpis, apimantis galimai ankstyvąjį vidurinio Veichselio apledėjimą Estijoje buvo tarp 68 ir 43 tūkst. metų.

Duomenų, įrodančių ledyninių antslinkių buvimą viduriniojo Nemuno laikotarpiu, Lietuvoje iki šiol nebuvo paskelbta. Tačiau Šventosios apylinkėse tarp dviejų jūrinio smėlio sluoksnių (viršutinis OSL būdu datuotas  $43,7\pm 4,0$  –  $48,8\pm 6,2$  tūkst., apatinis –  $83,6\pm 6,7$  –  $113,1\pm 8,5$  tūkst. m.) aptikta morena (iki 5,5 m storio) (Damušytė *ir kt.* 2011). Ją autoriai interpretavo kaip susiformavusią 64–75 tūkst. metų laiko intervale, nors šis laiko intervalas ganėtinai platus ir galėjo talpinti kelis klimatinis įvykius (Satkūnas *et al.* 2009). Padaryta prielaida, kad ir visa Vakarų Lietuva 64–75 tūkst. metų laikotarpiu buvo padengta ledyno. Klimatinių įvykių požiūriu, šis Šventosios ledyninis įvykis iš esmės atitinka Nemuno 2d (Schalkhotzo) pašaltėjimą, talpinamą į geochronologinį intervalą nuo 59 iki 74 tūkst. metų. Atsižvelgiant į aukščiau minėtas labai įvairias viduriniojo Nemuno (Veichselio) įvykių interpretacijas ir jų geochronologines lokalizacijas Baltijos regione, aptariamoji ledyno antslinkio paleogeografinė aprėptis turi būti interpretuojama nagrinėjant visus paleoaplinką liudijančius faktus.

## **VENTOS PALEOEŽERO GEOCHRONOLOGIJA**

Ventos apylinkių paleoežerinių nuosėdų atskiri pjūviai buvo žinomi ir anksčiau, tačiau tik geologinio kartografavimo metu buvo nustatytas jų paplitimas, litofacinė sudėtis (1 pav.). Ventos paleoežeras buvo didelis, jo nuosėdų (smėlis, aleuritas su organine medžiaga) dabartinio paplitimo plotas yra 77 kv. kilometrai.



Pav. Viduriniojo Nemuno laikotarpio Ventos paleoežeras.

Geologinio kartografavimo gręžinių, Svirkančių bei Purvių atodangų tyrimų duomenys rodo, kad Ventos apylinkėse bei gretimuose kraštuose plytėjo ežeringa miškatundrė (Satkunas et al. 2009). Purvių atodangoje paimtų organinės medžiagos pavyzdžių datavimai radiokarboniniu metodu parodė, kad šių nuosėdų amžius yra apie 33 tūkst metų. Datavimo bei palinologinių duomenų pagrindu Purvių dariniai buvo priskirti Mickūnų 3 termostadialui (koreliuojamas su Denekampo stadialu). Svirkančių atodangos pjūvis sudarytas iš dviejų skirtingos kilmės ir amžiaus darinių kompleksų, kurie savo ruožtu detaliau suskaidyti į sluoksnius pagal sudėtį ir kilmę. Apatinė dalis (7,7 m į viršų nuo upės vandens lygio) suklostyta iš aleurito ir smulkaus smėlio. Viršutinė atodangos pjūvio dalis suklota iš moreninės medžiagos, kurią paliko kontinentinis ledynas vėlyvojo Nemuno ledlaikio metu. Kad aleuritas ir smėliai klostėsi viduriniojo Nemuno laikotarpiu egzistavusiame ežere, patvirtina sporų–žiedadulkių analizės duomenys, kurie buvo analogiški Purvių atodangai bei kitiems Ventos paleoežero pjūviams. Smėlio bandinio, paimto iš atodangos (7,3 m virš Virvytės upės vandens lygio) amžius  $79 \pm 6$  tūkst. m.; OSL datavimą atliko Dr. Ron Goble Nebraskos–Lincolno universitete. Ši data atitinka Jonionių 2 tarpstadialą, koreliuojamą su Odderadės šiltuoju laikotarpiu, tačiau tokiai interpretacijai prieštarauja palinologiniai duomenys, rodandys atšiaurias tundrines sąlygas Svirkančių ežerinių nuosėdų klostymosi metu. Geologiniai duomenys rodo, kad Svirkančiai ir Purviai greičiausiai yra to paties paleoežero nuosėdų pjūviai. Atstumas tarp jų – 7,3 km, o

nuosėdos slūgso panašiose altitudėse. Be to, jei Ventos paleoežero nuosėdų kaupimosi laikotarpis apimtų 33–79 tūkst. m. laiko intervalą, tai pjūviuose, tikėtina, turėtų būti nustatytas Jonionių 3 (Oerelio) tarpstadialas. Tuo tarpu šis šiltas laikotarpis Ventos paleoežero pjūviuose neaptiktas.

Ventos ežero dariniai koreliuoti su kitose vietovėse aptiktais dariniais, susidariusiais panašiomis klimatinėmis sąlygomis. Tai po morena slūgsantys smėlio klodai Veskonieimi vietovėje (Šiaurinė Suomija), datuoti OSL metodu 39–46 tūkst m. intervale (Sarala et al. 2010). Ratas et al. 2010 nustatė, kad neledyninio ežero sąlygomis, laikotarpiu nuo 44 iki 37 tūkst m., Arumetsos vietovėje (PR Estija) kaupėsi smėlis. Vakarų Latvijos pakrantės pjūviuose nustatyta, kad Baltijos depresijoje prieš 52–24 tūkst. m. egzistavo gėlavandenis baseinas (Saks et al. 2010). Šventosios apylinkių virštutinis jūrinio smėlio sluoksnis OSL būdu datuotas  $43,7 \pm 4,0 - 48,8 \pm 6,2$  tūkst. m. (Damušytė ir kiti 2011) taip pat yra klostęsis panašiu laikotarpiu. Visi minėti pjūviai priskirtini viduriniam Nemunui, tačiau jų detalesnis suskaidymas ir tarpusavio koreliacija reikalauja tolimesnių tyrimų.

## IŠVADOS

Ventos paleoežero datavimo duomenys, juos gretinant su kitais Baltijos regiono pjūvių datavimais rodo, kad šiame regione neledyninė paleoaplinka viduriniojo Nemuno laikotarpiu galėjo egzistuoti 25–50 tūkst. m. geochronologiniame intervale. Ventos baseino duo-

menys leidžia manyti, kad vėlyvojo Nemuno ledynas nebuvo pasiekęs šiaurinės Lietuvos dalies anksčiau nei prieš 33 tūkst. metų. Ši išvada gerai siejasi su bendra vėlyvojo Veichselio apledėjimo chronologija, nustatyta Latvijoje, Estijoje ir Suomijoje. Šventosios apylinkėse tarp dviejų jūrinio smėlio sluoksnių aptikta morena yra sietina su Nemuno 2d (Schalkhotzo) pašaltėjimu, talpinamu į geochronologinį intervalą nuo 59 iki 74 tūkst. metų. Šventosios viršutinysis jūrinio smėlio klostymosi intervalas palyginti gerai siejasi su Ventos paleoėzero gyvavimo laiku. Tačiau šiuo atveju tenka suabejoti Svirkančių atodangos datavimu, siekiančiu 79 tūkst. m., nes jis jau turi patekti į šaltąjį Nemuno 2d laikotarpį. Šventoji yra vienintelė iki šiol Lietuvoje žinoma vietovė, kur aptikta morena, priskirta viduriniojo Nemuno laikotarpiui, tačiau gali būti, kad šie dariniai turi tik lokalų išplitimą.

## Literatūra

- Baltrūnas, V., 1995. *Pleistoceno stratigrafija ir koreliacija: metodiniai klausimai = Pleistocene stratigraphy and correlation*. Vilnius, Academia, 179 pp.
- Behre, K.-E., 1989. Biostratigraphy of the last glacial period in Europe. *Quaternary Science Reviews* 8, 25–44.
- Damušytė, A., Grigienė, A., Bitinas, A., Šlauteris, A., Šeirienė, V., Molodkov, A., 2011. Šventosios apylinkių (Vakarų Lietuva) pleistoceno stovymės viršutinės dalies stratigrafijos bruožai. Kn. *Jūros ir krantų tyrimai – 2011: 5-oji mokslinė–praktinė konferencija, 2011 balandžio 13–15, Palanga: konferencijos medžiaga*, Klaipėda, 60–66.
- Gaigalas, A., Hütt, G., 1996. OSL dating of the Merkinė (Eem) Interglacial (in Jonionys) and the Nemunas Glaciation (Rokai Section) in Lithuania. *PACT* 5, 59–69.
- Kalm, V., 2006. Pleistocene chronostratigraphy in Estonia, southeastern sector of the Scandinavian glaciation. *Quaternary Science Reviews* 25 (9–10), 960–975.
- Kondratienė, O., 1965. Stratigrafičeskoe rasčlenenie pleistocenovykh otloženiĭ jugo–vostočnoj časti Litvy na osnove palinologičeskich dannych [Stratigraphic subdivision of Pleistocene deposits on basis of palynological data]. Kn. *Stratigrafija četvertičnykh otloženiĭ i paleogeografija antropogena jugo–vostočnoj Litvy*, Vilnius, 189–261 (in Russian).
- Kondratienė, O., 1996. *Stratigrafija i paleogeografija kvartera Litvy po paleobotaničeskim dannym* [The Quaternary stratigraphy and palaeogeography of Lithuania based on palaeobotanic studies]. Vilnius, Academia, 212 pp. (in Russian).
- Liivrand, E., 1991. *Biostratigraphy of the Pleistocene deposits in Estonia and correlations in the Baltic region*. Doctoral Thesis, Department of Quaternary Research, Stockholm University, Report 19, 114 pp.
- Mangerud, J., 1991. The last interglacial/glacial cycle in Northern Europe. In *Quaternary Landscapes* (eds. L. C. K. Shane & E. J. Cushing), Minneapolis, University of Minnesota Press, 38–75.
- Mangerud, J., 2004. Ice sheet limits in Norway and on the Norwegian continental shelf. *Quaternary Glaciations – Extent and Chronology. Part I: Europe* (eds. J. Ehlers, P. L. Gibbard), Amsterdam, Elsevier, 271–294.
- Marks, L., 2004. Pleistocene glacial limits in Poland. *Quaternary Glaciations – Extent and Chronology. Part I: Europe* (eds. J. Ehlers, P. L. Gibbard), Amsterdam, Elsevier, 296–300.
- Nenonen, K., 1995. Pleistocene stratigraphy of southern Finland. *Glacial deposits in North–East Europe* (eds. Ehlers J., Gibbard P. L., Kozarski S., Rose J.), Rotterdam, Balkema, 11–28.
- Rattas, M., Kalm, V., Kihno, K., Liivrand, E., Tinn, O., Tānavsuu–Milkevičiene K., Sakson, M., 2010. Chronology of Late Saalian and Middle Weichselian episodes of ice-free lacustrine sedimentation recorded in the Arumetsa section, southwestern Estonia. *Estonian Journal of Earth Sciences* 59 (2), 125–140.
- Saks, T., Kalvans, A., Zelcs, V., 2010. OSL dating of Middle Weichselian age shallow basin sediments in Western Latvia, Eastern Baltic. *Quaternary Science Reviews* 30, 1–9.
- Salonen, V.-P., Kaakinen, A., Kultti, S., Miettinen, A., Eskola, O. K., Lunkka, J. P., 2008. Middle Weichselian glacial event in the central part of the Scandinavian Ice Sheet recorded in the Hitura pit, Ostrobothnia, Finland. *Boreas* 37 (1), 38–54.
- Sarala, P., Pihlaja, J., Putkinen, N., Murray, A., 2010. Composition and origin of the Middle Weichselian interstadial deposit in Veskonniemi, northern Finland. *Estonian Journal of Earth Sciences* 59 (2), 117–124.
- Satkūnas, J., Grigienė, A., 2000. New Eemian–Weichselian sequences from Mickūnai depression (eastern Lithuania). *Quaternary Geology of Denmark: International Field Symposium, August 29–September 3, 2000, University of Aarhus: Abstracts of Papers and Posters*. The Peribaltic Group, INQUA Commission on Glaciation, University of Aarhus, Aarhus, 43–44.
- Satkūnas, J., Grigienė, A., Jusienė, A., Damušytė, A., Mažeika, J., 2009. Middle Weichselian palaeolacustrine basin in the Venta river valley and vicinity (northwest Lithuania), exemplified by the Purviai outcrop. *Quaternary International* 207, 14–25.
- Satkūnas, J., Grigienė, A., Velichkevich, F., Robertsson, A.-M. & Sandgren, P., 2003. Upper Pleistocene stratigraphy at the Medininkai site, eastern Lithuania: a continuous record of the Eemian. *Boreas* 32, 627–641.
- Vaitiekūnas, P., 1968. Stratigraphical problems of Neopleistocene in Lithuania. *Kwartalnik Geologiczny* 12 (3), 646–664 (in Polish).
- Zelcs, V., Markots, A., 2004. Deglaciation history of Latvia. *Quaternary Glaciations – Extent and Chronology. Part I: Europe* (eds. J. Ehlers, P. L. Gibbard), Amsterdam, Elsevier, 225–243.