



LATVIJAS
UNIVERSITĀTE
ANNO 1919

LIETIŠĶI ĢEOLOĢISKIE PĒTĪJUMI

Tēžu krājums

Latvijas
Universitātes
zinātniskā
konference

**LATVIJAS UNIVERSITĀTE
75. ZINĀTNISKĀ KONFERENCE**

LIETIŠĶI ĢEOLOĢISKIE PĒTĪJUMI

TĒŽU KRĀJUMS

**LATVIJAS UNIVERSITĀTE
DABAS ZINĀTŅU AKADĒMISKAIS CENTRS
3. februāris, 2017**

Latvijas Universitātes 75. zinātniskā konference. Lietišķi ģeoloģiskie pētījumi. Tēžu krājums. Rīga, Latvijas Universitāte. 2017, 46 lpp.

Latvijas Universitātes 75. zinātniskās konferences ietvaros Lietišķās ģeoloģijas apakšsekcijas darbā tika prezentēti un aprobēti pētījumi visai plašā saturiskā aptvērumā. Izceļams paveiktais ģeofizikālo pētījumu metožu attīstībā, pazemes ūdeņu un derīgo izrakteņu pētījumos. Krājumā ietvertās tēzes raksturo daļu no paveiktā un tajās izklāstītais var kalpot par labu balsta punktu jaunu pētījumu uzsākšanai, kā arī atpazīt jomas, kurās pētījumi būtu prioritāri nepieciešami nākotnē.

Tēžu krājumu sastādīja Jānis Karušs, Aija Dēliņa un Agnese Kukela
Redaktors prof. Valdis Segliņš



Konferences sekcijas darbs un tēžu krājums tapis ar Latvijas Universitātes un Valsts pētījumu programmas „Meža un zemes dziļu resursu izpēte, ilgtspējīga izmantošana – jauni produkti un tehnoloģijas” RESPROD Nr. 2014.10-4/VPP-6/4 1. projekta GEO atbalstu.

© Latvijas Universitāte, 2017

ISBN 978-9934-556-19-7

SATURS

<i>Anda Batarāga, Jūlija Karasa</i> JONOMETRIJAS IZMANTOŠANA MĀLU SORBCIJAS KAPACITĀTES NOTEIKŠANĀ	5
<i>Dāvids Bērziņš, Jānis Karušs, Māris Krievāns, Kristaps Lamsters</i> SMILTS-GRANTS UN SMILTS NOGULUMU IZPĒTES IESPĒJAS IZMANTOJOT ĢEORADARU, ATRADNES „KRIŽOVKA” PIEMĒRS	6
<i>Anna Trubača-Boginska, Raimonds Popļausks, Jānis Švirks, Andris Actiņš</i> MĀLU MINERĀLU FRAKCIJAS IZDALĪŠANA NO ILLĪTUS SATUROŠIEM MĀLIEM	8
<i>Jurijs Ješkins, Jānis Karušs</i> DATORMODELĒŠANAS PIELIETOŠANAS IESPĒJAS AR ĢEORADARU IEGŪTO DATU INTERPRETĀCIJĀ	9
<i>Aigars Kokins</i> DABAS MINERĀLU PIGMENTU KRĀSAS UN TO TONI KĀ KULTŪRU IDENTIFICĒJOŠA ZĪME	11
<i>Juris Kostjukovs, Aigars Kokins</i> SREBRODOLSKĪTA IEGŪŠANA NO STAICELES KRĀSU ZEMES	16
<i>Oskars Krūtainis, Aija Dēliņa</i> DAUGAVAS ŪDENS HORIZONTA APŪDENOTĪBAS NOVĒRTĒJUMS	17
<i>Kārlis Kukemilks, Tomas Saks</i> TURAIIDAS PILSKALNA NOGĀŽU STABILITĀTES MODELĒŠANA	19
<i>Iveta Kusina, Inga Jurgelāne</i> LATVIJAS ILLĪTA MĀLU IZMANTOŠANA SAULES AIZSARGKRĒMA IZSTRĀDĒ	21
<i>Zane Lanka, Aija Dēliņa</i> PAZEMES ŪDEŅU LĪMEŅU ILGGADĪGĀS IZMAIŅAS LATVIJĀ	23
<i>Valērijs Nikuļins</i> OLAINES – INČUKALNA – BERĢU LŪZUMU ZONAS SEISMOTEKTONISKĀS AKTIVITĀTES PAZĪMES	26
<i>Valērijs Nikuļins</i> ESTONIAN EARTHQUAKE 12 NOVEMBER 2016 AND ITS SEISMOTECTONIC POSITION	29
<i>Valērijs Nikuļins</i> IDENTIFICATION OF TECTONIC EARTHQUAKES IN THE EAST BALTIC ON THE EXAMPLE OF ESTONIAN EARTHQUAKE 12.11.2016	32
<i>Alexander Savvaitov, Georgy Konshin</i> LITHOSTRATIGRAPHICAL PROPERTIES OF SAALIAN TILL IN WESTERN KURZEME – IDENTIFIERS OF ICE FLOWS OF BALTIC ICE STREAM DURING SAALIAN GLACIATION	34

<i>Valdis Segliņš</i> MINERĀLRESURUS PATĒRIŅŠ UN LIETIŠĶO ĢEOLOĢISKO PĒTĪJUMU VIRZĪBA	36
<i>Valdis Segliņš</i> CILVĒKU VEIDOTAS NEPARASTAS FORMAS KONSTRUKCIJAS AKMEŅAINĀS PLUDMALĒS RĪGAS LĪČA PIEKARSTĒ	38
<i>Aivars Spalviņš, Kaspars Krauklis, Inta Lāce</i> LATVIJAS UPJU SATECES BASEINU ĪPAŠĪBU PĒTĪŠANA AR LATVIJAS HIDROĢEOLOĢISKĀ MODEĻA PALĪDZĪBU	40
<i>Viesturs Zandersons, Jānis Karušs</i> GRAVITĀCIJAS MĒRĪJUMU IZMANTOŠANA APRAKTO IELEJVEIDA FORMU LOKALIZĒŠANĀ	42
<i>Līga Zariņa</i> ARHEOLOĢISKU OBJEKTU AR ATŠĶIRĪGU ROBEŽZĪMJU SKAITU MORFOMETRISKA SALĪDZINĀŠANA	44

JONOMETRIJAS IZMANTOŠANA MĀLU SORBCIJAS KAPACITĀTES NOTEIKŠANĀ

Anda BATARĀGA, Jūlija KARASA

LU Ķīmijas fakultāte, e-pasts: ab12410@lu.lv

Smektīta jeb montmorilonīta māli ir vieni no vērtīgākajiem mālu minerāliem, tāpēc ka tos var izmantot ūdens attīrīšanā jeb disperso daļiņu saistīšanai (Karimīnaae-Hamedāni et. al., 2003). Šos mālus vēl var izmantot notekūdeņu attīrīšanai, jo tie spēj saistīt virsmas aktīvos savienojumus, kuri ir bāziski. Smektīta māli spēj saistīt gan smago, gan radioaktīvo metālu jonus no ūdens šķīdumiem. Baltijā Triasa vecuma nogulumos ir sastopami monmorilīnīta māli, kas ir atrodami Vadakstē un Saltišķu karjerā Lietuvā. Iepriekš minētās mālu minerālu sorbcijas īpašības nepieciešams pētīt un noteikt, lai tās varētu izmantot praktiski.

Mālu sorbcijas īpašību pētījumiem izmanto dažādas instrumentālās metodes. Populārākas no tām ir fotometriskā noteikšana ar organisku krāsvielu – metilēnzilo un vara krāsainajiem helātu kompleksajiem savienojumiem. Kā alternatīvu metodi mālu katjonu apmaiņas spējas (CEC) novērtēšanai var izmantot tā saucamo amonija acetāta metodi. Metodes pamatā ir mālu paraugu apstrāde ar zināmas koncentrācijas amonija acetāta šķīdumu. Pēc sorbcijas līdzsvara sasniegšanas mālu paraugiem tiek pievienots nātrija hidroksīda šķīdums. Tā rezultātā izdalās NH_3 , ko iespējams noteikt jonometriski ar $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ jonoselektīvo elektrodu (JSE). Nolasot elektroda mērījumus, pēc potenciālu starpības, izmantojot kalibrēšanas taisnes datus, nosaka sorbāta koncentrāciju paraugos. Par references materiālu mālu sorbcijas jonometriskajos pētījumos ir izmantots pasūtītais materiāls no repozitorija-nātrija montmorilonīts SWy-2.

Ar JSE amonija acetāta metodi noteiktās vērtības korelē ar iepriekš iegūtajiem datiem (Karasa, 2016) sorbcijas noteikšanai izmantojot vara (II) etilendiamīna kompleksu. Ir konstatēts, ka sorbcijas spējas pieaug rindā Saltišķu karjera māli, atdzelzoti Saltišķu karjera māli un bagātināti Saltišķu karjera māli.

LITERATŪRA:

- Busenberg E, Clemency C.V, 1972. Determination of the cation capacity of clays and soils ammonia electrode exchange using an ammonia electrode, *Department of Geological Sciences, Buffalo, New York* 14207.
- Karasa J, 2016. Sodium montmorillonite-significant raw material for the production of organoclays, *Department of Chemistry, University of Latvia, Latvia*.
- Karimīnaae-Hamedāni, H.R., Kanda, K., Kato, F., 2003. Wastewater treatment with bacteria immobilized onto a ceramic carrier in an aerated system. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 95 (2), 128–132.

SMILTS-GRANTS UN SMILTS NOGULUMU IZPĒTES IESPĒJAS IZMANTOJOT ĢEORADARU, ATRADNES „KRIŽOVKA” PIEMĒRS

Dāvids BĒRZIŅŠ, Jānis KARUŠS, Māris KRIEVĀNS, Kristaps LAMSTERS

*LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, e-pasts:
berzinsdavid@gmail.com, janis.karuss@inbox.lv*

Mūsdienās smilšaino nogulumu pētījumi ar ģeoradaru galvenokārt saistāmi ar reljefa formu iekšējās uzbūves un paleoģeogrāfisko apstākļu noskaidrošanu (Jol, 2009; Neal, 2004). Pētījuma mērķis ir analizēt ģeoradara pielietošanas iespējas ģeoloģiskajā izpētē N un A kategorijas smilts-grants un smilts atradnēm.

Pētījums veikts Šķeltovas pagastā smilts-grants un smilts atradnē „Križovka”, kura atrodas Latgales augstienes Dagdas pauguraines R malā, 3 km uz ZR no Šķeltovas ciema. Atradne un tai piegulošā teritorija iekļaujas glaciofluviālo nogulumu izplatības apgabalā, kas novietots starp Dagdas un Kaldabruņas glaciālo fāžu malas veidojumu joslām. Teritorijas reljefs ir artikulēts un sasniedz 30 m amplitūdu. Mūsdienu virsas saposmojumu galvenokārt veido dažādi orientētu, saliktu sīkpauguru un vidējpauguru virknes un masīvi, kā arī starppauguru iepaklas.

Pētījumu teritorijā veikta ģeoloģiskā izpēte A kategorijas krājumu apstiprināšanai smilts-grants un smilts atradnei. Izpēte realizēta izmantojot agregātu *DSB1 Nordmeyer* uz *MAN KAT 1* bāzes. Pielietojot spirālurbšanas metodi kopumā tika ierīkoti 12 urbumi no kuriem kopskaitā ņemti 29 paraugi granulometriskā sastāva analizēm.

Izpētes teritorijā starp visiem ierīkotajiem urbumiem, izmantojot ģeoradaru *Zond-12e*, tika ierakstīti radiolokācijas profili ar 300 MHz antenu. Izpētes laukuma ZA daļā, kur sastopama biežākā derīgā slāņkopa, radiolokācijas profili papildus tika ierakstīti ar 75 MHz antenu. Lai iegūtos radiolokācijas signāla atstarojumus būtu iespējams sasaistīt ar nogulumu fizikālo īpašību izmaiņām, izpētes teritorijā veikti divi kopējā viduspunkta mērījumi – laukuma R un A daļā. Radiolokācijas profila līniju galapunktu uzmērīti izmantojot *Trimble R4 GNSS* reālā laika *GPS* iekārtu.

Radiolokācijas izpētes gaitā iegūti signāla atstarojumi, kas saistāmi ar smilšaino un grantaino nogulumu slāņu kontaktvirsmām, ar gruntsūdens līmeni, kā arī lielākajā daļā radarogrammu ir iegūti signāla atstarojumi, kas saistāmi ar morēnas slāņa virsmu. Ņemot vērā, ka liela daļa signāla enerģijas tiek atstarota no gruntsūdens virsmas un slāņaino smilts-grants un smilts iekšējām robežām, iegūtā signāla atstarojuma interpretācija no dziļuma, kas pārsniedz aptuveni 8 metrus, ir apgrūtināta.

Iegūtie rezultāti norāda uz to, ka radiolokācijas pētījumi var sniegt papildus informāciju, smilts-grants un smilts atradņu izpētes laikā. Izmantojot radiolokācijas izpētes laikā iegūtos datus, ir iespējams precizēt nogulumu slāņu telpisko izplatību un saguluma apstākļus. Izmantojot ģeoradaru iespējams detalizētāk noteikt atradnei pagulošās morēnas virsmas reljefu, līdz ar to iespējams precizēt aprēķinātos derīgo izrakteņu krājumus.

LITERATŪRA:

- Neal, A. 2004. Ground-penetrating radar and its use in sedimentology: principles, problems and progress. *Earth-Science Reviews*. 66(3). 261–330.
- Jol, H.M. (eds.) 2009. *Ground Penetrating Radar Theory and Applications*. Amsterdam, Elsevier Science.

MĀLU MINERĀLU FRAKCIJAS IZDALĪŠANA NO ILLĪTUS SATUROŠIEM MĀLIEM

**Anna TRUBAČA-BOGINSKA, Raimonds POPLAUSKS,
Jānis ŠVIRKSTS, Andris ACTIŅŠ**

LU Ķīmijas fakultāte, e-pasts: anna.trubaca-boginska@lu.lv

Mālu minerāli ir kristalīti ar koloidāla izmēra daļiņām, kurus bieži dēvē arī par dabīgajiem nanomateriāliem. Latvijas teritorijā pārsvarā dominē illītus saturošie māli, kurus galvenokārt izmanto dažādas būvkeramikas ražošanai. Šo mālu pielietojuma jomas ierobežo tajos esošo dažādu rupjgraudaino minerālu piemaisījumi, piemēram, kvarcs, karbonāti, laukšpats u.c. Atdalot šos piemaisījumus, illītu mālu minerāliem varētu meklēt jaunu un inovatīvu pielietojumu, piemēram, polimēru nanokompozītu sintēzē.

Latvijas Universitātē ir izstrādāta submikronu frakcijas izdalīšanas metode (Kostjukovs et al., 2015) no illītus saturošajiem māliem, kuras pamatā ir mālu suspensijas stabilizācija ar nātrija tripolifosfātu, rupjgraudaino minerālu sedimentācija un mālu minerālu frakcijas koagulācija ar hidrazīna dihidroģenhlora acetona maisījumu. Tomēr gandrīz kā visām metodēm, tai ir savas priekšrocības un trūkumi.

Ar submikronu frakcijas izdalīšanas metodi Kupravas mālu gadījumā izdodas atbrīvoties no dolomīta un būtiski samazināt kvarca piemaisījumus. Izdalītā submikronu frakcija satur jauktslāņu illīta – smektīta, illīta un kaolinīta minerālus ar nelieliem kvarca piemaisījumiem. Tomēr, ja māli sākotnēji satur hematītu, tad tā atdalīšanai papildus jālieto kāda no dzelzs savienojumu reducēšanas metodēm.

Izdalītajai submikronu frakcijai katjonu apmaiņas kapacitāte (CEC) palielinās no 23 līdz 28 meq/ 100g, salīdzinot ar Kupravas atradņu māliem. CEC pieaug galvenokārt tādēļ, ka tiek aizvākti minerāli ar ļoti zemu CEC, piemēram, kvarcs.

Jāatzīmē, ka submikronu frakcijas izdalīšanas metodes galvenais trūkums ir koagulanta un suspensijas stabilizētāja adsorbīcija uz mālu minerālu virsmas. Koagulanta adsorbīcija būtiski ietekmē illītu mālu minerālu katjonu apmaiņas kapacitāti un citas koloidālās īpašības. Koagulantu no mālu minerālu virsmas ir iespējams atdalīt to oksidējot ar ūdeņraža peroksīdu. Pēc koagulanta atdalīšanas submikronu frakcijas CEC palielinās līdz 38 meq/ 100g.

LITERATŪRA:

Kostjukovs, J., Trubača-Boginska, A., Actiņš, A., 2015. Method for separation of submicron particles of illite mineral from illite clay. *European patent office*, EP 2840063 B1.

DATORMODELĒŠANAS PIELIETOŠANAS IESPĒJAS AR ĢEORADARU IEGŪTO DATU INTERPRETĀCIJĀ

Jurijs JEŠKINS, Jānis KARUŠS

LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, e-pasts: jurijs.jeshkins@gmail.com

Ģeoradars ir efektīvs un jauns veids nedestruktīvai Zemes pētīšanai, bet ļoti bieži tā izmantošana ir nesekmīga, jo ar ģeoradaru veiktie mērījumi ir cilvēkam grūti uztverami. Pilsētā iegūtie profili bieži ir sarežģīti un satur daudz “trokšņu” informācijas, kas netiek tieši izmantota pētījumā. Viens no veidiem, kā var atvieglot interpretāciju – teorētisko datu un modelēšanas izmantošana.

Atvērtā koda programmu klāstā ir atrodami vairāki risinājumi ģeoradara datu modelēšanai. Viens no plašāk izplatītiem risinājumiem ir Python valodā veidots programmu komplekss gprMax (Warren, Giannopoulos, Giannakis, 2016). gprMax ļauj modelēt elektromagnētisko viļņu izplatīšanos apskatāmajā vidē, izmantojot FDTD (Finite-Difference Time-Domain) metodi un risinot Maksvela vienādojumus 3D vidē. Pašlaik programmai ir pieejams tikai konsoles režīms, bet tiek izstrādāts arī grafiskais nodrošinājums (Pirrone, Pajewski, 2015), kas būtiski atvieglos modeļa izstrādi. Modeļa apraksts sastāv no vairākām daļām un sevī ietver vides aprakstu – izmērus, diskretizāciju, materiālus; izvēlētas antenas aprakstu – viļņu sadalījuma veidu, antenas veidu un frekvenci, antenas pārvietošanas algoritmu; vidē sastopamo objektu aprakstu – izmēri, materiāli, atrašanas vietas. Par izveidota modeļa atbilstību iepļānotajām var pārliccināties, izveidojot 3D modeli Paraview programmas vidē.

Būtisks moments jebkurā modelēšanā ir modeļa atbilstība reāliem apstākļiem. Modelējot dabas procesus datorvidē, veidotie modeļi ir pietuvināti ideāliem apstākļiem, bet dabā šādi procesi ir daudz sarežģītāk un ietver telpiski heterogēnas īpašības. Lai risinot šo problēmu un modelēt dažādu veidu materiālus, gprMax vidē ir paredzēti vairāki algoritmi – *Peplinski soil* algoritms ļauj izklaidēt materiāla īpašības, veidojot nehomogēnu grunti, kur materiāla īpašības, kas galvenokārt ietekmē ģeoradara signāla izplatīšanos gruntī (dielektriskā caurlaidība, elektrovadītspēja) tiek diferencētas un sadalītas vidē, savukārt *Surface roughness* ļauj veidot zemes virsmas reljefu, modelējot paaugstinājumus un pazeminājumus.

Pētījumā ietvaros tika izveidoti vairāki modeļi, kuri atbilst iespējamiem dabas un pilsētvides objektiem. Programmas pamatprincipu apgūšanā tika izveidots modelis, kas reprezentē vairāku slāņu ģeoloģisko griezumumu. Modelēšanas rezultātā tika iegūti ģeoradara profili, kuri bija modeļēti ar dažādu frekvenču antenām. Profili tika salīdzināti savā starpā, rezultātā apliecinot faktu, ka maksimāli iespējamais izpētes dziļums ir atkarīgs no izvēlētas frekvences.

Lai pārbaudīt programmas iespējas darbā ar vairākiem objektiem tika izveidots modelis, kas reprezentē pilsētas komunikācijas (kanalizācijas trubas, māju pamatus u.c.). Materiālu fizikālo īpašību vērtību izvēle tika balstīta uz literatūrā sastopamajām teorētiskām vērtībām (Benedetto, Pajewski, 2015). Rezultātā iegūtajos

modeļos var novērot atstarojumus no lokāliem objektiem un iegūtie profili var kalpot kā pamats turpmākiem pētījumiem.

Kopumā, ģeoradara datu modelēšana var tikt izmantota kā papildriks iegūto ģeoradara datu interpretācijā, jo programmas iespējas ļauj modelēt jebkuras sarežģītības situācijas.

LITERATŪRA:

- Benedetto A., Pajewski L., 2015. Civil Engineering Applications of Ground Penetrating Radar, 10.1007/978-3-319-04813-0
- Pirrone D., Pajewski L., 2015. E²GPR – Edit your geometry, Execute GprMax2D and Plot the Results!, 10.1109/MMS.2015.7375414
- Warren, C., Giannopoulos, A., & Giannakis I. (2016). gprMax: Open source software to simulate electromagnetic wave propagation for Ground Penetrating Radar, *Computer Physics Communications*, 209, 163-170, 10.1016/j.cpc.2016.08.020.

DABAS MINERĀLU PIGMENTU KRĀSAS UN TO TOŅI KĀ KULTŪRU IDENTIFICĒJOŠA ZĪME

Aigars KOKINS

LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte; e-pasts: kokins.aigars@gmail.com

Pētījuma “*Dabas minerālu pigmentu krāsas un to toņi kā kultūru identificējoša zīme*” mērķis ir fiksēt minerālu pigmentu izmantošanu par krāsvielu no aizvēstures līdz brīdim, kad antropoloģiski tiek lietotas pamata krāsas – sarkans, dzeltens, zils. Paralēls pētījuma objekts ir krāsas toņa semiotika, kas balstās arheoloģisko izrakumu aprakstos un seno kultūru pētījumos (Austrālija, Andamanu salas, Amazonas lietus meži (Yanomamo indiāņi) un senās Indas upes ielejas civilizācijas). Pētījumu metodika ir literatūras studijas, atsevišķu objektu izpēte (aizvēstures petroglifi Portugālē *Foz Côa* un ala *Escoural*), kā arī praktiska krāsu veidošana no Latvijas krāsu zemēm.

Dabas minerālu pigmenti kā dzelzs oksīdi, krāsu zemes tiek lietotas kopš 285,000 g.p.m.ē. (Deino un McBrearty, 2002). Mūsdienu Kenijas teritorijā atrasti vienviet 70 pulverizēta pigmenta gabali, kas kopā veido 5kg okera materiāla. Agrāks atradums ~256,000 g.p.m.ē. arī tiek saistīts ar Āfrikas kontinentu, Zambija, Twin Rivers (Barham, 2002), bet vēsturiski tuvāks laiks paplašina sarkanās krāsas lietojuma ģeogrāfisko areālu, līdz sarkanās krāsu zemes ir akmens laikmeta kultūru raksturīgā zīme šķiet visās tās izplatības zonās un lietota apbedījumu tradīcijās, rituālos, dekoratīvi un iespējams medicīniski. Sarkanās krāsas semiotiskā nozīme aizvēsturē tiek saistīta ar auglību (sievietes spēju radīt dzīvību) (Thompson, 2007), dzīves un nāves ciklu, pēcnāves mitoloģiju, inicializācijas rituālos (Brown, 1922, p. 98), sarkanais tonis kā asins simbols (okers arheoloģiski dažkārt tiek atrasts atjaukts ar asinīm (Cane, 2013)) – zemes asinis, dievu asinis (radīšanas mītos) vai rituālā upura asins. Sarkana ir arī uguns krāsa, tāpēc senkultūrās, kurās nav sastopams okera lietojums kā Indijas senākajā arheoloģiski izpētītajā reģionā Indas upes ielejā – Harappa un Mohenjo-Daro (~ 2,500 g.p.m.ē.), ir izteikti uguns un asins upura rituāli.

Aizvēsture saistāma arī ar baltās un melnās krāsas izmantošanu – ogle, krīts, kaļķi, kaolīna māli (Graudonis u.c., 2001). Baltā krāsa tika izmantota apbedījumu rituālos un arheoloģiski atrasto baltu apļu veidā mezolīta kultūrās (Apals u.c., 1974), tās izmantošana, iespējama simbola pārmantošanas rezultātā, parādās arī Austrālijas un Andamanu salu iezemiešu rituālo deju ceremonijās, kad cilvēki krāso ķermeņi ar baltiem kaolīna māliem, simbolizējot garu pasauli. Balts kā garu krāsa. Melno toni Amazonas indiāņi lieto kā kara krāsu.

Aizvēstures pētniecība neuzrāda nobīdes šo trīs pirmo krāsu lietojumā – balts, melns un sarkans (tab.1.) ir uzskatāms kā pamats antropoloģiskam krāsu lietojumam.

Tabula 1. Antropoloģiski pirmie lietotie krāsu toņi.

Sarkanā krāsa	dzelzs oksīds (hematīts), māli
Melnā krāsa	ogle (dedzināts koks vai dedzināts kauls), sodrēji, mangāna oksīdi un hidroksīdi
Baltā krāsa	smalcināts kauls, krīts, kaļķis, baltie kaolīna māli

Madlēnas vēlā paleolīta senkultūra ar tās alu gleznotājiem, kuru slavenākais veikums ir mūsdienu Francijas dienvidrietumos Vézère ielejā atrastās 25 dekorētās alas, ar Lasko (*Lascaux*) kā izteiksmīgākā no tām (17,000 g.p.m.ē.), iezīmējas ne tikai ar izteiktu mākslas, anatomijas un toņu saderības pētītu lietojumu, bet arī paplašina aizvēsturē izmantoto minerālpigmentu paleti un toņu daudzumu, pievienojot dzelteno (Vandiver, 1983), brūno un pat violeto krāsu (Chalmin, 2003) (tab.2.).

Bridī, kad krāsas tonis tiek lietots glezniecības manierei, ir grūti runāt par krāsas simbolismu, bet ņemot vērā to, ka gleznojumi bieži tiek veidoti alās, kas atrodas dziļi prom no dienas gaismas, kurās neuzturējās cilvēki – attēls kļūst par inscinētu pieredzi, bet pieredze, iniciācijas rituāli ir simboliski. Dzīvnieku attēls kā ikoniska zīme, plaukstu nospiedumi un abstraktas ģeometriskas formas, kas atkārti vienas un tās pašas figūras dažādos ģeogrāfiskos reģionos, tādā veidā paleolītā lietotos krāsu simbolus papildina arī ģeometriski zīmju simboli (Petzinger, 2009).

Tabula 2. Akmens laikmeta krāsu toņu papildinājums.

Dzeltena krāsa	okers – dzelzs oksīds (gētīts, limonīts)
Brūna krāsa	mangāna oksīds
Violeta krāsa	mangānu saturoši minerāli

Kā nākamais tonis vēsturiski ir zilā krāsa, kas saistāma ar Ēģiptes Trešo Dinastiju (Wyart et al., 1981) (~2,700 g.p.m.ē) un Mezopotāmiju, Šumeru kultūru (parādās poēmā par Gilgamešu (George, 2000), Borsippa (*Birs Nimrud*) pilsētas vārtu (Bertman, 2003, p. 15) un iespējams arī Ištāras vārtu celtniecības materiāls (*Ish-tarGate*)). Pusedārgakmenis Lapis Lazuli, kura dominējošais minerāls ir lazurīts, tiek iegūts Afganistānā, bet tā nogulumi ir arī Čīlē un Sibīrijā. Lapis Lazuli Eiropā tiek saukts par Ultramarīnu un sava unikālā toņa, retuma un grūti iegūstamās krāsas dēļ vērtēts dārgāk par zeltu. Šodien Afganistānas Lapis Lazuli trīs kilogramu smags paraugs Latvijas kristālu un minerālu veikalā “Gstone” maksā 800 eiro, kas joprojām ir augsta cena, lai no tā gatavotu krāsu. Kopš 1826. g. pastāv iespēja lietot sintētisku ultramarīnu, kaut sakrālā glezniecībā Lapis Lazuli joprojām ir neaizstājams. Lapis Lazuli ieguve Afganistānā šobrīd gan teorētiski ir iesaldēta, jo šī materiāla eksports ir Talību kaujinieku ienākuma avots, uzturot aktīvu karadarbību reģionā (Global Witness, 2016).

Zilā krāsa tiek iegūta arī no minerāla azurīta, kura atradnes ir Francijā, Vācijā, Spānijā, Ēģiptē, Irākā, Tibetā u.c., bet tas netiek vērtēts tik augstu kā Lapis Lazuli, jo tā krāsai ir tendence saules gaismā izbalēt, turpretī Lapis Lazuli savu toni saglabā nemainīgu (Müller un Krebs, 1984, p. 69).

Ēģiptes zilais, vēl viens zilās krāsas variants, tiek iegūts ķīmiska procesa rezultātā 2,500 g.p.m.ē., kaļķakmens (kaļķu), vara oksīda (malahīta) un smilts (kvarcs) sakausējums pie temperatūras 800–9000C (Ball, 2008). Ēģiptē lietota arī zaļā krāsa – Malahīts un ķīmiski veidota dzeltenā krāsa – svina antimonīts (tab.3.), kas arī noslēdz visu galveno pamatkrāsu paleti – sarkans, dzeltens, zils, (melns, balts) – kuras savstarpēji jaucot, iegūs plašu toņu spektru.

Tabula 3. Paplašināta krāsu palete, pievienojot zilo, zaļo, papildinot dzelteni, balto un sarkano krāsu.

Zilā krāsa	Lapis Lazuli, azurīts, Ēģiptes zilais, kobalta zilais, Persiešu zilais, verdigris
Zaļā krāsa	malahīts, celadonīts, glaukonīts, dzelzs oksīdi, vara oksīdi
Dzeltenā	Svina antimonīts, auripigments
Sarkanā	cinobrs, realgārs, krokoīts, svina oksīds
Baltā	alvas oksīds, svina oksīds

Krāsu simbolisma evolūcija atspoguļojas Nepālas un Tibetas budisma filozofijas, kosmoloģijas un mākslas formās. Tā sakrālā mākslas forma Thangka (6–7. gs. Nepāla) ir dažādo reģionālo skolu kanonisks gleznojums, kas atspoguļo Mahājānas budisma mitoloģiju, kā arī vizuālas koncentrācijas zīmes–mandalas. Gleznojumi tiek veidoti uz kokvilnas vai zīda, gruntējot to ar krītu. Ģipsi lieto kā pamata pigmentu, ierīvējot to ar akmeni. Zīmējums tiek uzlikts precīzi, bez mākslinieciskas interpretācijas, to rūpīgi ilustratīvi izgleznojot, izmantojot dabas minerālkrāsas (tab.4.) un augu valsts krāsvielas, kas atjauktas ar saistvielu – vārītu bifeļu ādas līmi un ūdeni (Shaftel, 1986).

Tabula 4. Lietotās minerālkrāsas Thangka glezniecībā.

Baltā krāsa	krīts, ģipsis, smalcināti dzīvnieku kauli
Melna krāsa	ogle (dedzināti skuju koki, vai dzīvnieku kauli), sodreji
Sarkanā krāsa	dzelzs oksīds (hematīts)
Dzeltens	auripigments, zelts
Zilā krāsa	lazurīts, azurīts
Zaļā krāsa	malahīts, amazonīts (zilganzaļa krāsa)

Thangku glezniecība kā kanoniska mākslas forma tiek veidota iepriekš noteiktā krāsu toņu paletē, kur katra toņa lietojums ir ar priekšrakstītu nozīmi (tab.5.). Lietotas tiek piecas krāsas dažādās kombinācijās un katra no tām tiek simbolizēta ar transcendentālā Budas kādu no aspektiem, izņemot melno krāsu. Krāsa kā psihes procesu alķīmiska transmutācija, pārveidojot nezinoša prāta stāvokli apgaismotā. Baltā krāsa – (neziņa un maldi pārtop par apzinātu realitātes izpratni), Zilā krāsa – (pārveido dusmas); Sarkanā krāsa – (pieķeršanos), u.c..

Tabula 5. Thangku glezniecībā izmantoto toņu simboliskā nozīme

Balts – atpūta un domāšana	Melns – naidis, nāve
Sarkans – pakļaušanās un apvienošana	Dzeltens – atturība un atjaunošanās
Zils – miers, skaidrība	Zaļš – eksorcisms

Tibetas budisms izmanto krāsu simbolus ne tikai sakrālā glezniecībā, bet arī aprakstot filozofijas principus, veidojot krāsu kā atslēgu nāves un pēcnāves stāvokļu aprakstam – Bardo (Karma-Glin-Pa un Evans-Wentz, 2000). Krāsu simboli Indijā (joga, tantra) un Tibetā tiek lietoti, aprakstot mītiskos cilvēka enerģijas (vitalitātes) centrus – čakras (chakra) (Leadbeater, 1966).

Pētījums liek secināt, ka minerālu pigmentu senākā izmantošana ir saistāma ar paleolīta kultūrām, simbolisku tikai sarkanā un baltā toņa lietošanu, uz ko norāda polihromu krāsu neesamība aheoloģiskajos slāņos. Minerālu pigmentu krāsu toņi plašāk izmantoti līdz ar alu glezniecību (*Lascaux, La Cueva de Altamira, u.c.*), kad krāsa kļūst dekoratīvs elements, toņa simbolisms kļūst mazāk svarīgs, bet gan tas, kas tiek atainots. Visu pamatkrāsu toņu apgūšana un izmantošana ir saistāma ar laiku, kas senāks par 2,500 g.p.m.ē.

Pētījums par krāsas toņa simbolu nozīmi liek secināt, ka sākotnējā simboliskā nozīme tiek saistīta ar cilvēku pamatvajadzībām – izdzīvošanu un orientāciju laika telpā. Gadu tūkstošiem ritot, krāsu simboli sāk atspoguļot cilvēku psiholoģiskos stāvokļus – miers, skaidrība, domāšana, tai pašā laikā saglabājot aktuālus arī agrākās krāsu simbolu nozīmes, tos papildinot ar jaunām interpretācijām.

Pētījuma praktiskā daļa. Lai veidotu krāsu no Latvijas krāsu zemēm, tika ievākti materiāla paraugi (dzelzs oksīdu nogulumu), veikta materiāla žāvēšana, karsēšana toņa modificēšanai, krāsas pigmenta smalcināšana un atjaukšana ar saistvielu (ūdens vai linellā). Krāsas tonis ir atkarīgs no parauga ķīmiskā sastāva, pigmenta smalkuma un lietotās saistvielas.

LITERATŪRA:

- Apals, J., M. Atgāzis, J. Daiga, u.c. 1974. Latvijas PSR Arheoloģija VI. Rīga:LPSR ZA
- Ball, P., 2008. Bright Earth: The Invention of Colour. USA: Vintage Books.
- Barham, L., 2002. Backed tools in Middle Pleistocene central Africa and their evolutionary significance. *Journal of Human Evolution*, 43, pp. 585–603.
- Brown, A.R., 1922. The Andaman islanders. A study in social anthropology. London: Cambridge University Press.
- Bertman, S., 2003. Handbook to Life in Ancient Mesopotamia. USA:Facts On File, pp. 396.
- Cane, S., 2013. First footprints: The epic story of the first Australians. Allen & Unwin.
- Chalmin, E., 2003. Caractérisation des oxydes de manganèse et usage des pigments noirs au paléolithique supérieur. Université de Marne la Vallée.
- Deino, A.L., McBrearty, S., 2002. 40Ar/39Ar dating of the Kapthurin Formation, Baringo, Kenya. *Journal of Human Evolution*, 42, pp. 185–210.
- George, A., 2000. The Epic of Gilgamesh. The Babylonian Epic Poem and ther Texts in Akkadian and Sumerian. England: Penguin Books.
- Graudonis, J., I. Zagorska, I. Loze, u.c. 2001. Latvijas senākā vēsture 9.g.t.pr.Kr.-1200.g. Rīga: Latvijas vēstures institūta apgāds.

- Karma-Glin-Pa, Evans-Wentz, W.Y., 2000. *The Tibetan Book of the Dead: Or the After-Death Experiences on the Bardo Plane, according to Lama Kazi Dawa-Samdup's English Rendering*. New York: Oxford University Press.
- Leadbeater, C.W., 1966. *The Chakras*. India: The Theosophical Publishing House.
- Müller, A., Krebs, B., 1984. Sulfur: Its Significance for Chemistry, for the Geo-, Bio-, and Cosmosphere, and Technology. "Sulfur in artwork: lapis lazuli and ultramarine pigments". Elsevier, pp. 511.
- Petzinger, G., 2009. *Making the Abstract Concrete: The Place of Geometric Signs in French Upper Paleolithic Parietal Art*. University of Victoria.
- Shaftel, A., 1986. Notes on the technique of Tibetan Thangkas. *Journal of the American Institute for Conservation*, 25, pp. 97–103.
- Thompson, W.L., 2007. Natural Drift and the Evolution of Culture. *Journal of Consciousness Studies*, 14(11), pp. 96–116.
- Vandiver, P., 1983. *Paleolithic pigments and processing*. Thesis, Massachusetts Institute of Technology.
- Wyart, J., Bariand, P., Filippi, J., 1981. Lapis-Lazuli from Sar-e-sang, Badakhshan, Afghanistan. *Gems & Gemology*. pp. 184–90.
- Global Witness, 2016. War in the treasury of the people: Afghanistan, lapis lazuli and the battle for mineral wealth. [Skatits: 18.01.2017] <https://www.globalwitness.org/en/campaigns/afghanistan/war-treasury-people-afghanistan-lapis-lazuli-and-battle-mineral-wealth>

SREBRODOLSKĪTA IEGŪŠANA NO STAICELES KRĀSU ZEMES

Juris KOSTJUKOV¹, Aigars KOKINS²

¹LU Ķīmijas fakultāte, e-pasts: jukos54@mail.com

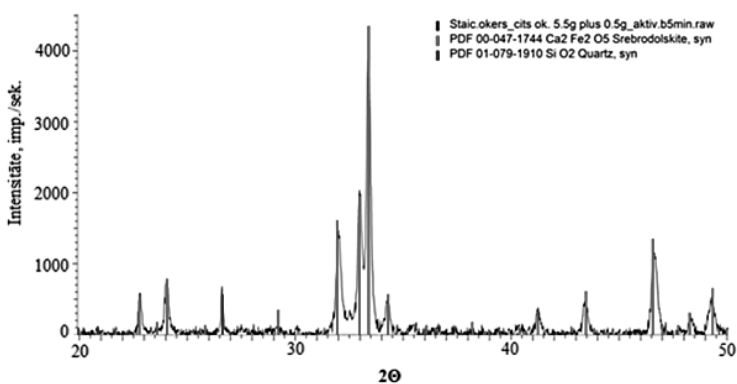
²LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte

Srebrodolskiĳt kā minerāls dabā pirmoreiz tika atrasts 1982. gadā Dienvidurālos (Kopeiska), vēlāk arī Aizkaukāzā (Dienvidosetija), Vācijas rietumos (Eifelas reģions) un citur. Ar ķīmisko nosaukumu dikalcija ferīts (*dicalcium ferrite*) $\text{Ca}_2\text{Fe}_2^{3+}\text{O}_5$ tas parasti sastopams metālu kausēšanas sārņos.

Mūsu rīcībā esošās Staiceles krāsu zemes (StKZ) galvenās sastāvdaļas ir limonīts (35–40 mas.%), kalcīts (50–60 mas.%) un kvarcs (4–6 mas.%). Karsējot StKZ līdz 400–500°C, limonīts veido hematītu, bet pārējās fāzes nemainās. Kalcīta un hematīta daudzums StKZ ir tuvu stehiometriskai attiecībai (1,25 : 1), lai dikalcija ferītu varētu iegūt temperatūrās līdz 950°C (da Silva and Sombra, 2011).

Pētījuma mērķis bija noskaidrot kā mainās StKZ mineraloģiskais sastāvs to karsējot 600–950°C temperatūrās vismaz 4 stundas, lai vienas darbadienas garumā veiktu parauga sagatavošanu, karsēšanu un pulveru rentgendifraktometrisko sastāva analīzi.

Pulveru rentgendifraktometriskā sastāva fāžu analīzes dati liecina, ka srebrodolskiĳta fāze sāk veidoties pie 650°C temperatūras un maksimumu sasniedz 900–950°C temperatūrā.



1. att. Srebrodolskiĳtu raksturošā rentgendifraktogramma. Attēls raksturo vienu variantu, kad tiek iegūts srebrodolskiĳta maksimālais daudzums paraugā.

LITERATŪRA:

da Silva C.C., Sombra A.S.B., 2011. Temperature dependence of the magnetic and electric properties of $\text{Ca}_2\text{Fe}_2\text{O}_5$. Mater Sci Appl., Vol. 2 No. 9, pp. 1349–1353. doi: 10.4236/msa.2011.29183.

DAUGAVAS ŪDENS HORIZONTA APŪDEŅOTĪBAS NOVĒRTĒJUMS

Oskars KRŪTAINIS, Aija DĒLIŅA

LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, e-pasts: Oskars.Krutainis@inbox.lv

Ūdens horizonta apūdeņotības apzināšana ir būtiska efektīvu pazemes ūdeņu resursu izmantošanā. Horizonta apūdeņotību ietekmē tādi faktori kā ūdeņu papildināšanās apjoms, ūdeni saturošo iežu sastāvs, to fizikālās īpašības kā porainība un plaisainība, filtrācijas īpašības, slāņa kopējais biežums, efektīvais biežums, ieguluma dziļums u.c.

Urbuma īpatnējais debīts ir būtisks parametrs, kas ļauj ne tikai spriest par urbuma tehnisko stāvokli, bet arī noteikt horizonta apūdeņotību izmantojot ūdensapgādes urbumu datus. Zinot šo parametru iespējams prognozēt maksimālo ūdens atdevi urbumos un aprēķināt optimālo sūkņēšanas apjomu, kā arī aprēķināt ūdensvadāmības koeficientu (Johnson 2005). Jo lielāks ir šis koeficients, jo slānis bagātāks ar ūdeni un ūdens līmeņa pazeminājums urbumos būs mazāks.

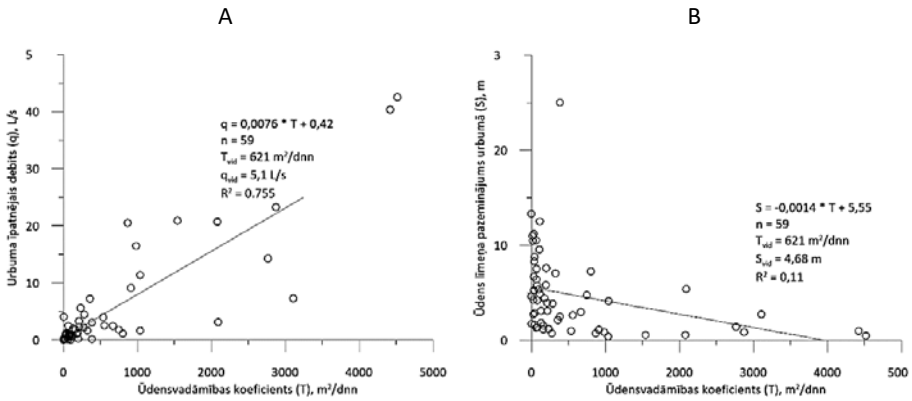
Pētījuma mērķis ir apzināt kā atsevišķu urbumu parametri ir sasaistāmi ar Daugavas horizonta apūdeņotību raksturojošiem parametriem.

Lai sasniegtu izvirzīto mērķi jāanalizē urbumu īpatnējā debīta vērtības un to mainība telpā. Jāizvērtē kā horizonta ieguluma dziļums ietekmē debīta vērtības, kā apūdeņotība saistās ar ūdeni saturošo iežu īpašībām. Urbumu konstrukcijas (filtra intervāls, diametrs, sieta tips) ietekme uz parametru.

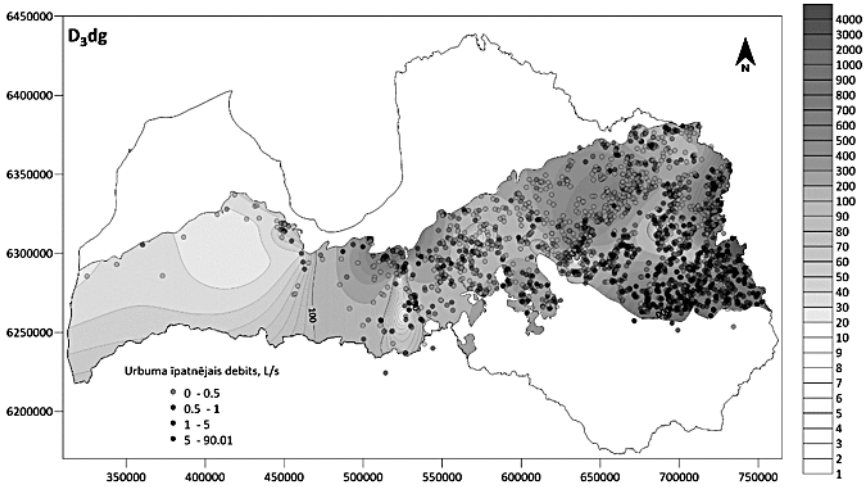
Pētījumā izmantoti ūdensapgādes urbumu dati no Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centra urbumu datu bāzes. Dati atlasīti izmantojot HeidiSQL programmatūru un vizualizēti ar Grapher un Surfer palīdzību (1. un 2. att.), izmantojot 59 datu punktus ar horizonta ūdensvadāmības vērtībām un 2221 datu punktus par urbumu parametriem.

Veiktā datu analīze (1. att.), liecina, ka pastāv korelācija starp urbuma īpatnējo debītu (q) un horizonta ūdensvadāmības koeficienta (T) vērtībām, savukārt ūdens līmeņa pazeminājums urbumā ir atkarīgs ne tikai no T , bet arī citiem faktoriem, visticamākais – urbuma konstrukcijas īpatnībām.

Plānā (2. att.) urbuma īpatnējā debīta un T vērtību saistība arī ir novērojama, tomēr, ņemot vērā ievērojamās datu kopu blīvuma atšķirības ($n_T=59$ un $n_q=2221$), tad daudzviet teritorijās ar salīdzinoši augstām T vērtībām ir sastopami urbumi ar nelielu īpatnējo debītu. Acīmredzami, te ir jāmeklē vēl citi faktori, kas ietekmē šo parametru saistību, kā horizontu veidojošie nogulumu, to plaisainība u.c.



1. att. Sakarības starp Daugavas ūdens horizonta ūdensvadāmības koeficienta vērtībām un urbuma parametriem – īpatnējo debitu (A) un līmeņa pazeminājumu urbumā (B).



2. att. Daugavas ūdens horizonta ūdensvadāmības koeficienta un urbumu īpatnējā debita telpiskais sadalījums Latvijā

LITERATŪRA:

Johnson T. 2005. Specific capacity — a measure of well performance, well problems, and aquifer transmissivity: Part 1 of 2. WRD Technical Report, V2, Water Replenishment District of Southern California, Cerritos, 2 p.

TURIDAS PILSKALNA NOGĀŽU STABILITĀTES MODELĒŠANA

Kārlis KUKEMILKS¹, Tomas SAKS²

LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, e-pasts: kukemilks.karlis@inbox.lv¹

LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, e-pasts: tomas.saks@lu.lv²

2002. gada februārī Turaidas pilskalnā izveidojās trīs noslīdeņi, kuru cēloņu noteikšanai un turpmākai noslīdeņu riska novēršanai sekoja detalizēta pilskalna ģeoloģiskā un hidroģeoloģiskā izpēte (Mūrnieks et al., 2002). Saskaņā ar pilskalnā veikto inženierģeoloģisko izpēti (Mūrnieks et al., 2002) un modelēšanu, kas veikta šajā pētījumā, pilskalnam kopumā raksturīgi vairāki noslīdeņu veidošanas veicinoši ģeoloģiskie un hidroģeoloģiskie faktori:

1. Pārsedzošajiem antropogēnajiem nogulumiem raksturīgi izteikti heterogēni grunts mehāniskie raksturlielumi, atsevišķos gadījumos sasniedzot ļoti zemu bīdes pretestību (Mūrnieks et al., 2002).
2. Devona smilšakmeņi, vietās kur tos skar erozija, ir vāji cementēti (Mūrnieks et al., 2002), kā dēļ nogulumiem ir zemas saistes (*cohesion*) vērtības, kas arī ietekmē bīdes pretestību un var veicināt noslīdeņus un gravu eroziju.
3. Mālaino starpslāņu stiprības raksturlielumi var samazināties pazemes ūdeņu ietekmē, un tajos var veidoties noslīdeņu potenciālās slīdvirsmas (Mūrnieks et al., 2002).
4. Izteikti atšķirīgas hidrauliskās caurlaidības nogulumu mija var izraisīt vairāku brīvo pazemes ūdeņu horizontu veidošanas, kas savukārt izraisa porūdus spiedienu un iespējamus noslīdeņus.

Iepriekš minētie apstākļi liecina, ka noslīdeņu risks Turaidas pilskalnā ir vērā ņemams un prasa detalizētu izpēti, tai skaitā nogāžu stabilitātes modelēšanu.

Lai veiktu nogāžu stabilitātes modelēšanu Turaidas pilskalnā, bija nepieciešami daudzveidīgi datu avoti, tai skaitā reljefa, ģeoloģiskie un hidroģeoloģiskie dati. Pilskalna ģeoloģiskās un hidroģeoloģiskās izpētes (Mūrnieks et al., 2002) gaitā tika veikti priekšdarbi pazemes ūdeņu un nogāžu stabilitātes modelēšanai, noteikti modelēšanā svarīgākie grunšu mehāniskie un hidroģeoloģiskie raksturlielumi, kuri izmantoti arī šajā pētījumā. Pielietojot datus tika veikta 3D ģeoloģiskā un hidroģeoloģiskā modelēšana, kuras rezultāti tika izmantoti, lai veidotu nogāžu stabilitātes modeli.

Ar programmu GeoModeller tika izveidots pilskalna 3D ģeoloģiskais modelis. Pilskalnā veiktie ģeoloģiskie urbumi un zondējumi (Mūrnieks et al., 2002) kalpoja 3D ģeoloģiskā modeļa izveidei. Ģeoloģiskais modelis kalpoja kā bāze 3D hidroģeoloģiskajam modelim. Grunšu hidroģeoloģiskie raksturlielumi tika ņemti no priekšizpētes rezultātiem (Mūrnieks et al., 2002). Modelēšanai tika pielietota programma HydroGeoSphere, jo tā sevišķi detalizēti ļauj apskatīt pazemes ūdeņu plūsmu vadozajā zonā. Tika veikta integrēta virszemes un pazemes ūdeņu modelēšana mainīgu klimatisko apstākļu ietekmē. Par modelēšanas periodu tika

izraudzīts laika posms no 01.01.2014. līdz 31.12.2015., jo 2014. gada 29. jūlijā Siguldā 6 stundu laikā tika reģistrēti 122.8 mm nokrišņu, kas būtiski pārsniedz visa jūlija mēneša kopējo nokrišņu normu (LVGMC, 2014). Līdz ar to modelis ļauj izvērtēt ekstremālu nokrišņu ietekmi uz brīvo pazemes ūdeņu līmeņiem pilskalnā. Hidroģeoloģiskais modelis tika kalibrēts ar piezometru novērojumiem Turaidas pilskalnā, kas ļāva iegūt daudz augstāku korelāciju starp novērotajiem un modelētajiem brīvo pazemes ūdeņu līmeņiem.

Noslēdzošajā modelēšanas etapā tika izvēlēti pieci Turaidas pilskalna nogāžu griezumī, kuros, izmantojot ģeoloģiskās un hidroģeoloģiskās modelēšanas rezultātus, tika aprēķināta nogāžu stabilitāte. Ar programmu GeoStudio 2012 aprēķinātais nogāžu stabilitātes koeficients rāda, ka atsevišķi pilskalna nogāžu posmi var būt noslīdeņu apdraudēti. Tādēļ ir svarīgi nepieļaut nogāžu stabilitātes tālāku samazināšanos pazemes ūdeņu ietekmē. Ņemot vērā, ka par dziļāk iegulošo slāņu grunts mehāniskajiem raksturlielumiem trūkst informācijas, turpmāk būtu nepieciešams veikt to detalizētu izpēti, kas ļautu spriest par papildus pasākumiem nogāžu stabilitātes uzlabošanai.

LITERATŪRA:

- Āboltiņš O.P., Mūrnieks A., Zelčs V. 2011. Stop 2: The River Gauja Valley and Landslides at Sigulda. In: Stinkulis Ģ. & Zelčs V. (eds), *Eighth Baltic Stratigraphical Conference. Post Conference Field Excursion Guidebook*. University of Latvia, Rīga, pp. 15–20.
- Latvijas Vides, Ģeoloģijas un Meteoroloģijas Centrs, 2014. Ekstremāli nokrišņi Siguldā 29. jūlijā. Pieejams: <http://meteo.lv/jaunumi/laika-apstakli/ekstremali-nokrisni-sigulda-29-julija?id=768&cid=100>
- Mūrnieks A., Meirons Z., Lācis A., Levins I. 2002. Pārskats par Turaidas pilskalna, tā apkārtnes ģeoloģisko, hidroģeoloģisko un inženierģeoloģisko izpēti. Valsts Ģeoloģijas Dienests.

LATVIJAS ILLĪTA MĀLU IZMANTOŠANA SAULES AIZSARGKRĒMA IZSTRĀDĒ

Iveta KUSIŅA, Inga JURGELĀNE*

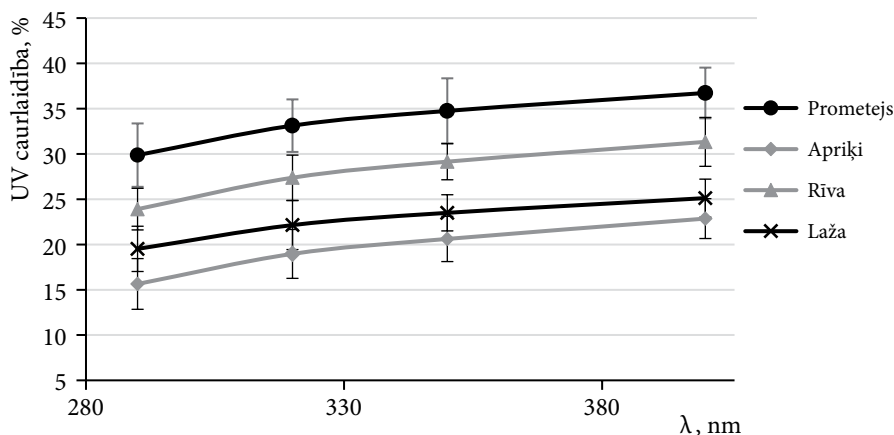
*Rīgas Tehniskā universitāte, Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultāte,
Vispārīgās ķīmijas tehnoloģijas institūts, e-pasts: inga.jurgelane@rtu.lv*

Ādas aizsardzībai pret ultravioleto (UV) starojumu izmanto saules aizsargkrēmus ar dažādu sastāvu un aktīvo vielu – UV filtru. UV starojums iedalās 3 veidos, atkarībā no ietekmes uz ādu: UVA izraisa ādas apdegumu, UVB var veicināt ādas vēzi, UVC ir viskaitīgākais, bet to pārsvarā aiztur ozona slānis. Saules aizsargkrēmos kā UV filtrus galvenokārt izmanto organisku un neorganiskus savienojumus. No neorganiskajiem savienojumiem bieži izmanto titāna dioksīdu (TiO_2) un cinka oksīdu (ZnO), kuru galvenais trūkums ir spēja izraisīt fotokatalītisko efektu, kas rada ādas bojājumus (Hoang-Minh et al. 2010). Organisko savienojumu galvenais trūkums ir fotonestabilitāte UV starojuma ietekmē, kā rezultātā organiskais savienojums sadalās produktos, kas vairs neaiztur UV starojumu un var izraisīt alerģisku reakciju. Šie savienojumi var arī iesūkties ādā, tādējādi izraisot karinājumu un alerģiskas reakcijas (Serpone et al. 2007).

Mālu minerālu kā UV filtru izmantošana balstās uz to daļiņu slāņveida struktūru un lielo īpatnējo virsmu, kā rezultātā šīs daļiņas efektīvi noklāj noteiktu ādas zonu un spēj adsorbēt un atstarot UV starojumu. Mālu minerālu UV aizsardzības spēju ietekmē arī dzelzs saturs mālu minerālos, galvenokārt ārpus māla struktūras esošā hematīta Fe_2O_3 daudzums, kā arī mālu struktūrā esošais Fe^{3+} daudzums (Hoang-Minh et al. 2010), (Viseras et al. 2007). Pašlaik saules aizsargkrēmos izmanto bentonītu un kaolinītu. Illītu saturoši mālu minerāli uzrāda labas UV aizsardzības spējas, bet Latvijas illīta māli līdz šim nav izmantoti saules aizsargkrēmu izstrādē.

Pētītas ķīmiski neapstrādātas illītu saturošas mālu frakcijas zem 2 μm no vairākām atradnēm Latvijā – Prometejs, Apriķi, Rīva un Laža. Visi mālu paraugi galvenokārt satur illītu (60–70%), kā arī nedaudz kaolinītu un hlorītu. Tika izveidoti vairāki krēmu paraugi ar atšķirīgu mālu un citu komponentu daudzumu. Visiem paraugiem tika noteikta UV starojuma caurlaidība, kas ir apgriezti proporcionāla UV absorbcijai – samazinoties UV caurlaidībai, UV absorbcija palielinās, respektīvi, palielinās spēja aizsargāt pret UV starojumu. Daļai no paraugiem tika noteiktas SPF (no angļu val. *sun protection factor* – saules aizsardzības faktors) vērtības. SPF vērtību palielināšanai paraugiem tika pievienotas vairākas dabiskas eļļas – kokosriekstu, avokado, burkānu un aveņu sēklu.

Pētījumā konstatēts, ka mālu saturošo paraugu UV starojuma caurlaidību samazina daļēja avokado eļļas aizvietošana ar kokosriekstu eļļu. No māliem vislabākās UV aizsardzības spējas uzrādīja Apriķu māli (1. att.), kas būtu izskaidrojams ar salīdzinoši vislielāko dzelzs jonu saturošo savienojumu klātbūtni šajos mālos ($7,2 \pm 0,6$ masas). Spēja aizsargāt pret UV starojumu palielinās, palielinot mālu koncentrāciju no 5–50 masas% un uzklātā parauga daudzumu no 0,45 līdz 0,95 mg/cm^2 .



1. att. UV starojuma caurlaidība krēma paraugiem ar māliem no dažādām Latvijas atradnēm

Tika sagatavoti paraugi ar papildus pievienotu Fe_2O_3 , kuru pievieno daudziem kosmētikas produktiem, lai tie iegūtu sarkanu krāsu. Rezultāti uzrādīja, ka, palielinot Fe_2O_3 daudzumu līdz 1 masas%, UV starojuma caurlaidība samazinās par 5%. Trūkums Fe_2O_3 pievienošanai ir paraugu izteikti tumši sarkanā krāsa, kura saglabājas arī uz ādas, līdz ar to krēma izveidē papildus Fe_2O_3 netika izmantots.

Pētījuma rezultātā izveidots prototips krēmam ar SPF aptuveni 9, līdz ar to Latvijas illīta mālus var izmantot kā vienu no UV filtriem saules aizsargkrēmos, kā arī tie ir piemēroti tonālo krēmu izstrādei, piešķirot krēmam ne tikai gaiši brūnu toni, bet arī nelielu aizsardzību pret UV starojumu.

LITERATŪRA:

- Hoang-Minh T., Le T.L., Kasbohm J., Giere, R., 2010. UV-protection characteristics of some clays. *Applied Clay Science*, 48, pp. 349–357.
- Serpone N., Dondi D., Albini A., 2007. Inorganic and organic UV filters: Their role and efficiency in sunscreens and sun care products. *Inorganica Chimica Acta*, 360, pp. 794.–802.
- Viseras C., Aguzzi C., Cerezo P., Lopez-Galindo, A., 2007. Uses of clay minerals in semisolid health care and therapeutic products. *Applied Clay Science*, 36, pp. 37–50.

PAZEMES ŪDEŅU LĪMEŅU ILGGADĪGĀS IZMAIŅAS LATVIJĀ

Zane LANKA, Aija DĒLIŅA

LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, e-pasts: zane.lanka@gmail.com

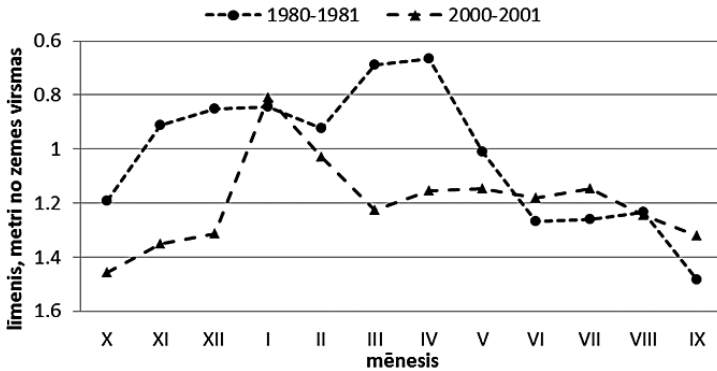
Pazemes ūdens līmeni ietekmē dažādi faktori – ūdensnesošā slāņa parametri, slāņa ieguluma dziļums, pagulošie un uzgulošie slāņi, papildināšanās režīms, kā arī antropogēnā ietekme un klimats – nokrišņu režīms, temperatūra. Ja ūdens nesošā slāņa parametri un iegulums ir raksturojami kā maz mainīgi, “konstanti” faktori, tad papildināšanās režīms, klimats un antropogēnā ietekme ir laikā mainīgi. Attiecīgi, šo faktoru izmaiņas laikā un to ietekme uz pazemes ūdeņu līmeni ilgākā laika posmā ļauj spriest gan par faktoru ietekmes nozīmīgumu, gan intensitāti. Antropogēnā ietekme uz pazemes ūdeņu līmeņu režīmu Latvijā ir diezgan plaši pētīta saistībā ar pastiprinātu pazemes ūdeņu ieguvi Lielās Rīgas reģionā un Liepājas pilsētā (Levina u.c. 1995, Levins u.c. 1998, Bikše u.c. 2015, Raga u.c. 2012, u.c.). Savukārt, klimata un papildināšanās ietekme uz pazemes ūdeņu līmeņiem ilggadīgā griezumā un saistībā ar nākotnes klimata izmaiņu prognozēm ir pētīta ļoti ierobežoti (Lauva u.c. 2012, Levina u.c. 1995).

Pētījuma mērķis ir analizēt pazemes ūdeņu līmeņu režīma ilggadīgās izmaiņas Latvijas teritorijā saistībā ar klimatisko faktoru ietekmi un pazemes ūdeņu papildināšanās apstākļu teritoriālo atšķirību.

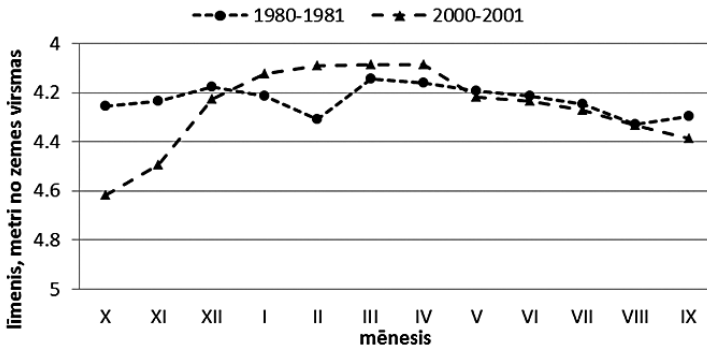
Pētījumam nepieciešamie dati iegūti no Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centra publiski pieejamās pazemes ūdeņu līmeņu un meteoroloģisko rādītāju datu bāzes. Gruntsūdens līmeņu režīmu Latvijā var raksturot kā M veida jeb divpiķu – ar diviem maksimumiem un diviem minimumiem. Pavasara maksimums sniega kušanas ūdeņu un nokrišņu rezultātā vērojams aprīlī, bet rudens maksimums regulāru nokrišņu un samazināta evapotranspirācijas līmeņa dēļ vērojams decembrī. Vasaras minimums paaugstinātas evapotranspirācijas un augstas temperatūras ietekmē tiek sasniegts augustā, bet ziemas minimums sasalušas zemes virskārtas, kas kavē infiltrāciju, dēļ tiek sasniegts februārī (Толстов Я. Б., Левина Н. Н., Прилукова Т. М., и др. 1986). D. Lauvas pētījumā (Lauva u.c. 2012) secināts, ka klimata izmaiņu ietekmē gruntsūdens līmeņu režīms mainīsies no 2 maksimumu režīma uz 1 maksimuma režīmu. Tas skaidrojams ar vairākiem atkušņiem ziemas sezonas laikā, kuru laikā pazemes ūdeņiem līdz nākamajai zemes virskārtas sasalušanas epizodei iespējams papildināties ar nokrišņu ūdeņiem. Savukārt artēzisko ūdeņu horizontos novērotas ilggadīgās svārstības 11 gadu ciklā (Levina u.c. 1995), bet nav novērota tieša atkarība no nokrišņu režīma.

Lai sasniegtu pētījuma mērķi, sākotnēji izraudzīti divi monitoringa posteņi, katrs teritorijā ar atšķirīgiem papildināšanās un atslodzes apstākļiem. Viens postenis – Carnikava – izraudzīts teritorijā, kur dominē pazemes ūdeņu atslodze, bet otrs postenis – Remte – teritorijā, kur dominē pazemes ūdeņu papildināšanās.

Carnikava, 1448



Remte, 9557



1. att. Novērotie pazemes ūdens līmeņi kvartāra ūdens horizontā 1980.–1981. un 2000.–2001. gadā urbumā nr 1488 Carnikavā (pa kreisi) un urbumā nr 9557 Remtē (pa labi).

Salīdzinot gruntsūdeņu līmeņu režīmu teritorijā, kur dominē pazemes ūdeņu atslodze ar teritoriju, kur dominē pazemes ūdeņu papildināšanās, iespējams novērot, ka teritorijai ar atslodzes režīmu raksturīga lielāka gruntsūdens līmeņu svārstību amplitūda nekā teritorijai, kurā dominē papildināšanās (1. att). Gan vienā, gan otrā teritorijā 1980.–1981. gadā gruntsūdens režīmā redzami vairāki maksimumi, bet 2000.–2001. gadā – tikai viens.

LITERATŪRA:

- Толстов Я. Б., Левина Н. Н., Прилукова Т. М., и др. 1986. Изучение режима, баланса подземных вод, экзогенных геологических процессов и ведение государственного водного кадастра (подземные воды) в Латвийской ССР на 1984–1986 г. Г.(Сводный отчет за период 1976–1986 г.г.). Рига, Фонды, #10402.
- Levins I., Levina N., Gavena I. 1998. Latvijas pazemes ūdeņu resursi. Valsts ģeoloģijas dienests, Rīga, 24 lpp.

- Levina N., Levins I., Prols J., Straume J. 1995. Dzeramie pazemes ūdeņi Latvijā: Izmantošana un monitorings. Valsts Ģeoloģijas dienests, Rīga, 79 lpp.
- Raga B., Kalvāns A., Dēliņa A. 2012. Pamatjonu koncentrācijas izmaiņas pazemes ūdeņos, attīstoties depresijas piltuvei Rīgas apkārtnē. Latvijas Universitātes Raksti. Zemes un vides zinātnes, 785., 82.–98. lpp.
- Bikse J., Delina A., Babre A., Retike I. 2015. Hydrogeochemical investigation of seawater intrusion into confined aquifer in Liepāja city. European Geosciences Union General Assembly 2015; Vīne, Austrija, 13.–17.04.2015. <http://meetingorganizer.copernicus.org/EGU2015/EGU2015-13484-1.pdf>
- Lauva, D., Grinfelde, I., Veinbergs, A., Abramenko, K., Vircavs, V., Dimanta, Z., Vitola, I. The Impact of Climate Change on the Annual Variation of Shallow Groundwater Levels in Latvia. Environmental and Climate Technologies. Nr.8, 2012, 41.–48.lpp. Pieejams: doi:10.2478/v10145-012-0007-9

OLAINES – INČUKALNA – BERĢU LŪZUMU ZONAS SEISMOTEKTONISKĀS AKTIVITĀTES PAZĪMES

Valērijs NIKUĻINS

LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, e-pasts: valerijs.nikulins@lu.lv

Rīgas un tās apkārtnes seismotektonisko apstākļu analīze parādīja Zemes garozas sarežģīto ģeodinamisko stāvokli (Ņikuļins, 2010). Laika periodā no 2010. līdz 2016. gadam iegūti jauni dati, kas norāda uz seismotektoniskās aktivizācijas pazīmēm teritorijā starp *Olaines – Inčukalna* un *Berģu* lūzumu. 2010. gada 22. novembrī Rīgā un tās apkārtņē iedzīvotāji sajuta seismisko grūdienu (Ņikuļins & Cīrulis, 2011) ar intensitāti II – III balles pēc EMS-98 skalas. Vairums punktu, kuros cilvēki sajuta Zemes satricinājumu, izvietoti zonā starp *Olaines – Inčukalna* un *Berģu* lūzumu.

Ēkas deformācijas fiksētas 2014. gada 30. jūlijā Rīgā – Mežciemā, *Ceļu satiksmes drošības direkcijas* (CSDD) klientu apkalpošanas centra ēkas celtniecības laikā. Celtniecības laukumā, iedzenot pāļus, notika mājas (*Druvienas 21*) betona plātnes seguma nosēšanās. Celtniecības laukums atrodas 120 m no minētās mājas, kā arī *Olaines – Inčukalna* lūzums novietots apmēram 100 m no mājas. Ir zināms, ka eksistē, cikliskās, īsa perioda, mūsdienu ģeodinamiskās kustības (Сашурин & Панжина, 2010), kā arī superintensīvās Zemes garozas kustības (līdz 5–7 cm gadā, (5–7) * 10⁻⁵) var rasties lūzumu zonās, seismoaktīvos un aseismiskos reģionos (Кузьмин, 2014). Šīs kustības notiek vides vai tehnogēnās ietekmes rezultātā no galēji mazas ārējās iedarbības. Tādējādi, ēkas un celtnes izturības zudumu var izraisīt konstrukciju tā sauktā „noguruma efekta” iedarbība. To var izraisīt cikliskas iedarbības procesi (pāļu dzīšana), ģeoloģisko nogulumu deformācijas, kā arī ģeodinamisko kustību augstfrekvences spektra ietekme.

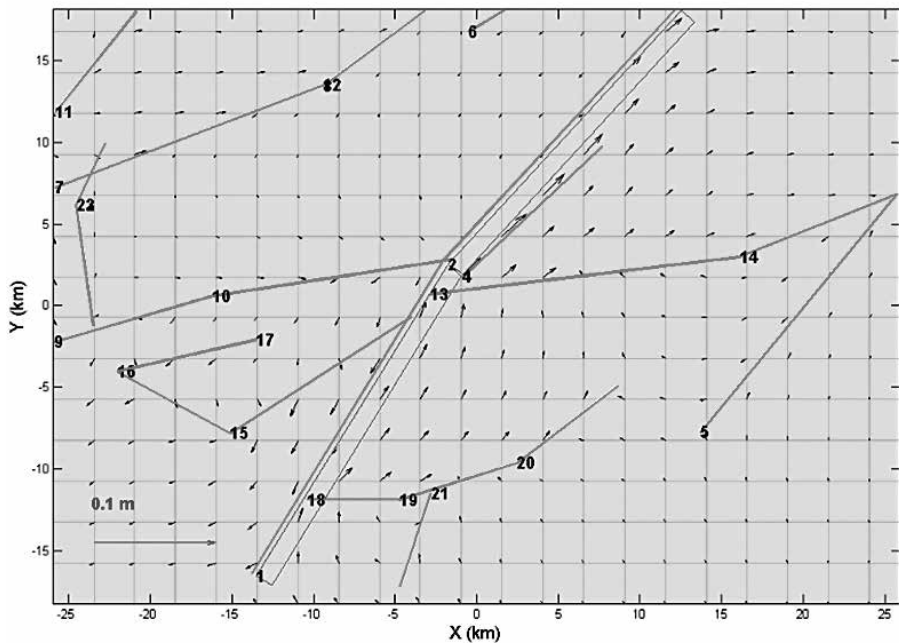
Deformāciju rašanās gadījumi atzīmēti 2016. gada jūnijā *Prisma* veikalā Saha-rova ielā, 2016. gada septembrī Kaivas 50/5 ielā. Dažādas māju deformācijas tika atklātas Jugla rajonā, Malienas ielā 10 un Palsas ielā 22. Bez tam arī ir atzīmēts ūdens kanāla grīvas paplašinājums *Strazdmuižas* ielas rajonā, Juglā. Ūdeņu kanāls ir orientēts paralēli *Olaines – Inčukalna* lūzumam.

Persistent Scatterer Interferometry (PSI) distanciāla metode deva iespēju bez nosaukuma lūzuma bortā atklāt pārvietojuma anomālo ātrumu (25.4 mm/gadā) starp Tīraini un Gaismas (Ņikuļins, 2016). Šis lūzums piekļaujas *Olaines – Inčukalna* lūzumam. Turklāt *Olaines – Inčukalna* lūzums izceļas kā seismoģenerējoša struktūra (Safronovs & Ņikuļins, 1999; Nikulin, 2011), balstoties uz vēsturisko zemestrīču, ģeofizikālo un ģeoloģiski-tektonisko pazīmju analīzes. *Olaine – Inčukalna* lūzuma mehānisms atbilst *uzmatam* (*reverse* (*trust*) *fault*), pretstatā pārējiem Latvijas Zemes garozas lūzumiem, kas ir identificēti kā normālie lūzumi (*normal fault*) (Brangulis & Kanevs, 2002). GPS Rīga repera pārvietojuma ikgadējais horizontālais ātrums sasniedz 24±0.4 mm/gadā (Галаганов un др., 2004), un ātruma

vektora azimuts vērsts 56° – 61° virzienā. Tādējādi, *Olaines-Inčukalna* lūzuma tektoniskais režīms atbilst *uzmata – pārbīdes* mehānismam.

Zemes garozas saspriegtā-deformētā stāvokļa novērtējumam tika veikta tektonofizikālā modelēšana. Ieejas parametros ņemti vērā reģionālie spriegumi, berzes koeficients, *Puassona* modulis, tektonisko lūzumu individuālie parametri un mehānismi utt.

Modelēšanas rezultāti sniedza priekšstatu par Zemes garozas saspriegto-deformēto stāvokli. Tie liecina par Zemes garozas ģeodinamiskās aktivitātes eksistences pazīmēm Rīgā un tās apkārtnē, kuru apstiprina novērotās seismotektoniskās aktivitātes.



1. att. Horizontālo vektoru pārvietošanās pa kristāliskā pamatklintāja virsmu.

LITERATŪRA:

- Ņikuļins V., 2010. Rīgas rajona seismotektoniskie apstākļi. Latvijas Universitātes 68.zinātniskā konference. Ģeogrāfija – Ģeoloģija – Vides zinātne. 341–343 lpp.
- Ņikuļins V., 2016. Lietišķās seismoloģijas iespējas zemas seismiskās aktivitātes urbānās teritorijās ar zemu seismisko aktivitāti, Rīgas pilsētas piemērs. Lietišķi ģeoloģiskie pētījumi, jaunas tehnoloģijas, materiāli un produkti. Zinātnisko rakstu krājums. 37–42 lpp.
- Ņikuļins V., Cīrulis A., 2011. 2010. gada 22. novembra Rīgas rajona seismiskā satricinājuma analīzes iepriekšējie rezultāti. Latvijas Universitātes 69.zinātniskā konference. Ģeogrāfija – Ģeoloģija – Vides zinātne. 345–347 lpp.

- Никулин В.Г., 2011. Сейсмические сотрясения 22 ноября 2010 года в Риге и Рижском районе. Актуальные вопросы мониторинга геологической среды и безопасности урбанизированных территорий. Тезисы докладов 1-й международной конференции. БФУ им. И. Канта, 49–52.
- Brangulis A.J. & Kanevs S., 2002. Latvijas tektonika. 50 lpp.
- Галаганов О.Н., Гусева Т.В., Мишин А.В., 2004. Изучение современных движений земной коры северо-западной европейской части России с применением спутниковых технологий. / Ред. Юдахин А.Ю. Геодинамика и геологические изменения в окружающей среде северных регионов. Архангельск, 153–156.
- Сашурин А.Д., Панжина Н.А., 2010. Влияние земных разломов на прочностные характеристики зданий и сооружений. Академический Вестник Урал НИИПРОЕКТ РААСН, 69–72.
- Кузьмин Ю.О., 2014. Современная геодинамика разломных зон: разломообразование в реальном масштабе времени. *Geodynamics & Tectonophysics*, 5, 401–443.
- Safronovs O.B., Ņikuļins V.G., 1999. Latvijas vispārīgā seismiskā rajonēšana. Latvijas ģeoloģijas vēstis. *VĢD žurnāls*, 6, 30–35.
- Nikulin V., 2011. Assessment of the seismic hazard in Latvia. Version of 2007 year. RTU zinātniskie raksti. *Materiālzinātne un lietišķā ķīmija*. 1 (24), 110–115.

ESTONIAN EARTHQUAKE 12 NOVEMBER 2016 AND ITS SEISMOTECTONIC POSITION

Valērijs NIKUĻINS

LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, e-pasts: valerijs.nikulins@lu.lv
Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs, e-pasts:valerijs.nikulins@lvgmc.lv

November 12, 2016 in Estonia, in the area of Lake *Võrtsjärv* tectonic earthquake happened. The magnitude of earthquake reached 2.5 according to data of *Latvian Environment, Geology and Meteorology Center (LEGMC)* (<http://www.meteo.lv/lapas/zemestrice-igaunija-2016-gada-12-novembri?id=2184>) and 1.8 according to data of the *University of Helsinki, Institute of Seismology (UHS)*. The earthquake source was located in the upper part of the foundation at a depth of 1.1 km according *LEGMC* and 1.4 km according *UHS*. Review of historical data showed that in the area of Lake *Võrtsjärv* previously occurred tectonic earthquakes. For example, in 1823 an earthquake occurred in *Kuigatsi* area south of Lake *Võrtsjärv* (Мушкетов & Орлов, 1893; Doss, 1909; Doss, 1905; Doss, 1898). The intensity of the tremors reached IV–V points (*MSK-64* scale). In 1909, an earthquake occurred in *Viljandi* district, west of Lake *Võrtsjärv* (Авотинядр., 1988). The intensity of the tremors reached III points (*MSK-64*). In 1987, according to macroseismic data there have been three shocks (Sildvee, 1988), the centers of which were located in the northern part of Lake *Võrtsjärv*. The intensity of the tremors reached III–VI points (*MSK-64*) (Авотиня и др., 1988).

The natural question arises about connection of seismic activity with the depth, tectonic, geological structures of the region and modern movements of the Earth's crust. Thickness of crust in the northern part of Lake *Võrtsjärv* is about 47 km (Korjaetal., 1993). According to the ideas of Estonian geologists (Mindel, 1994; Pobul & Sildvee 1975) through the southern Estonia, in the direction from north-west to south-east, the *Paldiski-Pskov* deep-seated fracture zone in the crystalline basement is stretched. The width of this zone is about 15 km. The zone was formed in the early and late *Proterozoic* (Пыупа, 1979). Northwest edge of zone extends to the Gulf of *Finland* and further to the *Osmussaare* Island where the tectonic earthquake occurred in 1976, with magnitude 4.7. According Mindel A. (Mindel, 1994) in the north-eastern edge of Lake *Võrtsjärv* the existence of two sublatitudinal fracture zones is assumed. Their length is 15 km (northern fault) and 24 km (southern fault), and the distance between the alleged faults is approximately 10 km (Fig. 1).

Modern crust movements have small velocity of the displacement. According to the model of vertical crustal movements *EST2015LU*, in the northern part of Lake *Võrtsjärv*, the vertical movement's velocity according with data of precise levelling does not exceed ± 0.25 mm/year (Kalle t al., 2016).

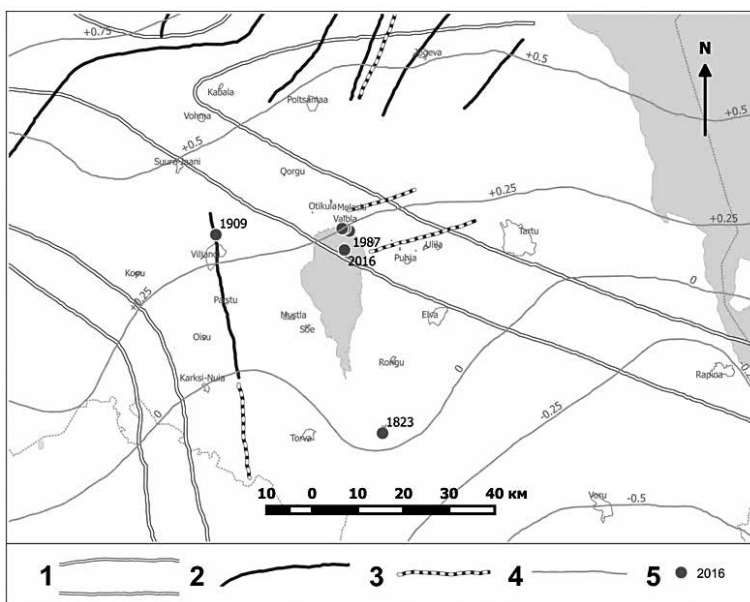


Fig. 1. The seismotectonic map of area of Lake Võrtsjärv in Estonia.

Legend: 1 – deep-seated fracture zones, located at the crystalline basement, on geophysical data (Побул & Сильдвээ, 1975); 2 – zones of fractures in the crystalline basement and sedimentary cover based on borehole data (Вяхер, 1983; Туулинг, 1990); 3 – expected zones of fractures; 4 – the modern vertical velocity of the Earth crust in mm/year; 5 – the epicenters of tectonic earthquakes.

Area of Lake Võrtsjärv in Estonia and its surroundings is a relatively active seismic zone in the conditions of the ancient East European platform. The earthquake source in 2016 may be associated with the expected tectonic zone formed by means of faults sublatitudinal direction and *Paldiski-Pskov* deep-seated fracture zone, located at the crystalline basement. The period of recurrence of earthquakes in Lake Võrtsjärv's region ranges from 86 to 29 years.

LITERATURE:

- МушкетовИ.В., ОрловаА.П., 1893. Каталог землетрясений Российской империи. / Записки Русского географического общества. Т.26, 125–255.
- Doss B., 1909. Die historisch beglaubigten Einsturzbeben und seismisch-akustischen Phänomene der russischen Ostseeprovinzen. / Sonderabdruck aus Gerlands u. Rudolphs Beiträge zur Geophysik. Bd. X, Heft 1, 1–124.
- Doss B., 1905. Über ein unbeachtet Beben in Estland. / Korrespondenzblatt der Naturforschen – Vereins zu Riga. XLVIII, 121–138.
- Doss B., 1898. Übersicht und Natur der in Ostseeprovinzen vorgekommen Erdbeben. / Korrespondenzblatt der Naturforschen – Vereins zu Riga. XL, 145–162.
- АвотиняИ.Я., БоборыкинаА.М., УмельяноваА.П., СильдвээХ.Х., 1989. Каталог исторических землетрясений Белоруссии и Прибалтики. / Сейсмологический бюллетень сейсмических станций «Минск» (Плещеницы) и «Нарочь» за 1984 г. Минск, ОНТИИ, 126–137.

- Sildvee H., 1988. Võrtsjärve maavärin (Anearthquake under Lake Võrtsjärv). / *Eesti Loodus*, 1, 26–31.
- Mindel A., 1994. Geological background of the present regional uplift anomaly in Estonia. / *Proc. Estonian Acad. Sci*, 43, 2, 69–80.
- Пуура В.А., 1979. Об унаследованности дифференциальных тектонических движений на южном склоне Балтийского щита. / проблемы унаследованности тектонических структур в Прибалтике и Белоруссии. Таллиннб 13–19.
- Побул Э.А., Сильдвээ Х.Х., 1975. О блоковом строении кристаллического фундамента Эстонии. / *Современные движения территории Прибалтики*. Тарту, 64–73.
- Вяхер Р.М., 1983. Тектоника фосфоритно-сланцевого бассейна Северо-Восточной Эстонии. Автореферат канд. дис. Минск.
- Туулинг И.И., 1990. Структура Прибалтийского бассейна горючих сланцев и фосфоритов. Автореферат канд. дис. Минск.
- Korja A., Korja T., Luosto U., Heikkinen P., 1993. Seismic and geoelectric evidence for collisional and extensional events in the Fennoscandian Shield – implication for Precambrian crust evolution. / *Tectonophysics*, 219, 129–152.
- Kall T., Liibus A., Wan J., Raamat R., 2016. Vertical crustal movements in Estonia determined from precise levelling and observations of the level of Lake Peipsi. / *Estonian Journal of Earth Sciences*, 65 (1), 27–47.

IDENTIFICATION OF TECTONIC EARTHQUAKES IN THE EAST BALTIC ON THE EXAMPLE OF ESTONIAN EARTHQUAKE 12.11.2016

Valērijs NIKUĻINS

*LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, e-pasts: valerijs.nikulins@lu.lv
Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs, e-pasts: valerijs.nikulins@lvgmc.lv*

Identification of tectonic earthquakes allows to clear the seismic statistics from false tectonic earthquakes, in the case when explosions can be accepted as earthquakes. In the East Baltic region, the identification of tectonic earthquakes is a significant challenge. Problem is caused by large number of man-made seismic sources, by complexity of identification of weak earthquakes between seismic background noise, by the large distances between stations and the short period of instrumental observations. During 8 years only two tectonic earthquakes were identified and both happened in Estonia (2013/02/04 and 2016/11/12). We consider the criteria for the identification of tectonic earthquakes in the East Baltic region.

Method of P/S amplitude ratio waves for different filters

The method is based on the assumption that the source of the explosion can be approximated with spherical symmetry and does not generate the S -wave, whereas during an earthquake motion along the faults occurs and strong S -waves arises. The ratio of P/S should be small for earthquakes and big for explosions. Analysis of the results showed that the values of P/S ratio for the earthquake in 2016 occupied the range of 0.05–0.65. For explosions, the range of P/S ratio is wider and bigger (0.06–1.8). This criterion requires further investigation.

Fourier spectra comparison method

Fourier spectrum is widespread method of processing and analyzing of signals in seismology. It is based on the conversion, decomposition of original function of time (a signal) into frequencies – into elementary components – harmonics with different frequencies. Results appears as a set of coefficients (amplitude). Spectral analysis showed no significant differences between the earthquake spectrum and spectrum of technological explosions. There is small difference between spectrums. The level of the amplitude of the *Fourier* spectrum for earthquake below 100 (40–45) at high frequencies (2–20 Hz), whereas for explosions, this level is usually equal or above 100. This criterion also requires additional research.

Method of estimation of attenuation of seismic wave's energy

The attenuation of seismic wave energy is caused by the absorption by means of geological environment and the geometric divergence. The depth of the earthquake commonly is bigger than depth of explosions. Expected result – a greater

attenuation of seismic waves from explosions at higher frequencies (7– 13 Hz). However, the analysis showed a lack of significant differences between attenuation of energy of seismic waves from earthquakes and explosions.

Method of time frequency analysis (TFA)

The method allows to simultaneously analyze the distribution of seismic energy in the time and frequency domain. Analysis showed that the earthquake's *P*-wave and especially *S*-wave is particularly marked out significantly better than for explosions. On the *TFA* diagram of *Võrtsjärv* earthquake the energy of the *S*-waves is more than on the *TFA* diagram for the explosions.

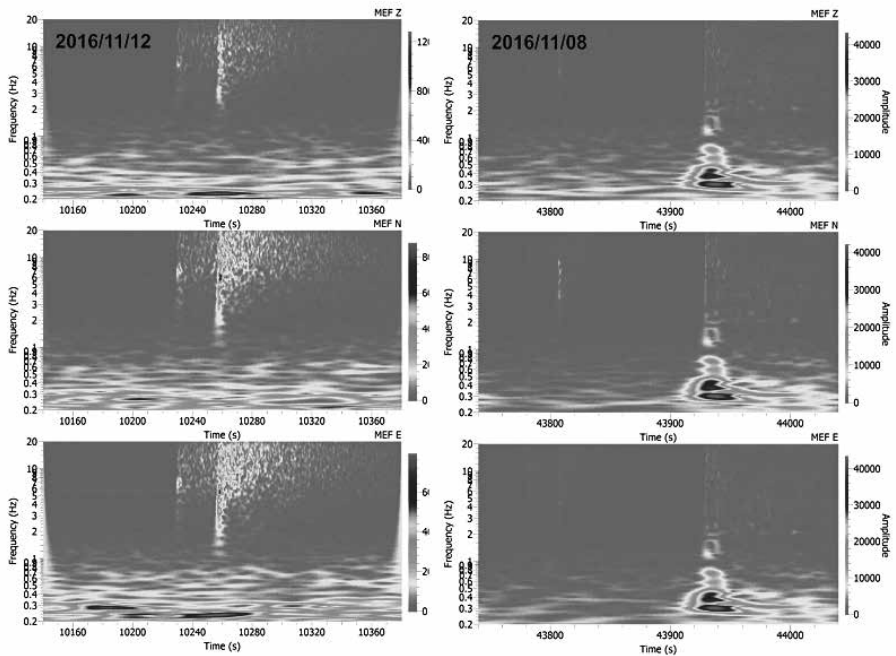


Fig. 1.TFA for Võrtsjärv earthquake 2016/11/12 and for explosion 2016/11/08 in northeastern Estonia.

In addition, on the *TFA* diagram for explosions powerful surface waves can be seen about 2 minutes after the entry of *P*-wave. This method is most effective for identifying earthquakes.

LITHOSTRATIGRAPHICAL PROPERTIES OF SAALIAN TILL IN WESTERN KURZEME – IDENTIFIERS OF ICE FLOWS OF BALTIC ICE STREAM DURING SAALIAN GLACIATION

Alexander SAVVAITOV, Georgy KONSHIN

e-mail: mos_sav@mail.ru; gkonshin77@gmail.com

Quantitative studying of properties of the Saalian till in western Kurzeme began by (Dreimanis, 1936) and then was continued by (Konshin, 2016; Kalniņa, 2001; Ginters, 1978; Savvaitov, Segliņš, 1987; Danilāns, 1973; Danilāns, 1970; Konšin, 1965; Savvaitov, 1965; Konšin, 1964; Springis et al., 1964a; Springis et al., 1964b; Ulst, Majore, 1964; Pērkons, 1957). By our opinion, the area of this till could be subdivided into three lithoregions: Northwestern and Southern in western Kurzeme and Eastern in eastern Kurzeme (Savvaitov, Konshin, 2016). Till in the Northern lithoregion is characterized by presence of only Ordovician – Silurian (*O-S*) carbonate rocks with limestone/dolomite ratio 17.4 (hereinafter unit mean) and – 11.4 in a lithology of pebble (10–100 mm) and most likely coarse sand (1.0–0.5 mm) respectively. Clay and silt often dominates in the texture there, ; mineralogically (0.1–0.05 mm) – amphibole/ore minerals ratio reaches 3. Southern lithoregion differs by the lithology of pebble: the local Devonian (*D*) dolomites are contained together with *O-S* rocks; *O-S* limestone/*O-S* dolomite ratio – 19.5 and limestone/dolomite ratio – 4.6. In the coarse sand limestone/dolomite ratio most likely has same values as in the Northern lithoregion. The clay and silt prevail in the texture. In the mineralogy amphibole/ore minerals ratio – 2.4. More considerable differences characterize the till in the Eastern lithoregion: in the pebble – presence of Permian (*P*) and *D* dolomite and the ratio of *O-S* limestone/*O-S* dolomite – 12.5, limestone/dolomite – 3.5; in sand – limestone/dolomite ratio – 4.7 and in clay and silt mineralogically – the amphibole/ore minerals ratio is 0.4. Saalian till in western Kurzeme contains pollen, foraminifer, diatoms, organic matter, has mostly gray to bluish gray color and are also characterized by index of roundness of hornblende grains – 20–34 % (0.25–0.1 mm) (Kalniņa, 2015; Ulst, Majore, 1964). These indicators of till together with data on texture reflect influence of the Holshteinian-Early Saalian marine sediments lying below (Savvaitov, Konshin, 2016; Segliņš, 1987). The above mentioned properties and a distribution of rock clasts from the Åland Islands and bottom of the Baltic Sea show that the Saalian till in Kurzeme was deposited by glacier moving from NW to SE through the bottom of the Baltic Sea. Influence of different group transit and local bedrock and underlying the Quaternary sediments depends on an arrangement of ice flows within the Baltic Ice Stream. Ice flows for lithoregions had a different arrangement, that explains the differences in the exaggerated groups of transit and local bedrock and the Pleistocene sediments. Firstly, the characterized conceptual model of areal changes of the properties of the Saalian till shows the main parameters of these changes between lithoregions within western Kurzeme and secondly, differentiates a pattern of ice flows in the dynamics of the Saalian ice cover.

REFERENCES

- Ginters G. A. Moreni Užno-Kurzemskei nizmennosti. *Problemi morfogeneza relyefa i paleogeografii Latvii*. Rīga, Latviiskii gosudarstvennii universitet, 1978. S. 99–107.
- Daniļāns I. J. Nekotorie itogi izutseniya sostava morennih otloženii Latvii s celyu viyavleniya litologitseskikh razlitsii raznovozrastnih moren. *Voprosi tsetvertitsnoi geologii*, V. Rīga, Zinātne, 1970. S. 7–36.
- Daniļāns, I., 1973. *Tsetvertitsnye otloženija Latvii*. Zinātne, Rīga. 312 s.
- Dreimanis, A., 1936. *Atšķirība starp augšējo un apakšējo morēnu Latvijā*. Rīga: Latvijas Universitāte (*Mag. rer. nat. darbs*), 169 lpp.
- Kalniņa L. Middle and Late Pleistocene environmental changes recorded in the Latvian part of the Baltic Sea. Stockholm University, 2001. 173 p.
- Konšin G. I. Petrografitseskii sostav galetsno-graviinogo materiala moren Kurzeme. *Voprosi tsetvertitsnoi geologii, III*. Rīga, Zinātne, 1964. S. 287–310.
- Konšin G. I. Petrografitseskii sostav i orientirovka galetsno-graviinogo materiala moren Latviiskoi SSR. *Avtoreferat dissertacii kand. geol.-min. nauk*. Vilnius, 1965 23 s.
- Pērkons V. K voprosu stratigrafii pleistocenovih otloženii Latviiskoi SSR. *Nautsnie soobtseniya, T. IV. Trudi regionalynogo sovestsaniya po izutseniyu tsetvertitsnih otloženii Pribaltiki i Belorussii*. Vilnius, 1957. S. 15–27.
- Savvaitov A. S. Sostav melkoobločnogo materiala moren i ego izmeneniya na territorii Latviiskoi SSR. *Avtoreferat dissertacii kand. geol.-min. nauk*. Tallinn, 1965. 24 s.
- Savvaitov A. S., Konshin G. I. The Saalian till in Kurzeme (Latvia). The main features and signification for lithostratigraphical aims. *The priorities of the world science: experiments and scientific debate: Proceedings of the XI International scientific conference 15–16 June 2016. – Part 1*. North Charleston, SC, USA 2016. pp. 34–44.
- Segliņš, V. E., 1987. Stratigrafiya pleistocena Zapadnoy Latvii. *Avtoreferat dissertatsii na soiskanyie uchenoi stepeni kandidata geologo-mineralogitseskikh nauk*. Tallinn. 14 s.
- Sprīngis K. J., Konshin G. I., Savvaitov A. S. Sopotavlenie moren Letižskogo razreza po litologitseskim dannim. *Voprosi tsetvertitsnoi geologii, III*. Rīga, Zinātne, 1964a. S. 223–286.
- Sprīngis K., Savvaitov A., Straume J. Moreni uogo-zapadnoi Kurzeme. *Izvestiya AN Latviiskoi SSR, № 7 (204)*, 1964b. S. 63–70.
- Ulst V. G., Majore J. J. Stratigraficeskoe rastslenenie lednikovih otloženii zapada Evropeiskoi tsasti SSSR po okatonnosti zeren rogovoi obmanki. *Voprosi tsetvertitsnoi geologii, III*. Rīga, Zinātne, 1964. S. 33–61.

MINERĀLRESURUS PATĒRIŅŠ UN LIETIŠĶO ĢEOLOĢISKO PĒTĪJUMU VIRZĪBA

Valdis SEGLIŅŠ

LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, e-pasts: Valdis.Segliņš@lu.lv

Pēdējo 10–15 gadu laikā pasaulē minerālizējvielu ieguve to daudzuma un arī iegūstamo izejvielu (iežu un minerālu) daudzveidības ziņā ir visai konservatīva. Kopējais pieaugums nevienā no sektoriem nepārsniedz 1,5–2% gadā un izaugsme attiecas tikai uz īstermiņa periodu, kuram seko līdzīgs kritums. Visā šajā laika posmā novirzes kopuma nepārsniedz 5%, Kontrastaināka ir atsevišķo izejvielu ieguves ģeogrāfija un sadalījums valstu grupu griezumā. Tā attiecībā uz 52 minerāliem un iežiem, kas tiek iegūti rūpnieciskais pārstrādei un ir starptautiskās tirdzniecības priekšmets, kopumā vērojama kalnrūpniecības koncentrācija tikai lielās atradnēs, gandrīz tikai izmantojot atklāto ieguves paņēmieni un izejvielu tirgū konkurē ne vairāk kā 5–7 atradnes. Pēdējos 15 gados raksturīgākā iezīme ir Ķīnas kalnrūpniecības ārkārtīgi augstā konkurētspēja un tā piedāvā produktus (rūdas, koncentrātus utml.) praktiski visu starptautiski komerciāli nozīmīgu produktu tirgos – no 43 ķīmisko elementu rūdām 23 ķīmisko elementu ieguvei nepieciešamās rūdas piegādēs vairāk nekā par 65% dominē Ķīna. Savukārt iegūtajai kalnrūpniecības produkcijai monetārā izteiksmē pēdējo 10 gadu laikā ievērojamākās izmaiņas attiecas uz enerģijas avotu, sēra, akmens sāls un platīna grupas minerālu vērtības kritumu un dinamisku retzemju metālu rūdu cenu pieaugumu, kas tiek prognozēts arī nākotnē.

Pasaules Bankas vidēja un ilgtermiņa prognozes norāda, ka minerālizējvielu ieguves intensitāte un ģeoloģisko pētījumu tirgus izaugsme ir tieši korelatīva ar globālo NKP, bet attiecībā uz konkrētām izejvielām – novērojama stabila saikne ar atsevišķās valstīs notiekošām strukturālām pārmaiņām ražošanā. Vienlaicīgi ilgtermiņa prognozēs attiecībā uz 52 nozīmīgāko ķīmisko elementu rūdām izveidotā Hūberta līkne visai skaidri norāda, ka pie pašreizējā pasaules iedzīvotāju skaita un patēriņa pieaugumu, pēc 2060. gada vairums tradicionālo rūdu būs jāaizstāj ar zemākas kvalitātes izejvielām, ja netiks atrastas pietiekoši lielas un bagātas tradicionālo rūdu atradnes. Pagaidām šādu atradņu atklāšanai nav zināmi ģeoloģiskie priekšnoteikumi.

Eiropā kopumā minerālizējvielu ieguve krītas un turpina pieaugt atkarība no ārvalstu (citu reģionu) izejvielu piegādēm. Vienādā mērā tas attiecas kā uz Krieviju, tā Austrumeiropu, kā arī Rietumeiropas ekonomiski attīstītām zemēm. Par spīti visai kritiskam 2010. g. Ziņojumam un atkārtoti brīdinošam ziņojumam 2014. g. Eiropas Komisijai, situācija ir tikai pasliktinājusies. Tomēr šajā laikā Eiropas Komisija izstrādā principiālā pieeju ES nodrošinājumam ar izejvielām un to veido trīs galvenie elementi: stratēģiskā iniciatīva ES nodrošināšanai ar dabiskām izejvielām – partnerība inovācijām izejvielu nodrošinājumā un – pētniecība Apvārsnis 2020 ietvaros, kurai kopumā būtu jānodrošina sistēmiska pieeja un

ilgtermiņa risinājumi. Tomēr līdz 2016. gada beigām ES ir apstiprinājusi darbības tikai trijos virzienos: Eiropas retzemju izejvielu resursi (EURARE), derīgo izrakteņu ieguve no jūras lielos dziļumos (Blue Mining) un minerālizvejvielu izmantošana augstvērtīgu un tehnoloģiski piesātinātu produktu izgatavošanai (MICA). Jaunas programmas ir paredzēts veidot pēc 2018. gada, bet līdz tam pastiprināti tiks vērtēti izejvielu patēriņa tirgus attiecībā uz 18 rūpniecības izejvielām un retzemju metālu minerāliem, kuru pieejamība ir kritiski nepieciešama ES ekonomikas attīstībai un netiek iegūti Eiropā. Tajā pašā laikā konstatēts, ka līdz 2030. gadam ES nepieciešams izvērt plašus ģeoloģiskos pētījumus tādu izejvielu kā selēns un tā grupas elementu minerālu, koksa ogļu, hafnija, alvas, augstvērtīgu izejvielu augstas tīrības silikona (gēlu) un kristāliskas masas izgatavošanai, fosfātu rūdu, zelta un soda bagātu atradņu atrašanai. Šos pētījumus ir iecerēts realizēt lielās pētniecības programmās, kuras jau šobrīd tiek realizētas vairākās ekonomiski attīstītās valstīs.

Vienlaicīgi kā pats pieaugošāks un perspektīvais ģeoloģisko pētījumu tirgus ar strauju izaugsmi tiek prognozēts vairākos pasaules reģionos. Paši augstākie pieprasījuma pieauguma tempi tiek iezīmēti dabisko būvmateriālu izejvielu (tsk. cementa) un zemas kvalitātes tērauda izejvielu sektorā tādos reģionos kā – A Ukraina, Z Āfrika, Mazāzija, D Amerikas ziemeļi. Izaugsme tiek prognozēta arī Karību baseina salās (jo īpaši Kubā), kur minētās izejvielas gadus desmitiem nav pētītas izejvielas un nav zināma to piemērotība. Derīgo izrakteņu meklēšanas un izpētes speciālistu trūkums Krievijā arī tiek izcelts kā perspektīvs darba tirgus jau tuvākajos gados.

Latvijā ģeoloģisko pētījumu apjoms pēdējos gados ir nozīmīgi samazinājies un kāpums nav paredzams ātrāk par 2017. gada otro pusi. Tajā pašā laikā ir lietderīgi rēķināties, ka turpmāko gadu ģeoloģisko pētījumu “smaguma centrs” būs RailBaltica projekts un to pavadošā atbalsta infrastruktūras izveide. Tā ietvers ne tikai inženierģeoloģiskos un ģeotehniskos pētījumus, bet arī ļoti daudzveidīgu dabisko būvmateriālu izejvielu izpēti un ieguvi.

Kā otra nozīmīgākā prioritāte ir a/s “Latvijas Valsts meži” uzsāktā priekšizpēte tās īpašumā esošo zemju ģeoloģiskā potenciāla un augstvērtīgu zemes dziļu resursu apzināšanai, kvalitātes un iespējamo produktu ieguvei. Tā ir iecerēta kā ilgtermiņa pētniecības programma, kuras realizācijai būs nepieciešami visai nozīmīgs pētnieku kolektīvs.

CILVĒKU VEIDOTAS NEPARASTAS FORMAS KONSTRUKCIJAS AKMEŅAINĀS PLUDMALĒS RĪGAS LĪČA PIEKARSTĒ

Valdis SEGLIŅŠ

LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, e-pasts: Valdis.Seglins@lu.lv

Akmens krāvumi Rīgas līča piekrastē ir zināmi kopš senatnes un pirmoreiz detalizētāki raksturoti tikai pagājušā gadsimta 30tajos gados. Līdz mūsdienām tie ir raksturoti vispārīgākā formā un detalizētāki pētīti tikai dažos iecirkņos izmantošanai par dabiskā būvākmeņu izejvielām. Savulaik ir tikusi pētīta laukakmeņu atradne Kaltenē un tā nelielā platībā arī izmantota. Mūsdienās visi šie krāvumi atrodas Baltijas jūras piekrastes aizsargjoslā un ir aizsargājami, dažviet papildus ir izveidotas arī īpaši aizsargājamas dabas teritorijas. Tikai vienā gadījumā (Kaltenē) šie dabas veidojumi ir plašāk pieejami apmeklētājiem un to vajadzībām akciju sabiedrība Latvijas Valsts meži ir iekārtojuši mūsdienīgu dabas taku.

Akmens krāvumu veidojošais materiāls – akmeņi un dižakmeņi, reizēm ar nelielu smilts, grants un oļu piemaisījumu, galvenokārt (>70%) ir magmatiskie ieži, kuru cilme ir pamatklintājs Skandināvijā. Tāda pati izcelsme ir aptuveni 25% metamorfo iežu, savukārt aptuveni 4,5% ir ir makroskopiski nenosakāmas ģenēzes un tiai 0,5% ir nogulumiežu (galvenokārt ordovika un silūra kaļķakmeņi). Vispārzināma ir arī šo akmens krāvumu veidoto formu saistība ar pēdējā apledojuma atkāpšanās noslēguma posmiem, bet vietām šie akmeņu krāvumi ir daļēji pārskatīti un akmeņu rindas iezīmē Baltijas ledus ezera un Litorīnas jūras senās krasta līnijas.

Šādos gadījumos daudzviet atsevišķie akmeņi ir tikuši iekļauti saimnieciskā aprītē un izmatoti ne tikai kā augstvērtīga būvmateriālu izejviela, bet arī kā ceļu un pieturas zīmes, kā kapakmeņi un dekoratīvi elementi teritoriju labiekārtošanā. Ja vēsturiski šādi izmantošanas veidi veicināja akmeņu pārvietošanu tuvākā apkārtnē, tad mūsdienas daudzi augstvērtīgi dižakmeņi no Tūjas apkārtnes tiek pārvietoti uz Rīgu un vēl attālākām vietām, kas sen vairs neļauj izsekot šo materiālu plūsmai.

Neapšaubot akmens krāvumu un rindu dabisko izcelsmi un izvietojuuma telpā saistību ar dabiskajiem procesiem, atzīmējams, ka daudzu krāvumu daļas savā dabiskā sagulumā ir traucētas – akmeņi ir pārvietoti un to izkārtojums ir mākslīgi veidots, akmens virsmas ir vismaz daļēji ar rīkiem apstrādātas, nereti sastopami dažādi iekalumi un senu zīmju fragmenti. Visbiežāk tie sastopami Vidzemes akmeņainā jūrmalā uz ziemeļiem no Lembužiem. Bet ne mazums arī Rīgas līča Kurzemes piekrastē, jo īpaši starp Upesgrīvu un Roju. Šeit visai nereti sastopamas laukakmeņi ne tikai ar iepriekšēji minētām pazīmēm, bet šādu vienkāršoti apstrādātu akmeņu izkārtojums ir ticis veidots ne tikai vienkāršos klaipveida akmens krāvumos, vai apļos, bet arī daudz sarežģītāju veidojumu kompozīcijās. Ja Kaltenes kalvās apmežojuma dēļ šādas formas ne vienmēr ir viegli pamanāmas, tad Kaltenes akmeņainā pludmalē (piemēram, putnu torņa apkārtnē), ir novērojami desmitiem

šādu mākslīgi veidotu formu (1. att.). Dažas no akmeņiem veidotas līnijas var tik skaidrotas ar tradicionālo zvejniecības praksi pēdējo gadsimtu gaitā. Tomēr šāda prakse nav zināma attiecībā uz gredzenveida struktūru un to sakopojumu veidošanu, un nav zināma arī vēsturiskā prakse šādas konstrukcijas veidot tikai no daļēji apstrādātiem akmeņiem tiem piešķirot pilienvēda formas. Uz daudzu šādu akmeņu virsmām ir redzamas nepārprotamas apstrādes (noskaldījumi, nokalumi, pavirša un nevienāda virsmas izlīdzināšana utml.), kas norāda, kā šāda apstrāde ir veikta ar ļoti vienkāršiem akmens rīkiem. Minētās pazīmes visdrīzāk norāda un cilvēka darbībām neolīta beigu posmā un bronzas laikmeta pirmajā pusē.



1. att. Neparastas formas veidojumi no apstrādātiem laukakmeņiem
Kaltenes akmeņainā pludmalē

Tajā pašā laikā ir saprotams, ka šādas konstrukcijas netika veidotas jūrā. Tādēļ ir lietderīgi turpmāk detalizētāk pētīt Rīgas līča piekrastes izmaiņas Pēclitorīnas neotektoniskā attīstības posmā, kas līdz šim ir visai nepietiekoši apzināts.

LATVIJAS UPJU SATECES BASEINU ĪPAŠĪBU PĒTĪŠANA AR LATVIJAS HIDROĢEOLOĢISKĀ MODEĻA PALĪDZĪBU

Aivars SPALVIŅŠ, Kaspars KRAUKLIS, Inta LĀCE

RTU Vides modelēšanas centrs, e-pasts: Aivars.Spalvins@rtu.lv

Pazemes ūdens resursu pārvaldībā pazemes ūdensobjektu robežu noteikšanai izmanto upju sateces baseinu (SB) principu, t.i., uzskata, ka atmosfēras nokrišņi SB areālā ir vienīgais pazemes ūdens plūsmu avots visā SB tilpumā, kurā ietilpst arī dziļākie ūdens horizonti. Eiropas Savienības galvenā ūdens Direktīva iesaka SB izmantot pazemes ūdensobjektu robežu noteikšanai. Rīgas Tehniskās Universitātes Vides modelēšanas centra (VMC) zinātnieki pārbaudīja, vai Iecavas upi baro nokrišņi tās SB areālā (Spalviņš, Krauklis 2016). Rezultāts bija negaidīts. Izrādījās, ka daļa pazemes ūdens ceļo uz upi no Vidzemes un Latgales augstienēm, kuras atrodas tālu no Iecavas upes SB. Jāatzīmē, ka šo rezultātu varēja iegūt tikai Latvijas hidroģeoloģiskā modeļa (LAMO) vidē, kura aptver valsts teritorijas pazemes ūdens aktīvo zonu. Tā modelī ir aproksimēta ar 27 ģeoloģiskajiem slāņiem (skat. jaunākās versijas LAMO4 aprakstu pārskatā (Spalviņš, 2015)). LAMO4 darbojas licenzētas programmatūras Groundwater Vistas (GV) vidē (Environmental... 2011).

Izmantojot LAMO4, VMC zinātnieki veica pētījumus, lai noskaidrotu vai SB princips darbojas tipisku zemieņu un augstieņu upju (Iecava un Malta) SB areālos.

SB principa pielietojamību pārbaudījām ar divām metodēm: pazemes ūdens plūsmu bilances analīze ar GV rīku "Mass balance" un ūdens daļiņu trasēšana ar sistēmu MODPATH (Pollok 1994).

Kā SB areāla robeža visos tā ūdens horizontos tika izmantota kvartāra smilšu Q horizonta robeža. Tās novietojumu LAMO4 vidē noteica ar sistēmas SURFER rīku "Watershead" (Golden Software Inc. 2015).

Pazemes ūdens plūsmu bilance areālam un tā horizontiem kā pētījuma objektam ietver šādus datus: plūsmas caur objekta augšas, apakšas un robežas virsmām, pazemes notece upēs un ezeros, ekspluatācijas urbumu ražība. Objekts ir SB areāls, ja visas plūsmas caur tā robežu ir vienādas ar nulli.

Plūsmu bilances raksturs zemiens un augstienes upēm ir ļoti atšķirīgs, tāpēc ka vertikālās plūsmas ir, attiecīgi, vērstas uz un no zemes virsmas visā SB areāla tilpumā. Pamatiežu ūdens horizontos SB princips nav spēkā, jo kā Iecavas tā arī Maltas upēm rezultējošā robežu plūsma ir attiecīgi pozitīva un negatīva, t.i., pazemes ūdens SB areālā ieplūst un izplūst. SB princips ir nosacīti izmantojams tikai Q horizontā.

Ar MODPATH sistēmas palīdzību var iegūt datus par ūdens daļiņu trajektorijām un pazemes ūdens avotiem. Šī informācija palīdz labāk izprast pazemes plūsmu bilances rezultātus.

Eksperimenti ar MODPATH tika īstenoti divos režīmos: pazemes ūdens daļiņas kustās straumes virzienā (Forward) un pret straumi (Reverse). Forward režīms parāda, uz kuriem aizplūst ūdens no SB areāla, Reverse režīmā var atrast

avotus, kuru ūdens nonāk SB areālā. Ūdens daļiņas tika ievietotas to modeļa šūnu centros, kuras atrodas SB areālā.

Rakstā (Spalviņš, Krauklis 2016) bija publicēti rezultāti par Iecavas upes bāzes plūsmu, kura pētīta Reverse režīmā. Jaunajā pētījumā iegūti dati par Iecavas un Maltsas SB areāliem kopumā un par to horizontiem Reverse un Forward režīmos. Šie rezultāti analizēti rakstā (Krauklis u.c. 2016). Izmantojot MODPATH datus, var iegūt papildus informāciju par upes un tās SB horizontu pazemes ūdens avotiem.

Ar skaitlisko eksperimentu konstatēts, ka Iecavas un Maltsas upēm SB principu. nosacīti var izmantot tikai kvartāra Q slānim, bet pamatiežu horizontiem šo kritēriju pielietot nevar. Iespējams, ka būs jākorrigē pazemes ūdensobjektu robežas Latvijas ūdens resursu izmantošanas plānos.

LAMO4 izveidošanu finansēja Valsts Pētījumu programma EVIDEnT.

LITERATŪRA:

- Spalviņš A, Krauklis K. 2016. Latvijas hidroģeoloģiskais modelis LAMO4 kā rīks dabas procesu pētīšanai. Iecavas upes pazemes pietecēs avoti. Latvijas Universitātes 74. zinātniskajā konferencē, Zemes un vides zinātņu nozares sekcija, apakšsekcija „Lietišķā ģeoloģija”, Zinātnisko rakstu krājums. Rīgā, 5. Februārī, 2016.
- Spalviņš A. (vad.). 2015. Latvijas hidroģeoloģiskā modeļa LAMO pilnveidošanas starprezultāti, Pārskats līgumam 2014/15 starp LVĢMC un RTU, Rīga, vad. A. Spalviņš, teksts 30 lpp, pielikumi 53 lpp., http://www.emc.rtu.lv/VPP/ATSK_LVĢMC_2015_teksts.pdf http://www.emc.rtu.lv/VPP/ATSK_LVĢMC_2015_pielikumi.pdf
- Environmental Simulations, Inc. 2011. Groundwater Vistas. Version 6, Guide to using.
- Pollok D. W. 1994. User's Guide for MODPATH/MODPATH-Plot, Version3. A particle tracking post-processing package for MODFLOW, the US Geological Survey finite-difference groundwater flow model, U.S. Geological survey.
- Golden Software, Inc. 2015. SURFER-12 for Windows, Users manual, Guide to Using.
- Krauklis K., A. Spalviņš, I. Eglīte. 2016. Latvijas zemieņu un augstieņu upju īpašību pētīšana ar Latvijas hidroģeoloģiskā modeļa palīdzību, Rīgas Tehniskā universitātes zinātniskais žurnāls “Datormodelēšana un robežproblēmas”, RTU Press, Rīga, 55. sēj., 28-33 lpp., http://www.emc.rtu.lv/issues/2016/Krauklis_upes.pdf

GRAVITĀCIJAS MĒRĪJUMU IZMANTOŠANA APRAKTO IELEJVEIDA FORMU LOKALIZĒŠANĀ

Viesturs ZANDERSONS, Jānis KARUŠS

*LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, e-pasts:
viesturs.zandersons@gmail.com*

Gravitācijas lauka mērījumu metodes pasaulē ir plaši izmantotas dažādās ģeoloģijas jomās. Tās balstās uz novirzēm no aprēķināta Zemes ekvipotenciālās gravitācijas virsmas (dēvēts par normālo lauku; šis lauks atšķiras katram Zemes elipsoidam), kuras dēvē par gravitācijas anomālijām. Šīs anomālijas izraisa iežu blīvuma izmaiņas Zemes garozā; tādējādi, mērot smaguma spēka atšķirības, ir iespējams spriest par dažādām struktūrām Zemes dzīlēs.

Gravitācijas mērījumus lielākoties izmanto pamatklintāja, dažādu karsta tukšu vai dziļo Zemes garozas struktūru kartēšanai (Burger, u.c. 2006). Tomēr tos ir iespējams izmantot arī lokālu anomāliju noteikšanai – piemēram, tām atbilstošajām apraktajām ielejām. Pētījuma mērķis ir apzināt gravitācijas lauka pētījumu metodes pielietošanas iespējas aprakto ieleju meklēšanā. Ģeoloģiskās kartēšanas ietvaros Latvijā ir veikta gravimetriskā kartēšana. Padomju laikos ir sastādītas gravitācijas anomāliju kartes mērogā 1:200 000 visai Latvijas teritorijai. Pētītajam Latvijas reģionam (Staiķes – Valmieras apkaimē) ir veikta detalizētāka ģeoloģiskā kartēšana, kuras gaitā ir iegūti gravimetrisko pētījumu dati mērogā 1:50 000 (Vetreņikovs, u.c. 1986). Arī šobrīd LĢIA veic gravitācijas lauka mērījumus visā Latvijas teritorijā.

Pētījums tika balstīts uz 1986. gada gravimetrijas datiem. Lai varētu optimāli veikt šo datu apstrādi, tika digitizēta 1:50 000 gravitācijas lauka anomāliju karte. Kopā digitizēti 12448 mērījumu punkti, kuri ir piesaistīti IGSN 71 gravitācijas atskaites sistēmai. Šie dati, pirms to apstrādes, tika pārrēķināti no Pulkova 1942. gada ģeogrāfiskās koordinātu sistēmas uz LKS 92 ģeogrāfisko koordinātu sistēmu (jeb no Krasovska uz GRS80 elipsoīdiem atbilstošajiem normālajiem gravitācijas laukiem). Digitizēto punktu ģeogrāfiskā atrašanās vieta salīdzināta ar aprakto ieleju atrašanos vietu subkvartāra virsmas kartē (LVGD Zemkvartara).

No šiem punktiem, izmantojot virsmas modelēšanas programmu “Surfer 13”, tika iegūta Bugē anomāliju virsma visā pētījumu teritorijā. Lai nodalītu lokālās un reģionālās gravitācijas anomālijas, tika modelētas virsmām atbilstošas vairāku pakāpju (1–4) polinomu funkcijas. Šīs funkcijas parāda gravitācijas lauka kopējo tendenci pētāmajā teritorijā – to atņemot no reālās Bugē anomālijas virsmas var spriest par pāri paliekošajām lokālajām anomālijām.

Lai iegūtu priekšstatu par teorētisko apraktās ielejas radīto gravitācijas anomāliju, tā tika modelēta potenciāla lauku modelēšanas programmā “GRAVMAG”.

Pētījuma laikā tika secināts, ka, lai gan apstrādāto datu izšķirtspēja pētītajā teritorijā teorētiski būtu pietiekama, lai tiktu iegūta lokālās anomālijas, kas saistītas ar subkvartāra virsmas kartē novērotajām apraktajām ielejām, praktiski tās novērotas netika.

LITERATŪRA:

- Burger, H., Sheehan, A., Jones, C. 2006. *Introduction to applied geophysics*. New York, W.W. Norton & Company, Inc.
- LVGD Zemkvartāra. *Valsts Ģeoloģijas Dienesta Zemkvartāra virsmas reljefa karšu mozaīka mērogā 1:500 000*. LU ĢZZF WMS. Sk. 11.01.2017. Pieejams <http://kartes.geo.lu.lv>
Atsauce tekstā (LVGD Zemkvartāra)
- Ветренников, В., В., Рындич, С., Р., Слука, Я., С., Стецюн, П., А., Шапиро, П., М., Шеткауте, И., П., 1986. Отчет о результатах работ по глубинному геологическому картированию масштаба 1:200 000 перспективных площадей в пределах листов О-35-XIX и О-35-XX. Скрунда, Министерство геологии СССР.

ARHEOLOĢISKU OBJEKTU AR ATŠĶIRĪGU ROBEŽZĪMJU SKAITU MORFOMETRISKA SALĪDZINĀŠANA

Līga ZARIŅA

LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, e-pasts: liga.zarina@lu.lv

Objektu formu pētījumi tiek veikti dažādās zinātnes nozarēs, un to novērtējumam ir izstrādātas un pielietotas dažādas metodes (Adams 2013, Elewa 2010). Formas novērtējumu metodēm atbilstoši analīzei ir izstrādātas speciālas datorprogrammas vai lietotas citas specializētas programmas, kas piemērotas dažādiem pētījuma etapiem no datu iegūšanas līdz reprezentācijai (piem., MorphoJ (Klingenberg, 2011), Flip Test (Hardaker 2005), ImageJ, AutoCad, R un daudz citas). Ar šādu datorprogrammu palīdzību tiek iegūti kvantitatīvi dati par formu, kas ir pamatoti salīdzināmi un analizējami ar matemātiskām metodēm.

Arheoloģijā formas novērtējumiem ir plašs konteksts un nozīmīga loma. Tie ir pamatā gan dažādām klasifikācijām un salīdzinājumiem (piem., akmens laikmeta rīku un keramikas tipoloģija), interpretācijas iespējām (piem., arheoloģisku priekšmetu funkcionalitāte un saglabātība), gan arī tie tiek piemēroti arheoloģisko pieminekļu un paleovides rekonstrukcijai un sekojošai analīzei (piemēram, kapa vietu izkārtojums vai noteiktu dabas objektu lokalizācija, salīdzinot ar apmetnes vietu). Jāatzīmē, ka arheoloģijā plaši tiek izmantotas vienkāršas morfometrijas metodes – lineāri mērījumi un salīdzinājumi ar tipveida paraugiem, taču arvien aktuālāka kļūst ģeometrisko morfometrijas metožu izmantošana formu salīdzinājumiem (Zariņa 2016). Liela daļa šo metožu balstās uz salīdzināmo objektu robežzīmju izmantošanu, un tās raksturo nosacījums, ka salīdzināmas ir formas ar vienādu robežzīmju skaitu. Tomēr arheoloģiska materiāla pētniecībā bieži nākas saskarties ar šajā nozīmē iztrūkstošiem datiem, tāpēc ģeometriskās morfometrijas metodes ne vienmēr ir vienkārši piemērojamas un izmantojamas.

Veiktajā pētījumā arheoloģisku objektu novērtēšanā izmantota Gardony Map Drawing Analyzer programma, kas ir izstrādāta skiču karšu analīzei kognitīvo zinātņu pētījumu realizācijai (Gardony 2014, 2016). Programma ļauj kvantitatīvi salīdzināt divdimensionālus attēlus ar dažādu robežzīmju skaitu, veicot robežzīmju salīdzinājumus pa pāriem un uzrādot robežzīmju savstarpējo attālumu un novietojuma leņķiskās atšķirības koeficientu veidā. Izmantojot programmu, tika veikts Ēģiptes aizvēstures keramikas tipveida formu (Wodzinska 2009) salīdzinājums ar ģeometriskām formām un to kombinācijām (Segliņš 2016).

Secināms, ka Gardony Map Drawing Analyzer programma ir piemērota arī arheoloģisku objektu formu pētniecībā, kuri raksturojami ar divdimensionālu projekciju, taču iegūto rādītāju specifika ierobežo iegūstamo rezultātu informativitāti un interpretācijas iespējas. Tomēr kopumā vērtējams, ka programmai būtu rodams pielietojums gan artefaktu, gan arheoloģisku pieminekļu un vides arheoloģiska konteksta pētījumos, kur vērtējamas formas un to raksturīgās īpašības.

LITERATŪRA:

- Adams, D. C., Rohlf F. J., Slice, D. E. 2013. A field comes of age: geometric morphometrics in the 21st century. *Hystrix* 24, 7–14.
- Elewa A.M.T. 2010. *Morphometrics for Nonmorphometricians*. Springer, 367 p.
- Gardony A. 2014. *Gardony Map Drawing Analyzer (GMDA)* <http://www.aarongardony.com/tools/map-drawing-analyzer> [20.01.2017]
- Gardony, A.L., Taylor, H.A., Brunyé, T.T. 2016. Gardony map drawing analyzer: Software for quantitative analysis of sketch maps. *Behavior Research Methods* 48(1), 151–77.
- Hardaker, T., Dunn, S. 2005. The Flip Test – a new statistical measure for quantifying symmetry in stone tools. *Antiquity* 79 (306), <http://antiquity.ac.uk/projgall/hardaker/> [20.01.2017]
- Klingenberg, C. P. 2011. MORPHOJ: an integrated software package for geometric morphometrics. *Molecular Ecology Resources* 11, 363–357.
- Segliņš, V., Zariņa, L. 2016. Egyptian prehistoric pottery shape analysis. *SGEM2016 Conference Proceedings, Book 1(1)*, 169–176.
- Wodzinska, A., 2009. *A Manual of Egyptian Pottery. Volume 1: Fayum A–Lower Egyptian Culture. AERA Field Manual Series 1*. Boston, 25–114.
- Zarina, L., Seglins, V. 2016. Morfometrijas metožu piemērošana akmens rīku analīzē. *Latvijas Universitātes 74.zinātniskā konferences Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultātes referātu tēžu krājums*, Rīga, Latvija, ISBN 978-9934-18-124-5, 342.–344.

ISBN 978-9934-556-19-7



9 789934 556197 >